

# REVIJA ŠPORT

REVIJA ZA TEORETIČNA IN PRAKTIČNA VPRAŠANJA ŠPORTA

LETNIK LXXII • LETO 2024  
ŠTEVILKA 3-4 • ISSN 0353-7455



- UMETNA INTELIGENCA V ŠPORTNEM TURIZMU
- KOŠARKA, IGRA ZA RAZLIČNE GENERACIJE
- TELESNA DEJAVNOST IN SLADKORNA BOLEZEN

- TELESNA VADBA IN KOGNITIVNE SPOSOBNOSTI
- TELESNA DEJAVNOST PRI MASAJIH
- TELESNA VADBA ŽENSK PO PORODU

■ PRILOGA

## TELESNA DEJAVNOST STAREJŠIH ODRASLIH

V tej številki revije so recenzirani naslednji članki: Vesna Loborec – Uporaba umetne inteligence v športnem turizmu: inovacije, izzivi in prihodnje smeri; Bojan Jošt – Kaj pomeni 291 m dolg polet Rjobjua Kobajashi na improvizirani letalnici?; Lea Železnik Mežan – Uvajanje medvrstniškega poučevanja v izobraževalni program športnih pedagogov; Polona Palma, Klara Križnič – Značilnosti in dejavniki tveganja za mišično-kostne poškodbe pri vadbi crossfit; Dorica Šajber, Boštjan Jakše – Kardiorespiratorni fitness pri prebolevalnikih covid-19: vpogled v projekt »PostCovSwim«; Nastja Podrekar Loredan, Pilar Veselko, Matej Voglar – Vpliv telesne dejavnosti na simptome in znake, povezane z astmo; Zala Svete, Matevž Arčon – Vpliv hormonskih kontraceptivov na zmogljivost vzdržljivostnih športnic; Mit Bračič, Frane Erčulj – Učinkovitost fizioterapevtsko-kineziološkega programa zdravljenja pri mladih športnikih z Osgood-Schlatterjevimi sindromom; Sara Moškon, Lara Šinkovec, Katja Tomažin, Rok Amon, Vojko Strojnik, Darjan Spudič – Učinek podprazne električne stimulacije tibialnega živca na navor iztegovalk gležnja pri zdravih odraslih in odraslih z multipo sklerozo; Evelin Colja, Maja Pajek, Jernej Pajek, Špela Bogataj – Učinki medializne kognitivne in telesne vadbe na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost; Brina Oblak, Žiga Kozinc – Spremembe morfoloških in arhitekturnih značilnosti zadnjih stegenskih mišic po vadbeni intervenciji; Uroš Zadnik, Igor Štirn, Frane Erčulj – Strukturna analiza asistenc pri vrhunskih košarkarskih ekipah; Mojca Fink, Matic Sašek, Darjan Smajla – Povezave med jakostjo mišic spodnjih okončin in hitrostjo pri linearnih in zavitih sprintih; Miha Pešič, Sara Gloria Meh, Daniel Djuric, Andraž Šterk, Žiga Kozinc – Povezanost izbranih morfoloških in živčno-mišičnih dejavnikov z uspešnostjo izvedbe mrtvega dviga pri zmerno do visoko treniranih preiskovancih; Marta Bon, Janja Jakob, Brina Kotar – Analiza deleža žensk na vodilnih položajih v športnih organizacijah v Sloveniji; Žak Anžič, Stanislav Štuhec, Darjan Spudič – Razlike v izhodnih spremenljivkah odnosa sila-hitrost-moč pri sprintu med laserjem in fotocelicami; Eva Prevodnik, Mateja Videmšek, Ana Glavač – Telesna vadba žensk po porodu; Marta Bon, Gašper Kovač, Vojko Vučkovič – Vpliv delovnega okolja in življenjskega sloga na zadovoljstvo zaposlenih v športni infrastrukturi; Karmen Šibanc, Maja Pajek – S telovadbo do zdrave starosti; Maja Turk, Manca Opara Zupančič, Nejc Šarabon – Miselno-gibalna vadba pri starejših odraslih: neizkoriščen potencial obravnave; Erik Paulin, Miran Kondrič, Nejc Šarabon – Vadba namiznega tenisa kot del aktivnega staranja oseb z nevrodegenerativnimi boleznimi; Marko Savič, Žiga Kozinc – Primerjava vplivov vadbe proti uporu in vadbe za ravnotežje, izvajanih enkrat do dvakrat tedensko, na telesno zmogljivost starejših; Matija Kodarin, Nina Kalshoven, Alea Bubek – Učinki progresivne vadbe proti uporu pri starejših odraslih s primarno osteoporozo; Anja Pavšič – Vpliv različnih vadbenih intervencij na kostni sistem pri starejših odraslih; Patrik Benčina, Matevž Arčon – Vadba za preprečevanje padcev pri starejših odraslih; Elena Shagaeva, Manca Opara Zupančič, Nejc Šarabon – Ureditve domačega okolja starostnikov za preprečevanje padcev; Vojko Vučkovič, Marta Bon, Tomaž Pavlin, Tanja Kajtna – Motivacija starejših za vadbo v vadbenih centrih; Blanka Koščak Tivadar, Aleš Dolenc, Maša Žvelc, Saša Cecić Erpič – Vpliv vadbe na vzdržljivost na upad pozornosti pri starejših odraslih.

## NAVODILA ZA AVTORJE ČLANKOV

Uredništvo revije ŠPORT objavlja le izvirna, še neobjavljena strokovna dela in zgoščene predstavitve raziskav. Prispevki, ki jih objavljamo v slovenščini, morajo biti napisani jedrnatno in strokovno ter jezikovno neoporečno. Izvleček v slovenščini in angleščini naj v največ 200 besedah (po možnosti manj) vsebinsko povzema pomembnejše dele članka (namen, metoda, rezultate). Za prevod izvlečka v angleščino poskrbi avtor sam. Prispevke lektoriramo. Recenziramo raziskovalne, ne željo avtorja pa tudi druge članke. Rokopisov in slik ne vračamo.

Besedilo prispevka mora biti urejeno v programu MS WORD, z razmikom med vrsticami 1.5 in 2.5 cm širokim levim in desnim robom. V celotnem besedilu naj bo uporabljena pisava Times New Roman, velikost 12. Prispevek pošljite po elektronski pošti na naslov: revija.sport@fsp.uni-lj.si.

Prva stran članka naj vsebuje ime avtorja, naslov članka, naslov ustanove, kjer je bilo delo objavljeno. Če je delo skupinsko, naj bodo navedeni ustrezni podatki za vse avtorje. V nadaljevanju navedite korespondenčnega avtorja (v kolikor je avtorjev več je običajno to prvi avtor), njegov naziv, naslov stalnega prebivališča, naslov zaposlitve, telefon in elektronski naslov. Prva stran naj vsebuje tudi naslednjo izjavo: »**Podpisani (ime in priimek) potrjujem, da je predloženo besedilo v celoti moje avtorsko delo oz. avtorsko delo navedenih avtorjev članka. Besedilo še ni bilo objavljeno oz. ni v postopku objave v drugih publikacijah. Avtorske pravice za objavo besedila in avtorskih slik prenašam(o) na revijo Šport. Potrjujem(o) tudi, da nihče od (so)avtorjev ni v konfliktu interesov.**« Če je avtorjev več, zgoraj izjavo v imenu celotne skupine avtorjev napiše in podpiše prvi avtor.

V nadaljevanju članka sledijo: kratek izvleček in ključne besede (v slovenščini in angleščini), besedilo članka in literatura. Strani morajo biti oštevilčene. Pri raziskavah besedilo članka sestavljajo poglavja z naslovi: **Uvod, Metode, Rezultati, Razprava, Zaključek.** Poglavja niso oštevilčena.

Tabele in slike lahko vključite v besedilo. Če so izdelane ločeno od besedila, je potrebno z zaporedno številko označiti njihov položaj v besedilu. Oblikovanje, označevanje in oštevilčenje slik in tabel, mora biti v skladu z najnovejšo verzijo APA standardov (American Psychological Association) ([www.apastyle.org](http://www.apastyle.org)).

Citati morajo biti označeni tako, da se v oklepaju navede priimek oz. priimke avtorjev in letnica izida vira iz katerega se navaja citat. Na koncu sestavka je zbrana literatura po abecedi priimkov prvih avtorjev. Citiranje med besedilom in navajanje virov na koncu besedila, mora biti v skladu z najnovejšo verzijo APA standardov ([www.apastyle.org](http://www.apastyle.org)).

K članku je potrebno obvezno priložiti fotografijo (portret) prvega avtorja in fotografijo, ki se tematsko nanaša na vsebino članka (pazite na ustrezno ločljivost!). Pri slednji je potrebno navesti tudi avtorja ali vir.

Vnos članka v bibliografski sistem COBISS uredi uredništvo revije, ki na podlagi mnenja recenzenta predlaga tudi tipologijo članka. Osnovo za določanje tipologije predstavljajo pravila za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ([http://home.izum.si/COBISS/bibliografije/Tipologija\\_slv.pdf](http://home.izum.si/COBISS/bibliografije/Tipologija_slv.pdf)).

Če je bil del besedila že objavljen v kakšni drugi publikaciji je potrebno predložiti dovoljenje za objavo s strani te publikacije.

Pri člankih, ki so (delno) financirani s strani privatnih ali javnih institucij je potrebno navesti vire financiranja.

Raziskave morajo biti opravljene v skladu z etičnimi standardi, po potrebi lahko uredništvo zahteva soglasje etične komisije. Upoštevana mora biti helsinška deklaracija o človekovih pravicah.

Mnenja izražena v člankih predstavljajo osebna mnenja avtorjev člankov in ne uredništva revije. Prispevkov v katerih avtorji žalijo in diskreditirajo druge avtorje ne bomo objavili. Uredništvo si pridržuje pravico, da prekine določeno polemiko, ko ta preide na osebno raven in/ali ne prispeva več k razjasnjevanju vprašanj, ki so pomembna za športno stroko in znanost.

Revija izhaja od 1949 – 1957 z imenom VODNIK, od 1958 – 1961 LJUDSKI ŠPORT, od 1962 – 1989 TELESNA KULTURA, od 1990 naprej ŠPORT

Izdajateljica: Fakulteta za šport v Ljubljani, Olimpijski komite Slovenije – Združenje športnih zvez

Revije je vključena v mednarodni bibliografski bazi SPORTDiscus in SIRC

Založnik: Fakulteta za šport

Uredniški odbor: dr. Frane Erčulj (glavni in odgovorni urednik), dr. Aleš Filipčič, dr. Vedran Hadžič, dr. Marjeta Kovač, dr. Matej Majerič, dr. Tomaž Pavlin, dr. Nejc Šarabon, mag. Peter Škerlj

Uredništvo: Fakulteta za šport, 1000 Ljubljana, Gortanova 22, Telefon: 01/520-77-00,

E-pošta: revija.sport@fsp.uni-lj.si, Internet: <http://www.fsp.uni-lj.si/rsport>

Naročniška razmerja: Alenka Štuhec, Fakulteta za šport, 1000 Ljubljana, Gortanova 22, Telefon: 01 520 77 42,

Faks: 01 520 77 50, E-pošta: zaloznistvo@fsp.uni-lj.si

Letna naročnina 30 €, Posamezna številka (dvojna) je 20 € (v ceno je vključen 5 % DDV), TR: 01100-6030708477,

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Gortanova 22, 1000 Ljubljana

Lektoriranje: Špela Križ

Oblikovna zasnova: Mojca Jakopič; Računalniški prelom: FLORIN d. o. o.; Tisk: PRESENT d. o. o.

V letu 2024 revija izhaja s finančno pomočjo Fundacije za financiranje športnih organizacij v Republiki Sloveniji in Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije

Slika na naslovnici: oblikoval Freepik



### uvodnik / leading article

- 3 Nejc Šarabon, Manca Opara Zupančič – **Vloga vadbe pri premagovanju izzivov starajoče se populacije** / The role of exercise in overcoming the challenges of an aging populatio

### aktualno / current topic

- 5 Silvo Kristan – **AUDIATUR ET ALTERA PARS (drugačen pogled na dvomljive teze)** / AUDIATUR ET ALTERA PARS (a different way of looking at dubious theses)
- 14 Vesna Loborec – **Uporaba umetne inteligence v športnem turizmu: inovacije, izzivi in prihodnje smeri** / The Use of Artificial Intelligence in Sports Tourism: Innovations, Challenges, and Future Directions
- 23 Bojan Jošt – **Kaj pomeni 291 m dolg polet Rjojuja Kobajašija na improvizirani letalnici?** / What does Ryoju Kobayashi's flight at 291 m on an improvised ski-flying hill mean?

### športna vzgoja / physical education

- 31 Lea Železnik Mežan – **Uvajanje medvrstniškega poučevanja v izobraževalni program športnih pedagogov** / Implementation of Peer Teaching in an Educational Programme for Prospective PE Teachers

### izrazoslovje v športu / sports terminology

- 36 Silvo Kristan – **Težave z definicijo pojma ŠPORT** / From the terminology workshop: problems with the definition of sport

### športna rekreacija / sports recreation

- 39 Matic Sirknik, Frane Erčulj – **Košarka, igra za različne generacije** / Basketball, a game for different generations

### šport in zdravje / sport and health

- 43 Polona Palma, Klara Križnič – **Značilnosti in dejavniki tveganja za mišično-kostne poškodbe pri vadbi crossfit** / Characteristics and risk factors for musculoskeletal injuries in crossfit training
- 49 Dorica Šajber, Boštjan Jakše – **Kardiorespiratorni fitnes pri prebolevalnikih covid-19: vpogled v projekt »PostCovSwim«** / Cardiorespiratory fitness in COVID-19 convalescents: Insights from the »PostCovSwim« project
- 55 Nastja Podrekar Loredan, Pilar Veselko, Matej Voglar – **Vpliv telesne dejavnosti na simptome in znake, povezane z astmo** / The effect of physical activity on asthma-related symptoms and signs
- 64 Peter Vitamvas, Matija Potočnik – **Telesna aktivnost in sladkorna bolezen tipa 1** / Diabetes and physical activity
- 71 David Kukovica – **Gibalna pismenost – temelj zdravja in dobrega počutja** / Physical literacy – as a key element in promoting health and well-being
- 75 Zala Svete, Matevž Arčon – **Vpliv hormonskih kontraceptivov na zmogljivost vzdržljivostnih športnic** / The impact of hormonal contraceptives on athletic performance in female endurance athletes
- 86 Mit Bračič, Frane Erčulj – **Učinkovitost fizioterapevtsko-kineziološkega programa zdravljenja pri mladih športnikih z Osgood-Schlatterjevim sindromom** / Effectiveness of a physiotherapy-kinesiology treatment programme in young athletes with osgood-schlatter syndrome
- 93 Sara Moškon, Lara Šinkovec, Katja Tomažin, Rok Amon, Vojko Strojnik, Darjan Spudič – **Učinek podpražne električne stimulacije tibialnega živca na navor iztegovalk gležnja pri zdravih odraslih in odraslih z multiplo sklerozo** / Effects of submotor electrostimulation of the tibial nerve on plantarflexion torque in healthy adults and adult patients with multiple sclerosis
- 102 Evelin Colija, Maja Pajek, Jernej Pajek, Špela Bogataj – **Učinki medializne kognitivne in telesne vadbe na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost** / Effects of Inter-Dialysis Cognitive and Physical Training on Cognitive Abilities and Physical Performance

### dogodki – čas / time – events

- 108 Tomaž Pavlin – **Stoletnica odbojke na Slovenskem** / Centenary of volleyball in Slovenia
- 114 **V SPOMIN – Alojz Mavrič (1949–2024)**

### nove knjige / new books

- 115 Mateja Videmšek, Neža Smonkar, Blaž Lešnik, Ana Glavač, Dušan Videmšek – **Igrivo smučanje**

### glas mladih / young experts

- 116 Sara Kranjc, Žiga Kozinc – **Ali je raztezanje PNF učinkovitejše v primerjavi z drugimi tehnikami raztezanja?** / Is PNF stretching more effective than other stretching techniques?
- 121 Uršula Prelesnik, Žiga Kozinc – **Vrednotenje kardiorespiratorne zmogljivosti pri osebah s poškodbo hrbtnjače** / Evaluation of cardiorespiratory fitness in people with spinal cord injury
- 128 Brina Oblak, Žiga Kozinc – **Spremembe morfoloških in arhitekturnih značilnosti zadnjih stegenskih mišic po vadbeni intervenciji** / Changes in the morphological and architectural characteristics of the hamstrings muscles after exercise intervention
- 138 Petra Robnik, Žiga Kozinc – **Vertikalni skoki in telesna dejavnost pri Masajih: preliminarno poročilo o raziskavi v Tanzaniji** / Vertical jumping and physical activity in Maasai tribe: A preliminary research report in Tanzania
- 145 Naja Videmšek, Ana Glavač, Mateja Videmšek – **Duševno zdravje in telesna dejavnost žensk v nosečnosti in po porodu** / Women's mental health and physical activity during pregnancy and after childbirth

## raziskovalna dejavnost / research work

- 150 Uroš Zadnik, Igor Štirn, Frane Erčulj – **Strukturalna analiza asistenc pri vrhunskih košarkarskih ekipah** / Structural analysis of assists in elite basketball teams
- 158 Mojca Fink, Matic Sašek, Darjan Smajla – **Povezave med jakostjo mišic spodnjih okončin in hitrostjo pri linearnih in zavitih sprintih** / Associations between the isometric strength of selected muscle groups and the speed of linear and curvilinear sprints
- 165 Miha Pešič, Sara Gloria Meh, Daniel Djurič, Andraž Šterk, Žiga Kozinc – **Povezanost izbranih morfoloških in živčno-mišičnih dejavnikov z uspešnostjo izvedbe mrtvega dviga pri zmerno do visoko treniranih preiskovancih** / The relationship of selected morphological and neuromuscular factors with the performance of the deadlift in moderately to highly trained subjects
- 172 Marta Bon, Janja Jakob, Brina Kotar – **Analiza deleža žensk na vodilnih položajih v športnih organizacijah v Sloveniji** / Analysis of women's representation in leadership positions in sports organizations in Slovenia
- 180 Žak Anžič, Stanislav Štuhec, Darjan Spudič – **Razlike v izhodnih spremenljivkah odnosa sila-hitrost-moč pri sprintu med laserjem in fotocelicami** / Differences in outcome variables of sprint force-velocity-power profiles between laser and photocell measurements
- 188 Eva Prevodnik, Mateja Videmšek, Ana Glavač – **Telesna vadba žensk po porodu** / Physical activity after childbirth
- 193 Marta Bon, Gašper Kovač, Vojko Vučkovič – **Vpliv delovnega okolja in življenjskega sloga na zadovoljstvo zaposlenih v športni infrastrukturi** / The influence of the work environment and lifestyle on the satisfaction of employees at the sport infrastructure

## PRILOGA: Telesna dejavnost starejših odraslih / SUPLEMENT: Physical activities in older adults

- 203 Mitja Dišič – **Z vadbo do zdrave starosti: znanstveno utemeljene metode za ohranjanje telesne funkcionalnosti** / Exercise for healthy aging: Scientifically proven methods for maintaining physical functionality
- 211 Karmen Šibanc, Maja Pajek – **S telovadbo do zdrave starosti** / Promoting healthy aging through gymnastics
- 220 Jernej Pisk – **Nekateri filozofski vidiki staranja v kontekstu športa** / Some philosophical reflections on ageing in the context of sport
- 227 Maja Turk, Manca Opara Zupančič, Nejc Šarabon – **Miselno-gibalna vadba pri starejših odraslih: neizkoriščen potencial obravnave** / Cognitive-motor exercise in older adults: An untapped potential for intervention
- 233 Erik Paulin, Miran Kondrič, Nejc Šarabon – **Vadba namiznega tenisa kot del aktivnega staranja oseb z nevrodegenerativnimi boleznimi** / Table tennis exercise as part of active aging in people with neurodegenerative diseases
- 239 Marko Savič, Žiga Kozinc – **Primerjava vplivov vadbe proti uporu in vadbe za ravnotežje, izvajanih enkrat do dvakrat tedensko, na telesno zmogljivost starejših** / Effects of Once-to-twice Weekly Resistance Training versus Balance Training on Physical Performance in Elderly Individuals
- 246 Miha Kvas – **Vadba pri osteoporozi** / Exercise in osteoporosis
- 249 Matija Kodarin, Nina Kalshoven, Alea Bubek – **Učinki progresivne vadbe proti uporu pri starejših odraslih s primarno osteoporozo** / Effects of progressive resistance exercise in older adults with primary osteoporosis
- 256 Anja Pavšič – **Vpliv različnih vadbenih intervencij na kostni sistem pri starejših odraslih** / The impact of different exercise interventions on the skeletal system in older adults
- 266 Mit Bračič – **Zdravljenje sarkopenije in sarkopenične debelosti pri starejših** / Treatment of sarcopenia and sarcopenic obesity in elderly
- 273 Patrik Benčina, Matevž Arčon – **Vadba za preprečevanje padcev pri starejših odraslih** / Fall prevention exercises in older adults
- 282 Elena Shagaeva, Manca Opara Zupančič, Nejc Šarabon – **Ureditev domačega okolja starostnikov za preprečevanje padcev** / Home Environment Modification of Older Adults to Prevent Falls
- 288 Vojko Vučkovič, Marta Bon, Tomaž Pavlin, Tanja Kajtna – **Motivacija starejših za vadbo v vadbenih centrih** / Exercise motivation of Older Adults attending fitness centers
- 294 Blanka Koščak Tivadar, Aleš Dolenc, Maša Žvelc, Saša Cecić Erpič – **Vpliv vadbe za vzdržljivost na upad pozornosti pri starejših odraslih** / The impact of endurance exercise on attention decline in older adults.



**Nejc Šarabon,  
Manca Opara Zupančič**

## Vloga vadbe pri premagovanju izzivov starajoče se populacije

Podaljšanje pričakovane življenjske dobe predstavlja izjemen dosežek človeštva, vendar hkrati prinaša številne kompleksne izzive. Po ocenah Svetovne zdravstvene organizacije bo do leta 2030 vsak šesti prebivalec sveta starejši od 60 let. Naraščanje števila starejših zahteva prilagoditve na področju zdravstvenih sistemov, socialne oskrbe in gospodarstva. Smernice in politike se vse bolj osredotočajo na ustvarjanje pogojev, ki spodbujajo aktivno staranje, pri čemer je cilj

kar najbolje izkoristiti priložnosti in sposobnosti starejših, da živijo aktivno in družbeno vključujoče življenje. Doseg cilja zahteva tudi proaktivno vlogo posameznika, ki mora s sprejemanjem zdravega življenjskega sloga prispevati k ohranjanju oziroma izboljšanju svojega fizičnega in mentalnega zdravja ter neodvisnosti. Koncept aktivnega staranja omogoča starejšim, da ne le ohranjajo kakovost življenja, temveč tudi zmanjšajo potrebo po oskrbi in povečajo vključenost v ekonom-

ske in družbene dejavnosti, kar ima pozitivne učinke tako na njih kot tudi na družbo in gospodarstvo.

Priloga revije Šport se posveča telesni dejavnosti starejših in vsebuje širok nabor prispevkov, ki pokrivajo različne vidike vadbenih intervencij, namenjenih tej populaciji. Vadba pridobiva vse večji pomen v starajoči se populaciji ter je eden izmed osrednjih stebrov zdravega in aktivnega staranja. V prilogi je predstavljen doprinos različnih oblik vadbe k ohranjanju kakovostnega življenja in telesne funkcionalnosti. Prispevek z naslovom »Z vadbo do zdrave starosti: znanstveno utemeljene metode za ohranjanje telesne funkcionalnosti« obravnava visoko intenzivno intervalno vadbo in vadbo proti uporabi visokimi bremenami, ki se sicer zaradi domnevnih varnostnih tveganj v praksi redkeje uporabljata pri starejših. Vendar avtorji prispevka ugotavljajo, da sta ob ustreznem nadzoru in upoštevanju strokovnih smernic



Oblikoval Freepik

omenjeni obliki vadbe varni in učinkoviti za zmanjšanje krhkosti, preprečevanje padcev ter podaljšanje neodvisnosti pri starejših. Pri izbiri ustrezne oblike vadbe za starejše je ključno poznati prednosti posameznih vadbenih pristopov. Primerjavo med učinki različnih vrst vadbe v prilogi obravnava prispevek »Primerjava vplivov vadbe proti uporabi in vadbe za ravnotežje, izvajanih enkrat do dvakrat tedensko, na telesno zmogljivost starejših«.

Strokovnjak ima lahko odlično znanje za oblikovanje vadbenih programov za starejše, vendar vadeči ne bo v polni meri izkusil njihovih pozitivnih učinkov, če vadbe ne bo redno izvajal. Motivacija starejših je ključnega pomena za doseganje želenih rezultatov vadbe. V prispevku o motivaciji starejših za vadbo v vadbenih centrih so predstavljene ugotovitve študije, ki analizira glavne motivacijske dejavnike pri telesni aktivnosti. Študija proučuje, kako se motivacija razlikuje med starejšimi in mlajšimi odraslimi, med spoloma ter med posamezniki, ki vadijo krajše ali daljše časovno obdobje. Raziskovanje motivacijskih vzgibov za telesno dejavnost pri starejših odraslih omogoča oblikovanje programov vadbe, prilagojenih njihovim specifičnim potrebam in interesom, kar povečuje verjetnost dolgoročne udeležbe.

Velik zdravstveni in socialni iziv pri starejših so padci, ki pogosto vodijo v resne poškodbe, zmanjšano mobilnost in izgubo neodvisnosti. Prispevki v tej prilogi obravnavajo preprečevanje padcev z vadbo ter ustrezno prilagoditvijo domačega okolja. Poleg vadbenih intervencij je namreč pomembno upoštevati tudi okoljske dejavnike, ki vplivajo na tveganje za padce. Ker strah pred padci pogosto vodi v omejevanje telesne aktivnosti pri starostnikih, kar lahko povzroči dodatne negativne učinke na njihovo zdravje, je ključno predstaviti celostni pristop pri preprečevanju padcev. Ozaveščanje o različnih metodah preprečevanja padcev in prenos teh metod v prakso lahko pomagata zmanjšati strah pred padci ter posledično preprečevati omejevanje telesne aktivnosti.

Priloga ne obravnava le vadbe kot preventivnega ukrepa pri starostnikih, temveč se posveča tudi njeni vlogi pri obvladovanju pogostih zdravstvenih stanj, med drugim osteoporoze, sarkopenije in nevrodegenerativnih bolezni, kot je Parkinsonova bolezen. Znanstveno utemeljene vadbene intervencije lahko pomembno prispevajo k izboljšanju kakovosti življenja pri starejših odraslih s tovrstnimi obolenji. Staranje ne prinaša sprememb samo na gibalni ravni, temveč tudi v miselnih funkcijah, kot

je zmanjšana sposobnost procesiranja informacij. Raziskave kažejo, da lahko ciljani vadbeni pristopi te spremembe uspešno naslavlajo. Eden izmed njih je miselno-gibalna vadba, ki jo podrobneje predstavlja prispevek z naslovom »Miselno-gibalna vadba pri starejših odraslih«. V njem so opisani praktični primeri tovrstne vadbe, možnosti njene trajanje in frekvenco, kar strokovnjakom omogoča oblikovanje vadbenih programov, prilagojenih vadečemu starejšemu.

Poleg praktičnih vidikov telesne vadbe se priloga dotika tudi filozofskih vprašanj, ki spremljajo proces staranja, kar predstavlja prispevek »Nekateri filozofski vidiki staranja v kontekstu športa«. Prispevek raziskuje, kako filozofi skozi zgodovino razumejo starost, kakšne dileme prinaša staranje ter kako se to lahko naveže na telesno aktivnost starejših odraslih.

Priloga revije Šport ponuja bogat nabor znanstveno podprtih informacij, namenjenih tako strokovni kot širši javnosti, ki si želi boljšega razumevanja vadbenih intervencij za starejše odrasle. Prepričani smo, da bodo predstavljeni prispevki pomembno prispevali k širšemu zavedanju o pomenu telesne dejavnosti in aktivnega staranja ter spodbudili nadaljnje raziskave in prakse na tem področju.



Silvo Kristan

## AUDIATUR ET ALTERA PARS<sup>1</sup> (drugačen pogled na dvomljive teze<sup>6</sup>)

Čeprav sem uredniku obljubil, da se ne bom več oglasal, je skušnjava prevelika. **Sofistične<sup>2</sup>** in **ideološke<sup>3</sup>** akrobacije ter druge podobne zvijače težko sprejemam, zato se upiram vsakovrstnim manipulacijam, ki jih kdo trosi. Prav je, da bralci preberejo tudi drugačno mnenje (altera pars), kajti le to lahko spodbuja k premisleku in presoji verodostojnosti piscev. Žal se moram zaradi preglednosti in razumljivosti obravnave ponekod ponavljati. Ne nazadnje tudi zato, ker se moj sogovornik v najinem dopisovanju nenehno ponavlja brez dodatnih argumentov. Zdajšnji zapis je mogoče razumeti tudi kot dodatek prispevku Ž. Kozinca in J. Žitnika, ki sta v prejšnji številki Športa (1–2, 2024, str. 5–12) opozarjala na nekatere spodrsljaje v raziskovanju športnega polja. Oba omenjena avtorja opozarjata na slabosti raziskovalnega dela, kot so **nenatančno prikazovanje dejstev, ponarejanje podatkov, pristranskost avtorjev, selektivno poročanje, sporočanje polresnic, neutemeljeno posploševanje, manipuliranje z bralci** in podobno. Natančno o tem pišem v mojem prispevku. Razlika je le ta, da se omenjena avtorja načelno (brez konkretnih primerov) osredotočata na **empirično spoznavno vejo**, jaz pa se omejujem na **teoretično spoznavno vejo** (monografije, razprave, polemike itn.) ter s konkretnimi primeri in argumentiranimi dejstvi (z dokazi) opozarjam na pomanjkljivosti.



### AUDIATUR ET ALTERA PARS

(a different way of looking at dubious theses)

Although I promised the editor that I would not comment again, the temptation is too great. I find it difficult to accept sophisticated and ideological acrobatics and other such tricks, which is why I resist all kinds of manipulations that are spread by anyone. It is only right that the readers should also read the dissenting opinion (altera pars), because only this can stimulate reflection and testing of the author's credibility. Unfortunately, for the sake of clarity and comprehensibility, I must repeat myself here and there. Not least because my interlocutor keeps repeating himself in our correspondence without any further argument. This contribution can also be seen as a supplement to the contribution by Ž. Kozinc and J. Žitnik, who in the previous issue of Sport (1–2, 2024, pp. 5–12) pointed out some of the slip-ups in the research of the field of sport. Both authors point out the weaknesses of research work, such as inaccurate presentation of facts, falsification of data, bias of authors, selective reporting, reporting of half-truths, unjustified generalisations, manipulation of readers, etc. I write about these in detail in my contribution. The only difference is that these authors focus in principle (without concrete examples) on the empirical cognitive branch, while I limit myself to the theoretical cognitive branch (monographs, debates, polemics, etc.) and point out the shortcomings with concrete examples and argued facts (with evidence).

## ■ Ukiniti ali prenesti dejavnost?

Profesor dr. Ivan Čuk v knjigi *Prevarani sokoli* prepričuje bralce, da je po drugi svetovni vojni "komunizem **ukinil delovanje(!) Sokola**" (poudaril s klicajem S. K.). Ker sem bil v tistem času sam tako imenovani naraščajnik sokolskega društva in član vodniškega zbora, vem, da se v 'mojem' društvu po njegovem preimenovanju v fizkulturno društvo ni zgodilo nič nenavadnega. Poleg redne splošne in posebne gimnastične vadbe je društvo še naprej prirejalo društvene maškarade, veselice, silvestrovanja, plesne vaje in javne telovadne nastope. Le namesto Miklavža je društvo obiskal Dedek Mraz. Pa nov uradni žig (z drugačnim imenom) in novo tablo na pročelju stavbe so pristojni naročili. Isti vodniški zbor in ista društvena uprava so ostali in delovali še naprej. Zato sem na profesorjevo natančno trditev o **ukinitvi delovanja Sokola** ugovarjal (*Šport*, 2022, št. 3–4), da **delovanje Sokola** ni bilo ukinjeno, ampak so **ista društva delovala še naprej pod drugim imenom** in hkrati mnoga še vsebinsko obogatila svoje delovanje z drugimi športnimi zvrstmi. Enak razvoj dogodkov so mi nekaj let pozneje potrjevali mnogi tečajniki, ki so se udeležili vodniškega izobraževanja v Gozdni šoli v Mozirju. Vem tudi, da Sokolsko društvo Mozirje po preimenovanju v TVD Partizan Mozirje ni spremenilo svojega delovanja. Moje stališče podpira tudi pristojna športnozgodovinska stroka, čeprav to nespretno zapiše: "Sokolska pot v Sloveniji oziroma Jugoslaviji se je (po ukinitvi imena Sokol, op. S. K.) **zaključila**, čeprav **se je s starimi obrazi in vsebinami nadaljevala pod drugimi imeni ...**" (Naša pot, Tomaž Pavlin, Fakulteta za šport, 2014, str. 6). Zakaj očitek o nespretnem ubesedovanju? Ker je izjava v navedku protislovna: nekaj, kar **se nadaljuje(!) s starimi obrazi in vsebinami**, namreč **ni zaključeno(!)**. O **nadaljevanju sokolske dejavnosti** pod drugim imenom piše tudi Bojan Pavletič (Tržaški Sokol, 1999). Pavletič v svoji knjigi zapiše (str. 150), da so ob desetletnici ustanovitve športnega društva Bor "predstavniki nekdanjih tržaških sokolov Boru simbolično izročili nov prapor in ga tudi formalno proglasili za nosilca in **nadaljevalca** tradicij v davnem letu 1869 ustanovljenega telovadnega društva Južni Sokol, kasneje Tržaški Sokol". Torej je tudi tržaški Bor po vojni (pod drugim imenom) **nadaljeval** tradicijo Sokola. Tudi TVD Partizan Narodni dom (prej Sokol) po preimenovanju ni ukinil

svojega temeljnega delovanja. Zagovornik teze<sup>6</sup> o **ukinitvi delovanja Sokola** se sklicuje na "**pozitivne ocene slovenskih zgodovinarjev**"(?). Uporabil je množino(!): **slovenski zgodovinarji**. Po približni (ad hoc) oceni niti en odstotek **slovenskih zgodovinarjev** ni javno ocenjeval knjige *Prevarani Sokoli*, ki širi polresnico o **ukinitvi delovanja Sokola**. Posploševanje 'pozitivnih ocen' enega ali dveh zgodovinarjev na celo populacijo slovenskih zgodovinarjev je metodološki spodrsljaj brez primere in hkrati manipulacija oziroma tendenciozno<sup>7</sup> sklicevanje na neresnico.

**Ukinitvev imena (in preimenovanje)** torej ni isto kot **ukinitvev delovanja**. Osnovnošolcem bi to razliko logično in nazorno pojasnili takole: Če novi lastnik podjetja spremeni njegovo ime, a hkrati nadaljuje s proizvodnjo enakih izdelkov, ne moremo govoriti o **ukinitvi delovanja**. Učenci bi to zagotovo razumeli. Očitno je tudi dr. Čuk dojel osnovnošolsko logiko in zdaj zapiše (*Šport*, 2023, št. 1–2), da so "**delovanje Sokola leta 1945 PRENESLI** (torej **ne ukinitvi**, op. S. K.) **na novo organizacijo**". Lahko se je strinjati s tem, da ta upravno-politični ukrep za mnoge ni bil priljubljen, toda **delovanje Sokola ni bilo ukinjeno**, ampak **preneseno(!)** na organizacijo z drugačnim imenom. In iz te smo dobili Miroslava Cerarja, Miloša Vrtiča, Tineta Šrota in druge priznane telovadce, kar prepričljivo potrjuje, da je **DELOVANJE POTEKALO ŠE NAPREJ POD DRUGIM IMENOM**. Če bi bilo delovanje **ukinjeno**, ne bi dobili Cerarja, Vrtiča, Šrota in drugih. Zamegljevanje dejstev in oznanjanje polresnic v filozofiji štejejo za sofizem. Sofizem je sprevržena metoda za dokazovanje 'resnic', ki prav zaradi sofističnega prijema sploh niso resnice. Sploh pa zgolj opis stanja (ukinitvev imena, prenos dejavnosti) brez osvetlitve in razčlenitve vzročnega smisla in okvira ni nikakršno znanstveno početje.

Še eno profesorjevo stališče je zaletavo, nepremišljeno. O prenosu delovanja Sokola (leta 1945) na organizacijo z drugim imenom (Fizkulturno društvo/Fizkulturna zveza) je sokolski ideolog in namestnik staroste Sokola kraljevine Jugoslavije (starosta je bil mladoletni kraljevič Peter II. Karađorđević) Engelbert Gangl zapisal: "Vse, kar se dogaja od takrat dalje po sokolskih domovih in s sokolskim inventarjem, je **nepravilno in protizakonito, absolutno nedemokratično in nasilno**". Naš profesor se pridruži Ganglovcemu mnenju (*Šport* 2023, št. 1–2, str. 11). Posebno pozornost

pa vzbuja del navedka, ki je zapisan s poudarjenim črkopisom. V izvirnem ponatisu Ganglovega zasebnega pisma (I. Čuk, A. L. Vest, *Prevarani sokoli*, 2018, str. 439) bistvenih poudarkov ne najdemo zapisanih s poudarjenim črkopisom. Tega je uporabil profesor v svojem prispevku, ker se s trditvijo očitno strinja, saj jo ne komentira in jo hkrati uporablja kot argument za svoje stališče. Ponovimo zapisano misel, ker je 'noro' nesmiselna (nelogična): **Nepravilno in protizakonito, absolutno nedemokratično in nasilno je vse, kar je nastalo po preimenovanju Sokola v Fizkulturno društvo**. Halool!? Profesor, ali veste, kaj pišete in na kaj se sklicujete? V nekdanjih sokolskih domovih in organizaciji z drugačnim imenom so se kalili Miroslav Cerar, Miloš Vrtič, Tine Šrot, Janez Brodnik, Milenko Kersnič, Aljaž Pegan, Lojze Kolman, Mitja Petkovšek, Enis Hodžič, Sašo Bertoncelj in še nešteto drugih telovadcev. Pa Vida Gerbec, Nevenka Pogačnik, Milica Rožman, Marlenka Kovač, Vida Perišič, Zdenka Prusnik-Cerar, Maja in Jasna Dokl, Teja Belak, Adela Šajn ... A vse to je "**nepravilno in protizakonito, absolutno nedemokratično in nasilno**" zgolj zato, ker je nastalo po preimenovanju Sokola v Fizkulturno društvo in pozneje v TVD Partizan??? In vse povojno delovanje Borisa Gregorke, ki je v društvu TVD Partizan Narodni dom ustvaril nekaj izjemnih telovadcev, je nepravilno in protizakonito? In vse kolajne Miroslava Cerarja so "**nepravilne in protizakonite, absolutno nedemokratične ...**"? Pa delovanje Jelice Vazzaz na področju ritmične gimnastike – je protizakonito in nasilno? Po E. Ganglu (in dr. Čuku) je 'sokolska' odbojka *pravilna, zakonita in demokratična*, 'fizkulturna' odbojka pa *nepravilna, nezakonita, nedemokratična in nasilna!*? Natančno to pišete, profesor. Pamet v glavo! V znanem društvu (z novim imenom) so poleg gimnastike zakonito (z ustanovnim občnim zborom in izvoljenimi predstavniki) nastale še košarkarska in roketna sekcija ter ena najmočnejših judo sekcij v takratni državi ... a to je nasilno, nepravilno, nedemokratično? Nekatera društva (z drugačnim imenom) so poleg telovadbe organizirala še nedeljske izlete v gore in smučarske tečaje ... a to je nepravilno? Iz analov (Maja Dokl, Delo, 15. 1. 1994, podlistek št. 14) izvemo, da je nekoč eno najvidnejših sokolskih društev (danes Športno društvo Narodni dom) leta 1993 poleg športne gimnastike gojilo še odbojko, košarko, ritmično gimnastiko, ples, jogo, taborjenje in tako imenovano aerobiko. A to je narobe (**nezakonito, nasilno**) zgolj



zato, ker ne poteka več v kraljevem Sokolu? V manjših krajih so društva z novim imenom (npr. TVD Partizan Bakovci) postala središče vsega športnega dogajanja v kraju. S tem vendar ni nič narobe! Prav obratno, zaželeno in pohvalno je!

Hkrati ko se profesor sklicuje na zasebni zapis nekdanjega kraljevega sokolskega podstaroste E. Gangla, pa zamolči drugo plat medalje. Zbor delegatov slovenskega Sokolstva, ki je bil 8. julija 1945 na Taboru v Ljubljani, je razpravljal tudi o vključevanju Sokola v novo fizkulturno organizacijo in zahteval (I. Čuk, A. L. Vest, *Prevarani Sokoli*, str. 438), "da naj (v novi organizaciji, op. S. K.) vse naprave slovenskega Sokolstva služijo istim namenom, za katere so bile zgrajene ali pridobljene ... tako bo osnovno delo, ki ga je vršilo Sokolstvo med slovenskim narodom, živelo dalje, dopolnjeno in oplemenitenjeno ...", kar se je v resnici tudi dogajalo. Dopolnjeno in oplemenitenjeno! Res pa je, da nekateri današnji proučevalci Sokola ne priznavajo legitimnosti takratnim delegatom slovenskega Sokolstva, kar ni nič drugega kot (spet) politične igre, podobne onim, ki so delovanje Sokola prenesle v novo povojno fizkulturno organizacijo. Toda na svečani objavi preimenovanja Sokola v Fizkulturno društvo/Fizkulturno zvezo je razpravljal tudi dr. Viktor Murnik, ki ga naš profesor samozvano (brez strokovnega dogovora, nedemokratično, nelegitimno, nelegalno) razglašja za "očeta slovenske telesne kulture". Njegovega nagovora ne gre spregledati. Navajam le bistvene poudarke, ki so diametralno nasprotni od izjave jeznega kraljevega sokolskega podstaroste E. Gangla, na katerega se sklicuje naš profesor. Tole je povedal dr. Murnik: "Jaz pa pravim, da pravo slovensko Sokolstvo ni mrtvo, ampak bo le še krepkeje živelo v novi telesno vzgojni organizaciji ... Tej organizaciji torej iz vsega srca: Zdravo!" (*Prevarani Sokoli*, str. 439). Dr. Murnik ne govori o ukinitvi Sokola ("pravo slovensko Sokolstvo ni mrtvo", pravi) in iz "vsega srca" pozdravlja novo organizacijo s sokolskim pozdravom 'zdravo'. Domnevam, da je 'ata' razočaral našega profesorja, toda nekaj drugega je bolj pomembno: Profesor zamolči dejstva, ki ne ustrezajo njegovi 'teoriji'. Sklicevati se le na stališča, ki potrjujejo našo tezo (E. Gangl), in zamolčati dejstva, ki tej tezi nasprotujejo (dr. V. Murnik), je psevdoznanost, lažna znanost. Gre preprosto za goljufijo, zavajanje, manipulacijo, sofizem. Očitno akademski naziv še ni jamstvo za pošteno nepristransko raziskovalno delo in neoporečno javno pisno delovanje.

## ■ Telesna kultura – šport(na kultura)

Znano je, da se ugledni profesor s FŠ zavzema za ponovno uveljavitev izraza *telesna kultura*. Zato veliko obeta njegova naslednja napoved: **"Naj še enkrat ponovim temeljne razlike med določiloma za izraza *telesna kultura in šport*"** (Šport, 2023, št. 1–2, str. 12). Žal nismo izvedeli nič novega in uporabnega. Je pa v opisu obeh pojmov opazna vrzel, ki je ne gre spregledati. Pisec namreč zapiše, da je **"telesna kultura oblika in sestavni del kulture"**, česar ne najdemo pri opredeljevanju pojma šport. Iz zapisanega je mogoče izpeljati logični sklep, da je pojem 'kultura' differentia specifica med izrazoma *telesna kultura* in šport. Poljudno povedano: **telesna kultura** je del občne kulture naroda, šport pa to ni!? Zakaj šport ne bi bil del občne narodove kulture? Če je šport opredeljen in prepoznan kot svetovni **kulturni** pojav, je samoumevno, da je po načelu dedukcije (sklepanje iz splošnega na posamezno) tudi nacionalni **kulturni** pojav. Enako kot so vsa druga področja družbene stvarnosti in ustvarjalnosti del občne narodove kulture (SSKJ, točka 1), je tudi šport z vsemi svojimi pojavnimi oblikami sestavni del te kulture. Očitno profesorjeva razlaga obeh pojmov ne drži vode. Ja, veliko škode lahko naredi nekritično sklicevanje na tuje vire ... Zavračam pa tudi profesorjeve telepatske sposobnosti; on namreč **ve(!)**, kako bi Kristan imenoval najino dopisovanje: profesor gimnastike bi to imenoval 'telesna kultura', Kristan pa bi izbral ime 'šport'. Žal je telepacija (oz. logika) v okvari in ne deluje. Kristan zagotovo ne bi izbral izraza 'šport', ker pri rabi tipkovnice manjka telesno gibanje, ki je *conditio sine qua non* za opredeljevanje pojma šport. Vsa stvar je še najbližje 'črkarski pravdi', ki pa kljub temu z vidika natančnosti in znanstvene odličnosti ni zanemarljiva.

Z logičnim ubesedovanjem svojih misli ugledni profesor res nima sreče. Zapisal je npr. tole: "... revija Šport ni šport, čeprav ima tako ime ...". Ja, revija Moj pes ni pes, čeprav ima tako ime. In revija Šport res ni šport, ampak je **revija(!)** za teoretična in praktična vprašanja športa, kar je zapisano tudi na naslovnici. Izjava "revija Šport ni šport, čeprav ima tako ime" je ne-logično zmedena. Formalno je na videz sicer resnična (namreč, če je šport **svetovni kulturni** pojav, revija Šport res ne more biti **svetovni kulturni** pojav), a hkrati je logič-

no nepravilna, ker odreka delnemu pojmu (reviji Šport) pripadnost istorodnemu nadrejenemu pojmu (kulturni pojav z imenom šport). Skratka, zmedeno! Pač težave z logičnim ubesedovanjem ...

## ■ Gimnastika – preganjan strokovni izraz?

Prvopodpisani avtor knjige *Izrazoslovje pri telovadbi* (2018) si prizadeva **"izraz gimnastika namerno in dosledno spremeniti v telovadbo"** (str. 8), čeprav hkrati pritrjuje, da sta *telovadba* in *gimnastika* sopomenki. Za takšno rigorozno namero prvopodpisani pisec omenjene knjige navaja nekaj dvomljivih razlogov. Eden teh je, da si je izraz **gimnastika** "izmislil socializem" oziroma da gre za "komunistično vsiljen izraz" (Dnevnikov Objektiv, 14. 3., 2020). Ta zmotna trditev je bila v strokovni reviji (Šport, 2021, št. 3–4) že argumentirano zavrnjena. Zagotovo pa je dvobesedni izraz športna gimnastika kalk (dobesedni prevod) ruskega izraza *sportivnaja gimnastika*, kar pa ne spremeni dejstva, da je beseda *gimnastika* antičnega izvora (gr. *gymnos*, nag, neoblečen; *gymnastes*, telovadec). Zavrnjena je bila tudi že zmotna trditev, da je beseda **gimnastika** tuj izraz. V resnici gre za tako imenovano prevzeto besedo, ki je postala del slovenskega knjižnega jezika (glej SSKJ). Ostane nam še komentar najnovejše naslednje profesorjeve izjave: "Ob pregledu zgodovinskih virov smo ugotovili, da se je v osemdesetih letih prejšnjega stoletja (1980–1989, op. S. K.) močno spremenil odnos do izraza telovadba in se je **uveljavil izraz gimnastika**" (poudaril S. K.). **Uveljavil!** (poudaril S. K.). Res zmedeno: Empirično dejstvo (uveljavitev izraza **gimnastika**) ne pritrjuje nameri teoretika, da je treba **"izraz gimnastika namerno in dosledno spremeniti v telovadbo"**. Uveljavitev nekega izraza ni argument za njegovo 'namerno in dosledno' izganjanje, ampak prav obratno. Očitno gre za zloglasni 'argument moči' namesto za 'moč argumenta'. V znanosti 'argument moči' ne šteje.

In kako je z uveljavljanjem izraza *gimnastika*? Ali se je res uveljavil šele v osemdesetih letih prejšnjega stoletja? Starogrški vzgojno-izobraževalni sistem je obsegal tri temeljna področja: gramatiko, glasbo in **gimnastiko** (J. Leskošek, *Teorija fizičke kulture*, 1980). Pojem **gimnastika** je starim Grkom pomenil "umetnost telesnih vaj" (Leksikon Cankarjeve založbe, 1988). Od antičnih časov izraz **gimnastika** nikoli ni šel v

pozabo. Nekoliko so ga opuščali le narodi, ki so iz narodnostnih ali političnih razlogov vztrajali pri 'svojih' izrazih (Turnen, telocvik, telovadba). V humanizmu (med 14. in 16. stol.) in razsvetljenstvu (18. stol.) so pod **gimnastiko** razumeli "vse oblike telesnih vaj" (Veliki splošni leksikon Državne založbe Slovenije, 2006). Italijanski humanist Hieronymus Mercurialis je leta 1573 napisal delo z naslovom *De arte gymnastica*. Tudi švicarski pedagog in šolski reformator J. H. Pestalozzi (1746–1827) se je navduševal nad antično **gimnastiko** in zahteval, da se tak predmet vpelje v šolski vzgojno-izobraževalni sistem. Na Danskem so poznali Nachtgallov **gimnastični** sistem, ki je vseboval vse področje telesnih vaj. Tudi Šved P. H. Ling (1776–1839) je uporabljal izraz **gimnastika** (Lingova gimnastika, švedska gimnastika). Poljaki so leta 1867 ustanovili **Gimnastično društvo** (Towarzystwo Gimnastyczne), leta 1885 pa **Gimnastično zvezo Sokol** (Swazek Towarzystw Gimnastycznych Sokol). Leta 1857 nastane v Beogradu *Prvo srbsko društvo za gimnastiko in borenje*, ki se leta 1881 preimenuje v *Beogradsko gimnastično društvo Soko*. V Trstu so leta 1846 ustanovili gimnastično šolo "*La Civica Scuola di Ginnastica*", leta 1863 pa je bilo tam ustanovljeno društvo "*Societa Triestina di Ginnastica*", pozneje preimenovano v "*Associazione Triestina di Ginnastica*" (Bojan Pavletič, *Tržaški Sokol*, Trst, 1999). Tudi hrvaškemu Sokolu (ustanovljen leta 1874) izraz **gimnastika** ni bil tuj (Vinko Zaletel, *Zgodovina telesne vzgoje in sokolstva*, Učiteljska tiskarna v Ljubljani, 1933). Ob (nemškem) turnerskem in (slovanskem) sokolskem gibanju so se v 19. stoletju po vsej evropski celini pojavljala številna druga **gimnastična** gibanja (Naša pot, str. 227). Poglobljeno raziskovanje bi odkrilo še več konkretnih primerov rabe izraza **gimnastika**. Težko je pritrčiti, da se je omenjeni izraz uveljavil šele v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, kar pa niti ni bistveno. Dejstvo je, da je izraz **gimnastika** uveljavljen domala v vseh evropskih jezikih (ang. gymnastics, heavy gymnastics, light gymnastics, artistic gymnastics, rhythmic gymnastics; nem. Gymnastik; srb. gimnastika; fr. gymnastique; port. ginastica; it. ginnastica; šp. gimnastica). Izraz **gimnastika** so tudi slovenski slovaropisci zapisali v Slovar slovenskega knjižnega jezika, ker je očitno njegova pogostost (uveljavljenost) zadostila merilom, ki odločajo o vpisu gesla v SSKJ.

Tudi v zapisih o nastajanju Sokola na Slovenskem se pojavlja izraz **gimnastika**. Po-

znejši odbornik Sokola Bernard Jentl je 27. julija 1862 v časopisih *Naprej* in *Novicah* vabil bralce k nastajajočemu društvu z besedami: "Vsakemu je že znano, kako koristna je telovadba ali **gimnastika** ... Koristno bi bilo, da bi se **gimnastika** tudi v Ljubljani bolj udomačila in da bi se napravilo **gimnastično** ali telovadno društvo" (M. Dokl, 130 let Južnega Sokola, Delo, 1994, 7. jan., podlistek št. 2). Začetnikom Sokola izraz **gimnastika** torej ni bil tuj. Celó po ustanovitvi Telovadnega društva Južni Sokol v Ljubljani (1863) beremo v zgodovinskih zapisih, da je poseben **gimnastični** odbor sprejemal nove člane šele potem, ko so podpisali tako imenovani **gimnastični** red. Tudi v sokolskih strokovnih zapisih najdemo dvobesedni izraz **gimnastično** orodje. V knjigi *Naša pot* (več avtorjev, Fakulteta za šport, 2014), ki je izšla ob 150-letnici ustanovitve Južnega Sokola in sokolskega gibanja, različni avtorji večkrat uporabijo izraz **gimnastika**. Izraz **gimnastika** je na seznamu olimpijskih športnih zvrsti že od začetka modernih olimpijskih iger (1896). Celó Slovenska Sokolska zveza (ustanovljena leta 1905) se je včlanila v Mednarodno **gimnastično** zvezo in s tem formalno priznala izraz **gimnastika**. Slovenska telovadna vrsta je pogosto nastopala na mednarodnih **gimnastičnih** tekmovanjih. Mednarodni izraz **gimnastika** se je dokončno **uveljavil** z ustanovitvijo Mednarodne **gimnastične** zveze (FIG, Federation International Gymnastics, 1881), Evropske **gimnastične** zveze (EUG, European Union of Gymnastics, 1982) in **Gimnastične** zveze Slovenije (GZS, 1962). In ne nazadnje, študijski predmet na Fakulteti za šport se imenuje Športna **gimnastika** z *ritmično izraznostjo* ... hkrati pa profesor športne **gimnastike** 'namerno in dosledno' izganja izraz **gimnastika**. *Luda kuča!*

Ja, profesor športne **gimnastike** ima prav, ko pritrči, da se je izraz **gimnastika** **uveljavil**. Narobe je nekaj drugega: izraza, ki se je **uveljavil**, ne gre 'namerno in dosledno spreminjati' (iztrebljati). Razumni slovaropisci, ki se s takšnimi vprašanji poklicno ukvarjajo, **uveljavljene** izraze sprejmejo in zapišejo v slovar. Tako se pač bogati jezik. Poklicnim slovaropiscem niti na misel ne pride, da bi **uveljavljene** izraze 'namerno in dosledno spreminjali'. Je pa res, da je pojem **gimnastika** spreminjal svojo vsebino, kar pa je že druga tema, primerna za kako diplomsko nalogo.

## ■ Revija Šport naj bi bila naslednik Sokolskega vestnika!?

Ja, tako meni visokošolski profesor športne gimnastike. Zapiše namreč tole (Šport, 2023, št. 1–2): "**Tudi revija Šport je neke vrste moralni naslednik tega časopisa**" (Sokolskega vestnika, katerega založnik je bil nekaj časa dr. Viktor Murnik, op. S. K.). Če bi ta teza obveljala, bi potemtakem bil dr. Viktor Murnik (1874–1964) 'neke vrste moralni začetnik' revije Šport. Ali je to res? Profesorjeva teza je nasploh nesmiselna, med drugim tudi zato, ker ne vemo, kaj pomenita puhlici '**neke vrste**' in '**moralni naslednik**'. Pa še na eno protislovje v profesorjevem 'teoretiziranju' je treba opozoriti. Profesor se pridružuje mnenju namestnika staroste Sokola kraljevine Jugoslavije E. Gangla, ki meni, da je **vse(!)**, kar je nastalo po preimenovanju Sokola, "**nepravilno, protizakonito, absolutno nedemokratsko in nasilno**", a hkrati **sodobno revijo Šport razglasil za 'neke vrste moralnega naslednika' sokolskega glasila**. Res nenavadno! Izjavi sta namreč protislovni (se izključujeta), kar se profesorju večkrat zapiše. Če je **VSE**, kar je nastalo po preimenovanju Sokola, **nepravilno, protizakonito, absolutno nedemokratsko in nasilno**, naj bi to veljalo tudi za revijo Šport (ki je nastala po preimenovanju Sokola), kar pomeni, da ta revija ne more biti niti '**moralno**' niti ne '**neke vrste**' naslednica sokolskega tiska. Res bi bilo nenavadno, če bi bila '**socialistična**' revija naslednica glasila, ki je izhajalo pod monarhijo in pokroviteljstvom mladoletnega kraljeviča Petra II. In ne nazadnje, revija z imenom Šport je začela izhajati 26 let po smrti dr. Murnika. Kako je bilo v resnici, lahko preberemo v kolofonu revije. Najprej je izhajal VODNIK (1949–1957); ta se je preimenoval v LJUDSKI ŠPORT (in izhajal od leta 1958 do 1961), nakar se je glasilo preimenovalo v TELESNO KULTURO, ki se je leta 1990 preimenovala v revijo za teoretična in praktična vprašanja športa z imenom ŠPORT.

Pozorni bralec profesorjevih besedil tudi ne more spregledati njegove naslednje nenačelnosti. Hkrati ko s poudarjenim črkopisom podpre mnenje E. Gangla o '**nepravilnosti, protizakonitosti, absolutni nedemokratski in nasilnosti**' ukinitve imena Sokol, samozvano na podoben ali enak način razglasi zaslužnega privrženca gimnastike za 'očeta slovenske telesne kulture'. Profesor tudi pojasni, da naziv 'očče'

pomeni *miselni utemeljitelj*. Profesor torej meni, da je dr. Murnik **miselni utemeljitelj slovenske telesne kulture**. Pozor: ne 'oče' (miselni utemeljitelj) telovadbe/gimnastike/športne gimnastike, ampak vsega, kar lahko štejemo za tako imenovano *telesno kulturo*. In sploh ga ne moti, da teza o 'očetu telesne kulture' razpade ob prvem konkretnem primeru. Denimo, da k tako imenovani **telesni kulturi** štejemo na primer **osnove alpskega smučanja in osnove nekaterih športnih iger**. Ali je res dr. Murnik 'oče' (miselni utemeljitelj) alpskega smučanja in nekaterih športnih iger? Dr. Murnik, 'oče' (miselni utemeljitelj) košarke ... ??? Najbrž komentar ni potreben.

Še eno dvomljivo profesorjevo izjavo je treba še vedno osvetljevati. Profesor namreč še kar vztraja (Šport, 2023, št. 1–2, str. 12), da je dr. Viktor Murnik »pripravil **večino slovenskega strokovnega izrazja ...** drugi smo le razvijalci tega temeljnega izrazja, pa naj si gre za telovadbo, **smučanje, planinstvo ali kaj tretjega**“ (poudarjen črkopis S. K.). Če bi profesor vztrajal, da je dr. Murnik pripravil **večino strokovnega izrazja na področju gimnastike oziroma športne gimnastike**, bi mu še lahko pritrtil, ni pa mogoče pritrčiti, da je (Murnikova) gimnastična terminologija podlaga za strokovno izrazje vseh drugih športnih zvrsti. Čeprav je o tem vprašanju že tekla beseda v eni od prejšnjih števil revije, ne bo odveč še nekaj poudarkov. Vsaka športna zvrst ima svojo terminologijo in jo ustvarjajo strokovnjaki, ki se na to športno zvrst spoznajo. Gorniki ustvarjajo svojo terminologijo, košarkarji svojo, smučarji svojo in tako naprej. Ker se nekoliko bolj spoznam na gorništvu, alpsko in turno smučanje ter košarko in rokomet, lahko potrdim, da v teh športnih zvrsteh ni Murnikovih gimnastičnih izrazov. Da ne bi podaljševal tega zapisa z nadaljnjimi argumenti, predlagam, da bralci vzamejo v roke knjigo *Izrazoslovje pri telovadbi* (I. Čuk in drugi, 2018) in sami ugotovijo, katere telovadne términoine najdemo v smučanju, planinstvu, rokoborbi, športnih igrah, atletiki itn. Pri tem je seveda treba tudi upoštevati, da na primer besede **skok, poskok, klek, počep** itn. niso le (Murnikovi) gimnastični términoini, ampak so tudi izrazi iz vsakdanjega pogovornega jezika in prav tako términoini **v nekaterih športnih panogah**. **Skok** v smučanju, košarki ali atletiki torej ni 'Murnikov skok'. Dr. Murnik tudi ni sam izumil vseh gimnastičnih términoinov, ampak je mnoge prevzel od svojih predhodnikov, se zgledoval po Tyrševi češki terminologiji ali jih 'posvojil' (terminologiziral) iz splošnega

besednjaka slovenskega knjižnega jezika ter jih normiral in sistemiziral kot telovadne/gimnastične términoine. Ne gre torej nekritično posploševati in laično precenjevati Murnikovega terminološkega dela za celotno slovensko športno terminologijo.

## ■ Kdo je bil Stanko Bloudek?

Državno priznanje za različne dosežke na športnem področju je dobilo ime po Stanku Bloudku. Profesor športne gimnastike na Fakulteti za šport (FŠ) meni (Šport, 2023, št. 1–2), da bi se takšno priznanje moralo imenovati po zaslužnem sokolu, ki ga profesor brez soglasja širše športnostrokovne javnosti, že nekaj let razglašja za 'očeta slovenske telesne kulture'. V omenjenem prispevku je profesor opravil nekakšno *ad hoc* 'primerjalno študijo' o delu in pomenu obeh zaslužnih osebnosti in pri tem z nekaterimi trditvami posmrtno omadeževal Bloudkovo dobro ime. Profesor gimnastike na primer zapiše: **"Komunistična oblast je Bloudka postavila na prestol pomembnosti predvsem z namenom dodatno okrniti spomin na sokolstvo ter poudariti komunistične podpornike in sodelavce."** Za navedeno izjavo ne navaja nikakršnih veljavnih argumentov. Zato mi najprej pride na misel vprašanje, kako profesor ve, da je njegova trditev verodostojna. Znano je, da je sredi šestdesetih let prejšnjega stoletja začela podeljevati Bloudkova priznanja takratna Zveza za telesno kulturo Slovenije (in ne komunistična oblast, kot zapiše naš profesor); in čez nekaj let (ko je komunizem nepovratno odšel) je to nalogo prevzelo Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport in tedaj (1993) je Bloudkovo priznanje uradno dobilo status državnega priznanja. Zdi se, da le ni bilo vse tako, kot želi prikazati profesor. Profesor doda še brutalnejšo tezo, namreč, da je "morda bil eden od razlogov (da je športno priznanje dobilo ime po S. Bloudku, op. S. K.) tudi podobnost (v čem?, op. S. K.) z nekim bolj znanim ključavničarjem ...". Ni treba biti preveč bister, da razvozláš naslednji pamflet (sramotilni spis): Državno priznanje na športnem področju je (morda) dobilo ime po Stanku Bloudku zato, ker je imenovani bil "podoben ključavničarju", ki je desetletja vodil prejšnjo SFRJ. In tako namesto korektnih strokovne razprave beremo žaljiv politični pamflet. Oglejmo si še enkrat poudarjeni navedek in razčlenimo, kaj nam sporoča. Če zane-marimo blodnjo o **'okrnjenju spomina**

**na sokolstvo'**, nam navedek sporoča, da je Bloudkovo priznanje pravzaprav **'komunistično priznanje'**, ki ga po padcu komunizma še kar naprej podeljujejo **'komunističnim podpornikom in sodelavcem'!**? Presoja prepuščam bralcem in prejemnikom priznanj. Besedi komunist in komunizem sta danes postali pogosti zmerljivki, ki zavzemata pomembno mesto tudi v profesorjevem besednem zakladu. Kdor se z njim ne strinja, mu profesor očita, da je pod vplivom 'komunističnih stricев'. Naš profesor pa kdaj pa kdaj tudi obrne ploščo. V glasilu Ognjišče (2009 – 11, str. 76) je o Bloudku zapisal: **"Z izredno dejavnostjo je bil v našem kulturnem življenju osebnost zgodovinskega pomena in ima do sedaj največje zasluge v zgodovini slovenskega športa in slovenske telesne kulture."** Očitno gre za protislovni stališči, kar se profesorju večkrat zapiše. Katera stran plošče je verodostojna? Pa ne da gre za kameleonsko življenjsko filozofijo, ko *"si po potrebi eno ali drugo"*? (Op. zadnji navedek je prepisan iz enega od profesorjevih prispevkov).

Še en 'politični napad' na Stanka Bloudka? Leta 1948 je Bloudek postal član Mednarodnega olimpijskega komiteja (MOK). Profesor **ve(!)** (in zapiše), da je Bloudek postal član MOK-a **na zahtevo komunistične partije** (KPJ). Sporočilo med drugim tudi namiguje, da se je MOK uklanjal zahtevam KPJ. Ali je to res? Avtorja knjižice *Ob 40. obletnici podeljevanja Bloudkovih priznanj* (J. Pogačnik, M. Račič) navedeno trditev izrecno zanikata in zapišeta, da je bil Bloudek izbran za člana MOK-a **"na predlog članov samih, ne na pobudo ali prošnjo iz Jugoslavije"**. Enako zapiše D. Stepišnik in še doda: **"Izvolili so ga zato, ker je bil ugledna osebnost v mednarodnem športu"** (Stanko Bloudek, str. 140). Kdo nam laže? Profesor Bloudku še očita, da se po vojni kot vplivna osebnost ni zavzel za svojega prijatelja in mecena J. G., ki ga je takratna oblast zaprla zaradi črnohorzijanstva. Preseneča (ali pa tudi ne) profesorjev etični nazor, da je pomoč črnohorzijancu vrlina.

Z omadeževanjem Stanka Bloudka so posredno 'popackani' vsi dozdajšnji prejemniki Bloudkovih ('komunističnih') priznanj (teh je zdaj že okoli 1.700) ... in ne nazadnje tudi odbor, ki ta ('komunistična') priznanja še kar podeljuje 'komunističnim podpornikom in sodelavcem'. Ker ne kaže, da bi se na diskvalifikacije Stanka Bloudka oglašil odbor, ki vsako leto izbere in predlaga nagrajence, sem se po zadnjem 'napadu'

nanj (revija Šport 2023, št. 1–2, str. 13) poglobil v nekaj njegovih biografij, ki so mi dostopne. Ker ni namen tega zapisa opisati celotno delovanje Stanka Bloudka na športnem področju, bom vzel pod drobnogled le nekaj profesorjevih trditev, ki se mi zdijo dvomljive oziroma podtaknjene z očitnim namenom razvrednotiti Bloudkov ugled v korist njegovega sokolskega 'očeta telesne kulture'.

Poleg že navedenih političnih nalepk je profesor še večkrat posegel v dobro ime Stanka Bloudka. Takole, med drugim, na primer zapiše: **"Ob obravnavi Bloudka je v javnosti zelo veliko puhlic in malo dejstev."** Veliko puhlic?! Že izraz 'puhlice' je žaljiv, tako za Bloudka kot za opisovalce Bloudkovega delovanja v športu, ki domnevne 'puhlice' širijo v javnosti. Izraz 'puhlica' namreč pomeni vsebinsko prazno besedo, ki navadno označuje nekaj, kar v resnici ne obstaja ali se dejansko sploh ni zgodilo. Širjenje nečesa, kar v resnici ne obstaja ali se dejansko sploh ni zgodilo, je laž (*fake news*). Naš profesor torej pisce Bloudkovih biografij (ki domnevno pišejo 'puhlice') obtožuje lažnivosti. Brez komentarja! In ob tem ne pozabimo, da je isti pisec v Ognjišču zapisal o Bloudku tole: **"Z izredno dejavnostjo je bil v našem kulturnem življenju osebnost zgodovinskega pomena in ima do sedaj največje zasluge v zgodovini slovenskega športa in slovenske telesne kulture."** Obe izjavi s poudarjenim črkopisom se izključujeta. Očitno je profesor res *"po potrebi eno ali drugo"*. Na svoji knjižni polici imam tri biografije, ki z **veliko dejstvi** opisujejo Bloudkovo delo in njegov pomen za slovenski šport. Prva je zapisana v slavnostni izdaji knjižice z naslovom *50 let Bloudkovih priznanj, 1965–2015*; uredila sta jo športni pedagog in športni novinar Jože Pogačnik ter legendarni atlet in zapisovalec atletskih dogodkov Marko Račič. Ne bi si upal trditi, da ugledna športna delavca trojica puhlice (laži). Sploh pa sta obsežnejši in pomembnejši drugi dve biografiji. Eno je leta 2009 izdala Tehniška založba Slovenije v knjigi z naslovom *Leteči človek – Stanko Bloudek* (avtorji: umetnostni zgodovinar, raziskovalec, pisatelj, publicist in novinar dr. Sandi Sitar; umetnostni zgodovinar, kustos in direktor Muzeja športa dr. Iztok Durjava; izredna profesorica na fakulteti za arhitekturo inž. arh. dr. Sonja Ičko in drugi), ki na dvajsetih straneh precej natančno (**z veliko dejstvi**) opisuje Bloudkovo delovanje na področju športa. Ne bi si upal zapisati, da tudi navedeni nepristranski avtorji pišejo puhlice (laži, *fake news*). Najbolj obsežno

(na 161. straneh) in zelo natančno je leta 1971 Bloudkovo prisotnost v slovenskem športu opisal profesor zgodovine športa na ljubljanski FŠ Drago Stepišnik v raziskovalni nalogi, ki je izšla tudi v knjižni obliki s preprostim naslovom *Stanko Bloudek* (izdala Državna založba Slovenije, 1971). Kdorkoli si upa zapisati, da je "ob obravnavi Bloudka v javnosti veliko puhlic in malo dejstev", navedenih biografij ne pozna ali se spreneveda. V našem primeru gre za sprenevedanje. Dokazljivo je namreč, da profesor zelo dobro pozna najboljše raziskovalni zapis o Bloudkovem delu v športu. Na podlagi te biografije je profesor gimnastike na drugem mestu (glej Naša pot, 2014, str. 186–191) z natančno analizo Bloudkovega dela naštel in skrbno klasificiral 30 (trideset) pomembnejših **konkretnih dejstev**, ki jih je mogoče šteti za prispevek k širjenju slovenskega športa. In kljub temu v strokovni reviji zapiše: "Ob obravnavi Bloudka je v javnosti zelo veliko puhlic in malo dejstev." Empirična ugotovitev dejstev ne potrjuje profesorjeve izjave o 'veliko puhlicah in malo dejstvih'. Poznavalcem znanstvene metodologije širši komentar ni potreben. Očitno smo spet pri reku, da *"si pač po potrebi eno ali drugo"*

Naš profesor trdi, da Bloudku "pripisujejo, da je **začetnik**" nekaterih športnih zvrsti v Sloveniji (omenja tenis, lahko atletiko, plavanje) in nato odločno oporeka trditvi v navduku. In prav ima! V nobeni od omenjenih biografij, nisem zasledil podatka, da bi bil Bloudek **začetnik** kake športne panoge v Sloveniji. Bil pa je načelnik teniške, lahkoatletske in plavalne sekcije, kar še ne pomeni, da je bil tudi **začetnik** teh športnih zvrsti v Sloveniji. V verodostojnih virih, ki opisujejo Bloudkovo delovanje v športu, najdemo izraze *soustvarjal, se zavzemal, organiziral, načeloval, predsedoval, je agitiral, je načrtoval in gradil, izboljševal športno infrastrukturo* in podobno ... ter tako **pomagal pri organiziranem širjenju različnih športnih disciplin**. In s tem je Bloudek odigral pomembno vlogo. V analih beremo, da je bil v športu dejaven kot funkcionar, organizator, športni učitelj, trener, mecen, mentor ter načrtovalec različnih športnih objektov po vsej Sloveniji. Vse te Bloudkove vloge so v obsežni biografiji (D. Stepišnik) dokumentirane na konkretnih primerih (in ne kot puhlice). Tudi v *Leksikonu Cankarjeve založbe* (1988) je Bloudek predstavljen kot "organizator in usmerjevalec športa" (ne pa kot **začetnik**). Na podlagi Bloudkove biografije mu je mogoče priznati **začetništvo** le v kotalkanju. Po njegovi zaslugi je v Iliriji začela delo-

vati tudi sekcija za hazeno, ki jo je spoznal na Češkem. Pa zelo se je zavzemal, da bi pri nas začeli igrati tudi hokej na ledu. Je pa res, da je celo Bloudkov kronist D. Stepišnik včasih nenatančen (dvoumen, zavajajoč). V sklepnih mislih svoje knjige *Stanko Bloudek* (str. 160) zapiše: "Sam je uvedel v slovenski šport lahko atletiko, umetnostno drsanje, hokej na ledu, namizni tenis in kotalkanje." Sam??? Teško si je predstavljati, kako lahko nekdo **sam(!?)** 'uvede' npr. hokej na ledu. Poleg tega je tudi znano, da so se z lahko atletiko v omejenem obsegu ukvarjali že v nekaterih sokolskih društvih. Toda glagol *uvesti* pomeni tudi "narediti, da se kaj začne". Če tako razumemo glagol *uvesti*, lahko delno (brez zaimka **sam**) pritrdimo Stepišniku. Znano je namreč, da je Bloudek, ko je bil predsednik Športnega društva Ilirija, "naredil, da so poleg nogometa začele delovati tudi druge športne sekcije".

Bloudek se je tudi sam bodisi tekmovalno bodisi rekreativno ukvarjal kar z nekaj športnimi zvrstmi. V gimnazijskih letih je telovadil v Sokolu. Pozneje se je ukvarjal z atletiko ter nekaj časa tekmoval in tudi zmagoval v metanju diska. Nekaj časa je igral nogomet. Tudi sabljal je. Tri leta je bil državni prvak v umetnostnem drsanju, za razvedrilo pa je tudi kotalkal. Na Češkem se je seznanil tudi s smučanjem. V zrelih letih je igral tenis, hodil v hribe in kolesaril. Tekmoval je tudi v avtomoto športu, za razvedrilo pa igral namizni tenis. Ugotoviti je torej mogoče, da je imel Stanko Bloudek **neposredno kar nekaj lastnih izkušenj z ukvarjanjem z različnimi športnimi zvrstmi**. Te so ga pripeljale tudi v trenersko delo. Kot športni učitelj in trener je pomagal pri vadbi mlajših nogometašev, plavalcev, skakalcev v vodo, atletov, drsalcev in kotalkarjev. Tudi o njegovem trenerskem delu je profesor kritičen, saj "njegovi varovanci niso nikoli dosegli svetovno odmevnih rezultatov". To je seveda res, a 'svetovno odmevni rezultati' vendar niso bistveni del tako imenovane telesne/športne kulture nekega naroda.

Ob razpravi o Bloudkovih zaslugah za širjenje športa na Slovenskem ni mogoče spregledati nenavadnega odnosa sokolske telovadne organizacije do prihajajočih športnih panog. Sokolska organizacija je bila do športa zadržana in ni odobravalala "specialnega gojenja športnih panog, ker je to proti sokolskemu načelu o vsestranskosti telesne vadbe" (Naša pot, str. 114). Beremo tudi, da je ob širjenju različnih športnih panog šlo za nekakšen strah, "da bi (športne panoge) ogrozile primat gimnastike kot

osnovne sokolske doktrine“ (Naša pot, str. 222, 231). Športu so očitali tekmovalnost. Ta očitek je nesmiseln, saj so telovadci prav tako tekmovali na pomembnih domačih in mednarodnih prireditvah. Tekmovali so tudi v nekaterih atletskih disciplinah. Sokoli so ob nezadržnem širjenju športa ugotovili, da ta mladino privlači, zato so tudi v nekaterih sokolskih društvih (iz strahu pred osipom članstva?) začeli gojiti nekatere športne panoge, vendar le kot dopolnitev temeljnemu sokolskemu programu ter po sokolskih pravilih in ‘gimnastičnem redu’, ne pa v samostojnih sekcijah. Gregor Starc celo zapiše, da bi v obdobju med obema vojnama “lahko govorili o obdobju diktature gimnastike” (Naša pot, str. 236). Neglede na ‘diktaturo gimnastike’ je znano, da so se v nekaterih sokolskih društvih poleg telovadbe (redovne vaje, proste vaje, gimnastične sestave, telovadni plesi, orodna telovadba, talna telovadba/akrobatika) po neenotnem programu ukvarjali še z atletiko (tek, skok v daljino, skok v višino, met bremena), odbojko, košarko, sabljanjem, streljanjem, dvigovanjem uteži, rokoborbo, smučanjem, plavanjem, plezanjem po vrvi, peterbojem (tek na 200 metrov, skok v daljino, skok v višino, plezanje po vrvi, met 15 kilogramskega bremena) in najbrž še s katero panogo, ki sem jo pri prebiranju zapisov spregledal. Poseben odnos Sokola do športa je mogoče zaznati tudi po društvenih javnih nastopih. Sokol je namreč redno tradicionalno javno nastopal s tako imenovanimi ‘telovadnimi produkcijami’ (javni telovadni nastopi), ne pa tudi s ‘športnimi produkcijami’. Čeprav so v nekaterih telovadnih društvih poleg telovadbe gojili tudi druge športne zvrsti, praviloma niso javno prirejali ‘specialnih prireditev’ ali ‘specialne vadbe’. Zaradi takšnega odnosa do športa se pojavljajo pomisleki, da je Sokol sicer pomagal širiti šport (v okviru sokolskih pravil in ‘gimnastičnega reda’), a hkrati je omejeval njegov polni razmah. **In s tega zornega kota je Bloudek kot prvi povojni predsednik športnega društva Ilirija učinkovito posegel v razvoj športa na Slovenskem med obema vojnama (1918–1941).** Pod Bloudkovim vodstvom se je Nogometni klub Ilirija razširil in preimenoval v Športni klub Ilirija. Leta 1929 je v Iliriji delovalo že devet športnih sekcij: nogometna, lahkoatletska, plavalna, zimskošportna (poznejše smučarska), teniška, drsalna, težkoatletska, namiznoteniška, hazenska (ženska športna igra, predhodnica rokometa) in nekoliko pozneje še sabljaška. Večina sekcij je nastala na Bloudkovo

pobudo. Te sekcije niso več delovale po sokolskih pravilih in ‘gimnastičnem redu’ oziroma po ‘diktaturi gimnastike’ (G. Starc), ampak so se avtonomno širile in razvijale v skladu z lastnimi hotenji in pravili. Sčasoma je **Ilirija postala največje športno društvo tako v slovenskem kot jugoslovanskem merilu. Po Iliriji so se zgledovala športna društva po vsej Sloveniji. Ilirija je nakazala prihodnji razvoj slovenskega športa. Osrednja osebnost Ilirije je bil Stanko Bloudek**, zato je iz tistih časov znano tudi reklo ‘**Ilirija je Bloudek**’. (Vir: Stepišnik D., *Stanko Bloudek*, str. 56-61). Če drži Stepišnikova trditev, je potemtakem **Bloudek s primerom Ilirije nakazal prihodnji razvoj slovenskega športa.**

Pri obravnavanju Bloudkovih zaslug za razvoj športa na Slovenskem je treba opozoriti na nekaj netočnosti, ki jih širi profesor. Takole zapiše: “Res je na prelomu devetnajstega v dvajseto stoletje v Ljubljani deloval Leo Bloudek (**ni v sorodu s Stankom**), ki je načrtoval in uporabljal teniška igrišča ...” Trditev v oklepaju je zapisal profesor, poudarjen črkopis pa uporabil S. K. Sporočilo navedka je tole: Stanko Bloudek nima nikakršne zveze s tenisom, ampak neki Leo Bloudek, ki s Stankom sploh **ni v sorodu**. Pregled Bloudkovega življenjepisa nam pove, da je Stanko imel dva strica: Boleslava in Leo(na). Leo(n) je torej **bil v sorodu** s Stankom (D. Stepišnik, *Stanko Bloudek*, str. 7). Hkrati tudi vemo, da je bil Stanko načelnih teniške sekcije. Odkritje profesorjeve ‘mahinacije’ za bistvo zadeve (poimenovanje priznanja) sploh ni pomembno, ampak le opozarja (in to ne prvič) na to, da ne gre verjeti vsega, kar profesor zapiše.

Zanimiva je tudi ponarejena nogometna zgodba, ki jo širi profesor. “Bloudek naj bi bil zaslužen za **prvo** (???, op. S. K.) nogometno žogo in nogometne čevlje v Sloveniji”, zapiše profesor in se ob tem posmehljivo spreneveda in sprašuje, kako so v Sloveniji sploh lahko igrali nogomet pred Bloudkom, če je šele on prinesel prvo žogo in nogometne čevlje. Resnica je nekoliko drugačna od manipulativnega zapisa. Bloudek je bi tudi češki državljan in je pogosto zasebno ali službeno potoval v Prago, od koder je res nosil v Ljubljano nogometne žoge (pa sploh ne **prve!**) najprej v dijaški klub Hermes, ki ga je pomagal ustanoviti, in nato v Ilirijo, kjer je tudi sam krajši čas igral nogomet. Ni težko pojasniti Bloudkovega dobrodelnega dejanja: češke žoge so bile kakovostnejše in cenejše od naših. Bolj sprevržena je zgodba z nogometnimi

čevlji, ker si je pisec dovolil nedopustno zvižajočo. V izvirnem besedilu je zapisano, da je Bloudek iz Prage prinesel ‘prve **prave** nogometne čevlje’. **Prave! Pravi** nogometni čevlji imajo posebne čepke na podplatih. Bloudek je torej s Češke prinesel **prave** nogometne čevlje. Pisec nogometne zgodbe je ponaredil izvorno besedno zvezo tako, da je izpustil besedo **prave** in dobil okrnjeno besedno zvezo ‘**prve** nogometne čevlje’, ki seveda ni resnična. Čevlji niso bili prvi, ampak **prvi PRAVI**. Gre za manipulacijo brez primere. Tudi zgodba o nogometnih čevljih ničesar ne pojasnjuje o domnevno napačnem poimenovanju državnega priznanja za športne dosežke, ampak le (že spet) opozarja bralce, da je treba profesorjeve zapise prebirati s kritično distanco.

Nestrpnost do Bloudka se kaže tudi v naslednjem primeru. Profesor gimnastike zapiše, da naj bi bil Bloudek “zaslužen za razvoj sabljanja”, in posmehljivo doda, da se ob tej novici starosta sabljanja v Sloveniji Rudolf Cvetko obrača v grobu. Druga plat medalje je nekoliko drugačna: V opisih Bloudkovega delovanja najdemo podatek, da je Bloudek nekaj časa tudi sam sabljal in si nato prizadeval, da bi Športno društvo Ilirija, katerega član in nekaj časa tudi predsednik je bil sam, razširilo svoje delovanje še na sabljanje. Očitno je bil Bloudek uspešen, ker v analih preberemo, da je Športno društvo Ilirija imelo tudi sabljaško sekcijo. Sprašujem: ali je nekdo lahko “zaslužen za razvoj sabljanja”, če na njegovo pobudo začne v njegovem društvu delovati nova sabljaška sekcija? Če je odgovor pritrdilen (o čemer najbrž ne more biti dvoma), bi Rudolf Cvetko zagotovo Bloudku čestital (brez obračanja v grobu) in posmehljiva opazka bi bila popolnoma odveč. Tudi zgodba o sabljanju več pove o njenem piscu kot o Stanku Bloudku.

In še ena črna pika Bloudku? Stanko Bloudek se je leta 1928 udeležil Zimskih olimpijskih iger v St. Moritzu. Ta dogodek naš profesor vidi takole: Bloudek naj bi na olimpijskih igrah nastopil kot umetnostni drsalec. Ko je bil že tam, je presodil, da ni dovolj dober, in zato ni nastopil. Profesor mu očita, da je z odstopom **prekršil temeljno Coubertinovo načelo**, ki pravi, da je ‘pomembno sodelovati, ne pa zmagati’. Očitek je seveda razumeti kot hud (etični) prekršek, pravzaprav kot goljufijo: priti na igre in ne nastopiti. Nepristranski Bloudkov biograf drugače opiše ta primer. Direktor Muzeja športa (dr. Iztok Durjava) v knjižici *Leteči človek – Stanko Bloudek* izrecno zani-

ka gornjo 'diskvalifikacijo' Bloudka in zapiše, da je bil Bloudek v St Moritzu predstavnik vodstva olimpijske ekipe, ne pa tekmovallec (str. 49). Kdo nam torej laže? Da anahronistično Coubertinovo načelo 'pomembno je sodelovati, ne pa zmagati' že dolgo več ne velja (če je sploh kdaj v resnici veljalo), je profesor očitno pozabil.

Profesorja izjemno vznemirja naziv **inženir**, s katerim so nekateri pisci naslavljali Stanka Bloudka. (Kot da je to temeljno vprašanje slovenskega športa in državnega priznanja za delo v športu). Bloudku očita, da je **"dosledno** imenovan kot inženir", čeprav tega naziva zares nima. Očitek je mogoče razumeti tudi tako, da se je Bloudek sam razglašal za inženirja, čeprav formalno (uradno) tega naziva zares ni imel. Večina poučenih in natančnih piscev Bloudka ni naslavljalo z inženirjem. Celo na wikipediji (ki resda ni zanesljiv vir) ob imenu Stanko Bloudek ni naziva inženir. Nekateri pisci so priimku Bloudek dodajali naziv inženir, drugi ne. Vsekakor daleč od **doslednosti!** Prislov **dosledno** je profesorjeva izmišljotina (puhlica, *fake news*), ki je podtaknjena Bloudku. Pisec, ki mu gre Bloudek z nazivom inženir 'na živce', še zapiše: "Tega naziva (Bloudek) nima, saj **ni dokončal nobene šole** (poudaril S. K.), ki bi mu omogočala ta naziv." Poštena informacija je nekoliko drugačna. Bloudek se je vpisal na strojni oddelek štiriletno Tehniške visoke šole v Pragi in študij **tudi dokončal** (šolo! je dokončal! **Izobraževanje je dokončal**, op. S. K.), le diplomiral ni, kar bi mu nedvoumno formalno prineslo naziv inženir. Ob priložnostni izdaji knjižice *Ob 40. podelitvi Bloudkovih priznanj* sta pisca besedila (J. Pogačnik, M. Račič) zapisala, da si je Stanko Bloudek "naziv inženirja povsem zaslužil zaradi svoje originalne ustvarjalnosti, ki je že mejila na genialnost". Podobno zapiše tudi D. Stepišnik v knjigi *Stanko Bloudek*. Projekte, ki jih je ustvarjal Stanko Bloudek, so navadno izvajali inženirji. Bogata projektantska dejavnost Stanka Bloudka (brez naziva inženir) je opisana v ediciji Tehniškega muzeja Slovenije. V *Velikem slovenskem leksikonu* (DZS, 2006) Stanko Bloudek nima naziva inženir. Tudi v *Leksikonu Cankarjeve založbe* (1988) Bloudek ni predstavljen kot inženir. Kakšna **doslednost?** Leta 1982 je skupina raziskovalcev pod vodstvom inž. arh. dr. Borisa Leskovića objavila raziskavo z naslovom *Stanko Bloudek – projektant in graditelj*. Projektanti in graditelji so navadno inženirji. Prav tako je Bloudek doma in v tujini (Avstrija, Nemčija, Madžarska) zasedal delovna mesta, ki jih praviloma zasedajo inženirji. Ko je zapustil

tovarno v Budimpešti, kjer je bil nekaj časa zaposlen, je od lastnika tovarne dobil naslednje priporočilo: "Gospod **višji inženir** je bil v naši tovarni zaposlen kot šef-konstruktor ... Spoznali smo gospoda **višjega inženirja** Bloudka kot izredno spretnega in temeljitega z bogatimi ... izkušnjami nadarjenega konstruktorja" (D. Stepišnik, *Stanko Bloudek*, str. 29). Očitno se Bloudek ni sam oklical za inženirja, ampak si je s svojim delom pridobil 'inženirski' ugled. Doma je po zadnji vojni (od leta 1947) nekaj časa vodil gradbeno komisijo pri takratni Fizkulturni zvezi Slovenije in pozneje pri Komiteju za fizkulturo pri Vladi Republike Slovenije. Končno je bil vodja Projektivnega biroja Športne zveze Slovenije. Vse take in podobne komisije in odbore praviloma vodijo inženirji, zato ni nenavadno, da so mu nekateri manj natančni pisci iz nevednosti ali zaradi spoštovanja pritkali naziv inženir, čeprav formalno to ni bil. A naš profesor je spet našel dlako v jajcu. Bloudku očita, da "nikoli ni izrazil nezadovoljstva ob tem inženirskem naslavljanju", kar je še enkrat razumeti, da mu je bilo takšno naslavljanje všeč ali se je celo sam razglašal za inženirja. Vprašanje: Kako profesor ve, da Stanko Bloudek "nikoli ni izrazil nezadovoljstva ob tem inženirskem naslavljanju"? *Fake news?*

Ja, Bloudek res ni imel 'ceglca' (papirja, diplome, formalnega priznanja), vendar je štiriletno visoko šolo **dokončal (izobraževanje je končal, le pika na i mu je manjkala)**, hkrati pa sta ga življenje in delo ustoličila na mesto inženirja. Sploh pa naziv sam zase tako in tako še nič ne pove o ustvarjalnosti njegovega nosilca. Zgolj naziv tudi še ne naredi Človeka (z veliko začetnico). Čedalje bolj pogosto spoznavam, da bleščeč naziv še ni porok za izjemno ustvarjalnost v kaki stroki ali znanosti ali za pošteno javno delovanje. Ob tem se postavlja tudi načelno vprašanje, kaj je z najširšega družbenega zornega kota bolj koristno: ali z akademskim nazivom 'hoditi v službo', ki je dosegljiva le z nazivom, ali brez blestečega naziva ustvarjati nekaj koristnega, pomembnega, enkratnega, nepozabnega. Bloudek se je očitno odločil za drugo pot. In ni bil edini. Naj omenim samo nekaj meni znanih uspešnejših strokovnjakov na področju športne gimnastike: Boris Gregorka, Jože Mavrič, Toni Bolković, Jože Mešl, Vratičev trener Marjan Jemec, Jože Senica iz Brežic ... in še vrsta izjemnih trenerjev je brez blestečih akademskih nazivov uspešno ustvarjala 'na terenu'. Ali je Stanko Bloudek formalno bil inženir ali ni bil, za njegovo dokumentirano obsežno in

raznovrstno delovanje na področju športa sploh ni bistveno. Pa tudi ne za poimenovanje državnega športnega priznanja po njem. Sploh ni problem v tem, ali je Bloudek imel naziv inženir ali ne, je pa zelo resen problem, če visokošolski učitelj z znanstvenim nazivom javno širi netočne in nepreverjene informacije.

Naj na podlagi kompetentnih piscev o Bloudkovem delovanju v slovenskem športu zapišem še svoje mnenje o tezi, da bi se državno priznanje za dosežke v športu moral imenovati po drugem zaslužnem športnem delavcu. Ne vem, kdo je predlagal, da državno priznanje za dosežke na športnem področju dobi ime po Stanku Bloudku, a kdorkoli je to bil, se ni zmotil. Stanko Bloudek je pet desetletij posvetil športu. Bil je športni 'multipraktik', vsestranska športna osebnost. **Sam se je ukvarjal z nekaterimi športnimi vrstami** bodisi tekmovalno bodisi rekreativno, tako da je imel kar nekaj neposrednih lastnih izkušenj s tega področja. Bil je **dejaven kot spodbujevalec, funkcionar, organizator, športni učitelj, trener, mecen, mentor ter načrtovalec različnih** športnih objektov po vsej Sloveniji. Funkcionarske izkušnje je imel na **klubski/društveni, republiški, državnih in mednarodnih ravni**. Še posebno je učinkovito posegel v razvoj športa na Slovenskem med obema vojnama (1918–1941). Kot prvi povojni predsednik Nogometnega kluba Ilirija je dosegel, da je nogometni klub prerasel v Športno društvo Ilirija z več samostojnimi športnimi sekcijami. Trem je tudi načeloval. Resda so telovadna društva že prej gojila nekatere športne panoge, vendar le kot dopolnilno vadbo temeljnemu sokolskemu programu ter po sokolskih pravilih in 'gimnastičnem redu' (Naša pot, str. 114, 222, 231), zato je bil širši razmah posameznih športnih panog omejen. Bloudek je med svojim predsedovanjem Iliriji spodbujal ustanavljanje različnih športnih sekcij in njihovo samostojno delovanje. Tako so se različne športne panoge osamosvojile (osvobodile 'gimnastičnega reda') in se avtonomno širile in razvijale v skladu z lastnimi hotenji in pravili. **Ilirija je postala največje športno društvo tako v slovenskem kot jugoslovanskem merilu in po njej so se zgledovala športna društva po vsej Sloveniji. S takšno vsebino in organizacijskimi prijemi je Ilirija nakazala prihodnji razvoj slovenskega športa. Osrednja osebnost tega dogajanja je bil Stanko Bloudek**, zato je iz tistih časov znano tudi reklo **'Ilirija je Bloudek'**. Največjo vlogo v razvoju slovenskega

športa je Bloudek odigral kot projektant in graditelj **različnih športnih objektov po vsej Sloveniji**. Nekatere je sam ali s sodelavci tudi gmotno podprl (npr. ljubljansko kopališče Ilirija) ali celo s prostovoljnimi delom pomagal graditi. S tem je **ustvarjal temeljne pogoje za razvoj te ali one športne panoge**. Če ni razvite športne infrastrukture, **se šport ne more razvijati**. Če ni plavalnih bazenov, se plavalni šport ne more razmahniti. Če ni smučarskih skakalnic, ne nastajajo skakalci. **Svetovno znan je Bloudek postal prav** z načrtovanjem smučarskih skakalnic in letalnic doma **ter v tujini. Zaradi mednarodne prepoznavnosti so ga sprejeli v Mednarodni olimpijski komite**.

Priznanje, ki nosi ime po 'vsestranskem' športnem zanesenjaku Stanku Bloudku, simbolično sporoča, komu je namenjeno. Namenjeno zaslužnim osebnostim **neglede na športno zvrst in področje delovanja**. Priznanja dobivajo uspešni tekmovalci v različnih športnih zvrsteh, trenerji, športni pedagogi, raziskovalci, organizatorji, funkcionarji, publicisti, uspešni društveni delavci in drugi. Težko bi našli primernejšo osebnost, po kateri bi se imenovalo priznanje za dosežke na **celotnem športnem področju**. Priznanje za uspešno delovanje **zgolj na področju telovadbe oziroma športne gimnastike** pa bi utemeljeno nosilo ime zaslužne osebnosti s tega področja. Za ta namen bi bil primeren tudi dr. Viktor Murnik. In nič ne bi bilo narobe, če bi Bloudkovo priznanje posmrtno dobil tudi dr. Viktor Murnik za njegov prispevek k razvoju telovadbe/gimnastike.

### Ad personam<sup>5</sup>

Profesor športne gimnastike s FŠ zelo rad z oporečniki 'njegove misli' obračunava z *ad personam* ideološkimi<sup>3</sup> publicami, ki največkrat z osrednjo temo razprave nimajo nikakršne zveze, ampak so v prvi vrsti namenjene diskvalifikaciji oponenta in preusmerjanju pozornosti od osrednjega problema, ki je v obravnavi. Takšnemu slogu se profesor tudi v najini polemiki ni mogel ali hotel upreti. Ideoloških in žaljivih *ad personam* izmislekov ne bom komentiral, le nekaj najbolj nesmiselnih bom zbral na enem mestu – za zgodovinski spomin. Presojajo prepuščam bralcem.

Dr. I. Č. mi podtika "zanesljive (*komunistične*) vire", ki usmerjajo moje strokovne polemike. Obtoži me tudi, da sem "telesno kulturo preimenoval v športno kulturo", čeprav gre za svetovni pojav (resnico glej v D.

Tomić, *Teorija sporta*). Podtakne mi še izmislek, "da sem so-odgovoren, da v Sloveniji ni samostojnega ministrstva za telesno vzgojo". Visokošolski učitelj z akademskim nazivom mi podtika, da "nasprotujem zgodovini in znanosti sploh", ker menda "zanikujem pravico vsem, ki se ukvarjajo z zgodovino npr. srednjega veka ali antike". Na pomoč kliče celo Kopernika in Newtona, ker menda trdim, "da zemeljske težnosti ni več"?? Same puhlice! Obregne se tudi ob moj domnevno 'nezakonit' podpis ob prispevku v reviji *Šport*, čeprav tega dodaja uredništvo revije v skladu z uredniškimi normativi. (Profesorja vabim, da si ogleda, kako so podpisani moji izvirni prispevki, ki so bili poslani uredništvu, opravičila pa ne pričakujem). Zaradi domnevno 'nezakonitega' podpisa prispevka v tej reviji sem obtožen, da se "požvižgam na zakonska določila", kar lahko pomeni, da sem nasprotnik vladavine prava in pravne države. Hude obtožbe so to! Očita mi tudi, da "nisem ugovarjal, ko so nekdanjega predsednika države Janeza Stanovnika razglašali za očeta naroda". Tudi to je huda obtožba, ker namiguje na to, da sem bil apologet takratne oblasti. Profesor tudi mojo starost 'taktično' ponaredi, ker "devetletniki pa res še ne razumejo, kaj se (leta 1945) dogaja okoli njih". (Profesor, hvala za pomladitev, računstvo pa kljub temu nezadostno). Profesorja na ravni *ad personam* moti še več stvari, ki ustrezajo izrazu *puhlice*; tega je profesor lepo razložil kot nekaj, kar dejansko ne obstaja ali se dejansko ni zgodilo. "Bučke"<sup>4</sup>! je vzkliknil nekdo, ki sledi 'črkarski pravdi' in profesorjevim udarcem pod pas. V sodobnem publicističnem žargonu temu pravijo *fake news*.

Lažnivi izmislek o ministrstvu za telesno vzgojo pa le moram komentirati. V resnici je bilo prav obratno od očitane: ob osamosvojitvi sem se javno (v glasilu Delo) zavzel za samostojno ministrstvo za šport in se skliceval na takratno francosko vlado, ki je takšno ministrstvo imela. Žal ni bilo širše strokovne in medijske podpore, hkrati pa oblast nikoli ni bila posebno naklonjena športu z vsemi njegovimi pojavnimi oblikami, zato je bila tudi bitka 'osamljenega jezdeca' za samostojno športno ministrstvo že vnaprej obsojena na neuspeh. Takšno ministrstvo pa še zdaj podpiram. Tole pojasnilo ni namenjeno samoobrambi, ampak je le sporočilo bralcem, da tudi univerzitetni profesor razširja nepreverjene in neresnične informacije. Res škoda, da se 'črkarska pravda' namesto strokovnega razčiščevanja enostransko sprevača v lažno obstreljevanje *ad personam*.

### Opombe

<sup>1</sup>**Audiat et altera pars**, znana stara grška modrost, ki jo v intelektualnem svetu ne gre prejavljati, pomeni pa **naj se sliši tudi druga plat**. Čeprav gre za staro načelo kazenskega prava, je tudi na sploh v znanosti in vsakdanjem življenju še vedno *conditio sine qua non* (nujen, prvi pogoj) pri iskanju resnice.

<sup>2</sup>**Sofizem**, filozofski término; *Slovar slovenskega knjižnega jezika* opredeli sofizem kot "navidezno resnico, namerno zavajajočo trditev". V *Malem leksikonu logike* (Andrej Ule, Tehniška založba Slovenije, 1997) preberemo, da je sofizem "varljiv sklep, ki nastane z zavestnim kršenjem logičnih pravil, daje pa videz veljavnosti". F. Verbinc (v svojem *Slovarju tujk*) sofizem pojasni kot "formalno pravilen, a v jedru nepravilen, varljiv, največkrat zavestno goljufiv sklep (izpeljan iz napačnih premis...)".

<sup>3</sup>**Ideologija, ideološki govor**. Antipod ideološkemu govoru je strokovni/znanstveni govor. Med obema je bistvena razlika. Namen strokovnega/znanstvenega govora je izrekanje resničnih dejstev neglede na učinek na javnost, namen izrekanja ideološkega govora pa je učinek na javnost neglede na resničnost povedanega. Za strokovni/znanstveni govor je potrebno logično dokazovanje ali empirično potrjevanje izrečenega. Ideološki govor se ne ozira na dokazljivo resničnost izgovorjene ali zapisane trditve, ker temelji predvsem na čustvih, željah, osebnih (ne)vrednotah in domnevah njegovega avtorja ali skupine somišljenikov. Tvorca strokovnega/znanstvenega govora je zavezan resničnim in dokazljivim dejstvom, kar za tvorca ideološkega govora ne velja, ker je namenjen 'komunikacijski zaslepitvi', ki diskvalificira drugače misleče(ga). (*Zbornik Simpozij Slovenski jezik v znanosti 2, Razlika med znanstvenim in ideološkim govorom s stališča pragmatičnega jezikoslovja*, str. 25-33).

<sup>4</sup>**Bučke**, sodoben žargonski izraz za 'trparije', izmišljotine, laži, leporečje, nesmisle in podobno. V slovenski politiki se pogosto srečujemo s 'prodajanjem bučk'. Sodobna tuja sopomenka je *fake news*.

<sup>5</sup>**Ad personam**, napad na osebo; tudi *ad hominem*. Nasprotno: *ad rem*, k stvari, k vprašanju, o 'predmetu in problemu' razprave.

<sup>6</sup>**Teza**, trditev, ki jo je treba dokazati, utemeljiti; filoz. po Heglu: trditev, ki ji nasprotuje druga trditev.

**Tendenciozen**, slabš., s pristranskim prikazovanjem dogodka doseči prepričevalen učinek.

dr. Silvo Kristan, upokojeni profesor  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
silvo.kristan@guest.arnes.si



Vesna Loborec

## Uporaba umetne inteligence v športnem turizmu: inovacije, izzivi in prihodnje smeri

### Izvleček

Umetna inteligenca (UI) je postala pomemben dejavnik v številnih dejavnostih, vključno s turizmom in športom. Športni turizem kot eden najhitreje rastočih delov svetovnega turističnega trga pri tem ni izjema. Vpliv in potencial UI v hitro razvijajočem se kontekstu športnega turizma pa postajata eden ključnih segmentov globalnega turističnega trga. S povečevanjem zanimanja za zdrav življenjski slog in aktivne počitnice športni turizem doživlja znatno rast, pri čemer ima UI vse pomembnejšo vlogo pri oblikovanju inovativnih storitev in izboljšanju uporabniške izkušnje. UI lahko analizira velike količine podatkov, predvideva trende in personalizira uporabniško izkušnjo ter odpira nove možnosti za športni turizem (Rossi, 2024). Namen tega članka je raziskati, kako se UI uporablja v športnem turizmu, predstaviti glavne inovacije, ki jih prinaša, obravnavati izzive, ki se pojavljajo pri njeni implementaciji, ter razmišljati o prihodnjih smereh razvoja. Na koncu so navedene smernice za raziskave in uvedbo UI v športnem turizmu s ciljem izboljšati tako gospodarski kot socialni vpliv tega turizma na sodobno družbo. Pomemben raziskovalni del predstavlja Ansoffova matrika in matrika BCG.

*Ključne besede:* umetna inteligenca, športni turizem, inovacije, personalizacija, razvoj



Foto: Brina Škafar



## The Use of Artificial Intelligence in Sports Tourism: Innovations, Challenges, and Future Directions

### Abstract

Artificial intelligence (AI) has become a significant factor in numerous industries, including tourism and sports. Sports tourism, as one of the fastest-growing segments of the global tourism market, is no exception. The impact and potential of AI in the rapidly evolving context of sports tourism are becoming key segments of the global tourism market. With increasing interest in a healthy lifestyle and active vacations, sports tourism is experiencing significant growth, where AI plays an increasingly central role in shaping innovative services and enhancing the user experience. AI's ability to analyze large amounts of data, predict trends, and personalize user experiences opens new possibilities for sports tourism (Rossi, 2024). The purpose of this article is to explore how AI is used in sports tourism, identify the main innovations it brings, address the challenges that arise in its implementation, and consider future directions of development. Finally, a review of guidelines for research and the implementation of AI in sports tourism will be provided, aiming to improve both the economic and social impact of sports tourism on modern society. An important part of the research will be represented by the Ansoff Matrix and BCG Matrix.

*Keywords:* artificial intelligence, sports tourism, innovations, personalization, development



## Uvod

Turizem ni pojav zadnjega stoletja ali dveh, temveč je sestavni del civilizacije, odkar človek pomni, seveda so se njegove pojavne oblike skozi čas precej spreminjale. Tako so se predhodne oblike turizma pojavile že v obdobju starih Grkov in Rimljanov. Ti so potovali z različnimi motivi, takratne oblike pa bi ustrezale predvsem današnjemu verskemu, športnemu in počitniškemu turizmu. V srednjem veku se je ohranil le romarski turizem, pozneje, v renesansi in razsvetljenstvu, pa so se že razvile oblike kulturnih potovanj, izletov v naravo, povezanih z odkrivanjem narave in zanimanjem za kulturo drugih narodov. Po drugi svetovni vojni se je turizem močno razmahnil (Loborec in Gajić, 2011).

Turizem je produkt moderne dobe. Nekoč luksuz, danes osnovna potreba. Je ne samo družbeni pojav, temveč tudi področje raziskovanja ter ugotavljanja ekonomskih odnosov in vplivov na celotno gospodarstvo (Airey in Tribe, 2007).

Turizem kot množični družbeni pojav pušča sledi v prostoru, v katerem se pojavlja, v dejavnostih, ki sodelujejo pri njegovem razvoju, in na ljudeh, ki sooblikujejo turistično ponudbo. Pospešuje gospodarski razvoj tako v razvitih kot mnogo manj razvitih državah sveta ter vpliva na okolje, ohranjanje naravne in kulturne dediščine, življenje domačinov in počutje turistov. Vpliva tudi na urejenost okolja, čeprav ga množični turizem hkrati močno obremenjuje. Gospodarski učinki turizma nastanejo zaradi porabe turistov. Ti med počitnicami porabijo precej več denarja, kot bi ga doma. V gospodarskem smislu turizem pozitivno vpliva na več dejavnikov:

- na bruto domači proizvod (BDP) – denar, ki ga turisti porabijo med dopustom ali na potovanjih po državi, v kateri počitkujejo, ima neposredni vpliv na BDP te države. Posredno vpliva tudi na potrošnjo v drugih dejavnostih, ki sooblikujejo turistično ponudbo;
- razvoj manj razvitih območij – če želimo na neko območje privabiti turiste, ga moramo opremiti z dobro komunalno in prometno infrastrukturo ter oskrbovalnimi dejavnostmi (trgovine z živili, pošta, lekarna in drugo), povečati je treba vlaganja v razvoj turistične infrastrukture (informacijska središča) in drugih dejavnosti (razvoj kmetijstva, nov pomen tradicionalne obrti in drugo), kar pripomo-

re k zmanjševanju razlik v gospodarski razvitosti med posameznimi območji;

- zaposlovanje lokalnega prebivalstva – zaradi povečanega povpraševanja po turističnih storitvah se pokažejo potrebe po novih delovnih mestih v gostinstvu, agencijskih dejavnostih, trgovini, osebnih storitvah in drugje. Zaposlitev na turističnem območju s celoletno sezono zagotavlja ljudem stalni vir prihodka in preprečuje odseljevanje. Na območjih, kjer ni celoletnega turizma, tovrstna dela opravlja sezonska delovna sila;
- rast obsega naložb – vlaganja v gradnjo hotelov, športnih objektov, parkirišč, zabaviščnih parkov in druge infrastrukture pritegnejo kapital domačih in tujih investitorjev, hkrati pa zaradi gradnje dobijo delo tudi delavci, ki niso neposredno povezani s turizmom (Planina, 1990).

Leta 2023 so po podatkih Svetovne turistične organizacije (UNWTO, 2023) po svetu našteali približno 1.286 milijonov prihodov mednarodnih turistov ali za 34 % več kot leto prej. Mednarodni turizem je tako dosegel 88 % ravni pred pandemijo.

Bližnji vzhod je kot edina regija presegel raven, doseženo pred pojavom covid-19, z 22-odstotno rastjo obiskov v primerjavi z letom 2019. Evropa je leta 2023 dosegla 94 % ravni pred pandemijo, Afrika 96 % in Amerike 90 %, Azija in Pacifik pa le 65 % te ravni. Štiri podregije, Severna Afrika, Srednja Amerika (obe +5 %), južnoevropsko Sredozemlje in Karibi (obe +1 %), so leta 2023 presegle ravni pred pandemijo.

Skupni izvozni prihodki od turizma (vključno s prevozom potnikov) so v letu 2023 znašali 1,6 milijarde dolarjev ali skoraj 95 % vrednosti, dosežene leta 2019. Predhodne ocene turističnega neposrednega bruto domačega proizvoda (TDGDP) kažejo na 3,3 milijarde dolarjev v letu 2023 ali 3 % svetovnega BDP, kar je enako kot leta 2019 (UNWTO, 2024).

Beseda šport (sport) je izpeljanka besede disport in pomeni preusmeriti sebe (Hudson, 2003). Izvorno sporočilo besede šport je tako preusmerjanje pozornosti od vsakodnevnih pritiskov in skrbi posameznika (Edwards, 1973). Šport se preučuje v okviru znanosti kineziologije in ga je težko natančno opredeliti. Kineziologija je veda o gibanju človeka, šport pa danes predstavlja veliko več kot le gibanje. Ljudem pomeni druženje, sprostitvev in tekmovanje, zaradi svoje priljubljenosti je lahko tudi dober

posel in vir zaslužka za posameznike in organizacije.

Coakley je šport opredelil kot institucionalizirano tekmovalno dejavnost, ki vključuje fizične napore ali uporabo razmeroma zahtevnih fizičnih znanj, sodelovanje posameznikov pa je spodbujeno z zunanjimi in notranjimi nagradami. Opredelitev je sestavljena iz štirih delov (Coakley, 2021):

- šport je fizična aktivnost;
- šport je tekmovalna dejavnost (profesionalne in rekreativne narave);
- šport ima določena pravila (trend gre v smeri neformalnih pravil novodobnih športov posameznikov, npr. rokanje, kajtanje, frizbi idr.);
- šport kot motiv za zunanje (materialne nagrade) in notranje (izziv) nagrajevanje.

Pojem šport po Evropski listini o športu (European Sports Charter 1, 1992, člen 2), ki jo uporabljamo tudi v Sloveniji, pomeni vse oblike telesne dejavnosti, katerih namen je z občasno ali redno udeležbo vzdrževati ali izboljšati telesno pripravljenost in duševno počutje, ustvarjati družbene odnose ali dosežati rezultate na različnih ravneh tekmovanj. Šport tako tekmovalne kot tudi rekreativne narave lahko zaradi njegove priljubljenosti in privlačnosti opredelimo kot največji družbeni fenomen, ki za posameznika pomeni gibanje oziroma telesno dejavnost. Že od nekdaj je pomembna dejavnost družbe, ki izraža njeno dinamiko in kulturo ter bogati kakovost življenja posameznika (Nacionalni program športa v Republiki Sloveniji, 2014).

Po ugotovitvah Coakleyja je šport dejavnost, ki posameznikom služi za oblikovanje in vzdrževanje standarda družbenega sloja. Posledično šport zaradi odrekanja časa, namenjenega počitku in drugim aktivnostim, predstavlja velik del posameznikovih interesov in dejavnosti. Športna dejavnost ne predstavlja samo fizične aktivnosti in pozitivnega vpliva na zdravje posameznika, temveč ima pomembno vlogo tudi v turizmu.

Športni turizem zaradi svoje narave in vpletenosti v področja okolja, družbe, kulture in gospodarstva ter ponujanja številnih razvojnih priložnosti postaja čedalje pomembnejši dejavnik oblikovanja turizma številnih turističnih destinacij (Standeven in De Knop, 1999). V Nacionalnem programu športa v Republiki Sloveniji (2014) je športni turizem opredeljen kot turizem za pov-

praševalce, ki imajo posebno zanimanje za turistične destinacije, kjer so lahko športno dejavni, ali pa je šport zanje glavni motiv potovanja (Resolucija o Nacionalnem programu športa v Republiki Sloveniji, 2014). V povezavi z drugimi vrstami turizma je športni turizem gonilna sila za gospodarski razvoj urbanih območij, ki z vključevanjem različnih deležnikov vpliva tudi na trajnostni razvoj turističnih destinacij.

V zadnjem desetletju je turistična dejavnost naredila velik preskok v zavedanju o razvoju športnega turizma kot obliki turizma. Sodobni trendi preživljanja prostega časa snovalcem strategij razvoja turizma narekujejo nujnost njegovega povezovanja s športom ter omogočajo oblikovanje kakovostne ponudbe športnega turizma številnim turističnim destinacijam po svetu.

Športni turizem tako postaja zelo pomemben dejavnik pri razvojnih priložnostih, hkrati pa ga vse več turističnih destinacij uvršča v svojo turistično shemo. Šport in turizem sta v svojem generičnem bistvu zasnovana na neekonomskih motivih, pri čemer udeleženci ob urejeni materialni osnovi predvsem trošijo svoja sredstva za zadovoljevanje zdravstvenih, prostočasnih, družbenih in kulturnih potreb (Berčič, 2010).

Namen prispevka je raziskati vpliv in potencial umetne inteligence v kontekstu športnega turizma, ki postaja ključni segment globalnega turističnega trga. Članek analizira, kako UI prispeva k inovacijam v športnem turizmu, obravnava izzive pri implementaciji UI in preučuje prihodnje smeri razvoja. Skozi pregled literature in študije primerov ponuja vpogled v izboljšanje uporabniške izkušnje in gospodarski vpliv športnega turizma.

## Metode

Članek temelji na pregledu znanstvene in strokovne literature, dopolnjenem z zbiranjem podatkov z metodo udeleženskega opazovanja. Za zbiranje podatkov so bile uporabljene znanstvene baze PubMed, ResearchGate in Google Scholar. Uporabljene so bile naslednje besede in besedne zveze v angleškem jeziku: Artificial Intelligence AND Sports Tourism AND AI applications in tourism AND Innovation in sports tourism using AI AND Data analysis in sports tourism AND AI and tourism industry.

V pregled so bile zajete raziskave, ki identificirajo ključne trende in inovacije na

področju uporabe UI v športnem turizmu. Opravljeno je bilo tudi opazovanje pri različnih športno-turističnih dogodkih, da bi pridobili dodatne podatke o uvedbi UI na terenu. Ugotovitve temeljijo na analizi vsebine zbranih podatkov in so večinoma predstavljene na opisni način.

Po identifikaciji potencialno pomembnih virov so bili prebrani izvlečki in celotna besedila, da bi izbrali tiste študije, ki so bile najbolj relevantne za raziskavo. Kombinacija integriranega pregleda literature in udeleženskega opazovanja je omogočila celovit vpogled v uporabo UI v športnem turizmu, kar je prispevalo k boljšemu razumevanju trenutnih trendov in prihodnjih smeri razvoja.

## Razprava

V zadnjih letih je športni turizem pritegnil precejšnjo pozornost raziskovalcev zaradi svojega statusa kot eden najhitreje rastočih sektorjev v turistični industriji. Čedalje več turistov se odpravlja na nove destinacije za opazovanje in udeležbo v športnih dogodkih ali aktivnostih. Zaradi velikega razmaha športnega turizma se je pojavila potreba po analizi njegove ekonomske vrednosti in razumevanju dojemanja skupnosti o njegovem socioekonomskem vplivu.

Po González-García idr. (2022) športni turizem predstavlja vrsto potovanja posameznikov ali skupine, ki začasno zapustijo svoje bivališče, da bi se udeležili športnih aktivnosti ali dogodkov, si jih ogledali ali v

njih sodelovali. Obsega širok spekter aktivnosti, vključno z udeležbo na velikih športnih dogodkih ali v rekreativnih športih oziroma z obiskom destinacij, povezanih s športom. Kot pravita Hinch in Higham (2001), lahko športni turizem pomembno vpliva na lokalno gospodarstvo, saj ima potencial za ustvarjanje prihodkov za podjetja, kot so hoteli, restavracije in različni prevozniki. Poleg tega poudarjata pomen pridobivanja poglobljenega razumevanja perspektiv prebivalcev, saj lahko vpogledi v percepcije ljudi neprecenljivo prispevajo k oblikovanju turističnih politik in strategij. Te informacije lahko pomagajo pridobiti podporo prebivalcev za športni turizem in podpirajo njegovo trajnostno rast.

Več raziskovalcev raziskuje dve glavni vrsti športnega turizma: aktivni športni turizem in turizem športnih dogodkov. Po Cheung idr. (2016) aktivni športni turizem vključuje potovanje iz običajnega okolja z namenom udeležbe v športnih aktivnostih, medtem ko turizem športnih dogodkov obsega potovanje stran od doma s ciljem obiska oziroma ogleda športnih dogodkov. Več študij (González-García idr., 2022; Tomino idr., 2020) je predlagalo, da manjši dogodki v nasprotju z velikimi prinašajo večje pozitivne vplive na gostiteljsko skupnost. Najmanjši dogodki navadno uporabljajo že zgrajeno infrastrukturo, zahtevajo manj vladnih naložb ter ustvarjajo lažje obvladljive množice in promet.

Trg športnega turizma zajema vsa potovanja, povezana s športnimi dejavnostmi, dogodki in atrakcijami. To vključuje tako

Tabela 1  
*Trg športnega turizma*

Parameter	Podrobnosti	Viri – 2024
Globalna velikost trga 2023	609,42 milijarde USD	Expert Market Research
Globalna velikost trga 2032	2.446,44 milijarde USD	Expert Market Research
CAGR 2023–2032	16,7 %	Expert Market Research
Ključni dejavniki	Priljubljenost velikih športnih dogodkov, napredek v digitalni tehnologiji, sodelovanje med turizmom in športnimi panogami	GMI Insights
Najboljše regije 2023	Evropa (38,01 %)	Grand View Research
Najhitreje rastoča regija 2023–2032	Azijsko-pacifiška regija (CAGR > 18 %)	Grand View Research
Najboljši športni segment 2022	Nogomet (37 %)	Grand View Research
Rast segmenta aktivnega turizma	CAGR 17,7 % (2023–2030)	Grand View Research
Rast segmenta pasivnega turizma	42,29 % tržnega deleža v letu 2022	Grand View Research
Vladne pobude	Investicije v infrastrukturo, promocija športnih destinacij	GMI Insights

Opomba. Sestavljena letna stopnja rasti ali CAGR (angl. Compound Annual Growth Rate) je merilo za oceno rasti vrednosti naložbe ali trga v določenem časovnem obdobju.

domača kot mednarodna potovanja z nameni, kot so udeležba ali sodelovanje na športnih dogodkih, obisk muzejev ali dvoran slavnih in udeleževanje v avanturističnih športih, denimo smučanju ali deskanju na valovih.

Ta sektor potovalne industrije ustvarja značne prihodke za gostiteljska mesta, hotele, restavracije, ponudnike prevoza in podjetja iz športne industrije, da razširijo svoj doseg in zgradijo svojo blagovno znamko (Market.us, 2023).

Umetna inteligenca se nanaša na sposobnost računalniških sistemov, da opravljajo naloge, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco. Te naloge vključujejo učenje, razumevanje naravnega jezika, prepoznavanje vzorcev, reševanje problemov in odločanje. Raziskave na področju UI vključujejo razvoj algoritmov in modelov, ki omogočajo računalnikom izvajanje teh kompleksnih nalog.

Po definiciji Russlla in Norviga (2020) je umetna inteligenca »področje računalništva, ki se ukvarja z oblikovanjem inteligentnih agentov, torej sistemov, ki zaznavajo svoje okolje in sprejemajo odločitve, ki maksimizirajo njihovo možnost uspeha pri nekem cilju« (str. 4).

Poznamo različne pristope k razvoju UI, vključno s strojnimi učenjem, pri katerem se algoritmi učijo in izboljšujejo svoje delovanje na podlagi podatkov, ter globokim učenjem, ki uporablja nevronske mreže za analizo podatkov in prepoznavanje vzorcev (Goodfellow, Bengio in Courville, 2016).

## Uporaba umetne inteligence v športnem turizmu

Umetna inteligenca ima pomembno vlogo v športnem turizmu, saj omogoča analizo velikih količin podatkov, predvidevanje trendov in personalizacijo uporabniške izkušnje. S tem UI prispeva k oblikovanju inovativnih storitev, ki izboljšujejo uporabniško izkušnjo in privabljajo več turistov.

### 1. Personalizacija potovanj in izkušenj

Umetna inteligenca pomembno vpliva na personalizacijo storitev s tem, da podjetjem zagotavlja boljše razumevanje ter napovedovanje potreb in želja uporabnikov. Z napredno analitiko in učenjem iz velikih količin podatkov UI omogoča ustvarjanje bolj prilagojenih izkušenj za posameznike. To vključuje priporočilne sisteme, personalizirano oglaševanje in prilagoditev vsebi-

ne, kar pripomore k večjemu zadovoljstvu strank in okrepitvi njihove zvestobe (Arora idr., 2021). Kar dve tretjini (66 %) turistov menita, da personalizirane poti, ki jih omogoča UI, izboljšajo njihovo potovalno izkušnjo (WorldMetrics, 2024).

Sistem UI lahko analizira pretekle preference in vedenje potrošnikov ter na podlagi tega ustvari prilagojene potovalne pakete za športne dogodke, ki vključujejo vstopnice, prevoz, nastanitev in druge dejavnosti.

Koncept personalizacije v športnem turizmu poudarja pomembnost prilagajanja izkušnje individualnim preferencam za izboljšanje vključenosti in zadovoljstva navijačev. Ta pristop ne koristi le ustvarjanju bolj vseobsegajočih izkušenj za ljubitelje športa, temveč športnim organizacijam ponuja tudi pomembne priložnosti za ustvarjanje prihodkov prek ciljne vsebine, sponzorstev, vstopnic in prodaje spominkov (Scott, 2023).

V širšem kontekstu potovanj in turizma ima personalizacija ključno vlogo skozi celotno potovanje, od obdobja pred njim do tistega po njem. Vključuje uporabo tehnologije in analize podatkov za izvedbo prilagojenih izkušenj in storitev. Ključni akterji v industriji potovanj in turizma, kot so Airbnb, Amadeus IT Group in Booking Holdings, so prepoznani po prizadevanjih pri vključevanju personalizacije v svoje ponudbe. Ta podjetja uporabljajo za razumevanje in zadovoljevanje individualnih preferenc popotnikov inovativne tehnologije, kot so UI in t. i. masovni ali velepodatki (angl. big data), pri čemer se razlikujejo znotraj izjemno konkurenčnega in nasičenega trga (GlobalData, 2022).

Perspektiva Jamesa Highama o športnem turizmu poudarja razvijajočo se naravo tega področja in poziva k prihodnjim raziskavam, da razširijo svoj fokus na širok spekter turističnih dejavnosti, povezanih s športom. To je odziv na naraščajoče povpraševanje po dejavnostih športnega turizma, ki ima pomembno vlogo pri reševanju socialnih in okoljskih izzivov sodobnega življenja (Higham, 2021).

### 2. Optimizacija cen in ponudbe ter dinamično oblikovanje cen

Umetna inteligenca ima pomembno vlogo pri dinamičnem oblikovanju cen in ponudbe v športnem turizmu, s katerim lahko podjetja optimizirajo prihodke in prilagajajo ponudbo na podlagi povpraševanja in drugih ključnih dejavnikov. V panogi pre-

voza, v kateri se denimo Uber in podobne platforme že dolgo zanašajo na dinamično oblikovanje cen, se te določajo na podlagi več spremenljivk, med drugim razdalje poti, prometa, povpraševanja po voznikih, časa naročila in lokacije. Ta model uporabnikom zagotavlja preglednost cen, hkrati pa spodbuja večje zaupanje v dinamično oblikovanje cen kot v drugih industrijah (Suwada, 2022).

Hoteli in letalski prevozniki uporabljajo algoritme UI za sprotno dinamično prilagajanje cen glede na povpraševanje, vremenske razmere in bližajoče se športne dogodke. Hotelom, ki uporabljajo UI za dinamično določanje cen v dneh športnih dogodkov, so prihodki zrasli za več kot 9 % brez povečanja zasedenosti (ValueCoders, 2024). To je zlasti pomembno za hotele v bližini športnih prizorišč, kjer se povpraševanje povečuje. Na primer, ko se v mestu odvija veliki športni dogodek, kot so svetovno prvenstvo v nogometu ali olimpijske igre, hoteli z algoritmi UI zvišajo cene sob. To jim ob približevanju dneva dogodka prinaša dodatne prihodke, saj je povpraševanje po namestitvah visoko (SiteMinder, 2024). Uvedba rešitev UI za dinamično določanje cen je pri več hotelih prinesla več kot 30-odstotno rast RevPAR (prihodki na razpoložljivo sobo), kar je ključnega pomena v obdobjih povečanega povpraševanja zaradi športnih dogodkov (ValueCoders, 2024). Letalske družbe uporabljajo algoritme UI za napovedovanje povpraševanja na podlagi časa v letu, praznikov in športnih dogodkov, kar jim omogoča prilagajanje cen za optimizacijo prihodkov. Na primer, med velikimi športnimi dogodki, kot so olimpijske igre, letalske družbe prilagajajo cene glede na povečano povpraševanje po poletih v kraj dogodka (AirGuide, 2023). Algoritmi jim omogočajo sprotno prilagajanje cen na podlagi trenutnega povpraševanja. Na primer, če se sedeži na letalu hitro polnijo zaradi bližajočega se športnega dogodka, se cena zviša, po drugi strani pa se ta ob velikem številu prostih sedežev zniža, da ljudi spodbudijo k rezervaciji (AirGuide, 2023).

### 3. Izboljšanje varnosti in upravljanja množic

Analiza množic z uporabo računalniškega vida, pri čemer se UI uporablja za spremljanje gostote množic na velikih športnih dogodkih, organizatorjem omogoča, da hitro sprejmejo ukrepe za izboljšanje varnosti in pretoka ljudi (Jacques, 2010).

Leta 2024 je predvidena uporaba UI za izboljšanje analize vedenja množic, kar bo vključevalo štetje oseb, zaznavanje gostote množic, sledenje gibanju in prepoznavanje obrazov za iskanje posameznikov (Intelgic, 2024).

Za olimpijske igre v Parizu je bila načrtovana uporaba UI za upravljanje množic, saj se je pričakovalo več kot 15 milijonov dodatnih obiskovalcev. Tehnologije UI so bile uporabljene za spremljanje tokov obiskovalcev in zagotavljanje varnosti, kar je obsegalo analizo zgodovinskih podatkov in zunanjih dejavnikov, kot so vremenske razmere in promet (Affluences Pro, 2024).

#### 4. Avtomatizirano poročanje in vsebinska kreacija

Medijske hiše uporabljajo algoritme UI za avtomatizirano ustvarjanje poročil in člankov o športnih dogodkih, ki temeljijo na statističnih podatkih in rezultatih, to pa omogoča hitrejšo objavljanje svežih vsebin (Friday, 2024). Kar 79 % športnih direktorjev verjame, da bo avtomatizirano ustvarjanje vsebin močno vplivalo na njihovo poslovanje. Prav tako jih 74 % meni, da bo tehnologija za oddaljeno produkcijo vsebin enako prelomna (Sports Video Group, 2024).

#### 5. Podpora pri odločanju in treningu

Tehnologije UI se uporabljajo za analizo uspešnosti športnikov in ustvarjanje prilagojenih programov za trening (Bodemer, 2023). Virtualni trenerji lahko pomagajo turistom izboljšati njihove športne sposobnosti s prilagojenimi vadbenimi enotami.

#### 6. Izboljšanje izkušnje gledanja

UI omogoča ustvarjanje bogatih virtualnih in obogatenih resničnosti za gledalce, ki se ne morejo v živo udeležiti dogodkov, kar zagotavlja celostno potopitveno (imersivno) izkušnjo gledanja iz udobja doma (Pickman, 2023).

#### 7. Pametni stadioni

Pametni stadioni uporabljajo UI za optimizacijo porabe energije, upravljanje prometa in parkirišč ter personalizacijo izkušenj obiskovalcev s pomočjo aplikacij, ki obiskovalcem sproti ponujajo informacije o čakalnih vrstah, sedežih ter dostopnosti hrane in pijače (Papaloizou, 2023).

Ti primeri prikazujejo, kako je umetna inteligenca že vpeta v različne vidike športnega turizma, od izboljšanja uporabniške izkušnje do pomoči pri organizaciji dogod-

kov in varnosti na njih. Pričakujemo lahko še več inovacij na tem področju, saj tehnologija napreduje.

Multiplikativni učinki športa in športnih dogodkov v turizmu so že dolgo znani. Po eni strani so športniki s svojimi dosežki, karizmo in vrednotami odlični promotorji države kot turistične in športne destinacije. Po drugi strani pa mednarodni športni dogodki pomenijo odlično priložnost za dvig prepoznavnosti in ugleda Slovenije kot turistične destinacije, zlasti za aktiven oddih in priprave športnikov, hkrati pa našo deželo pozicionirajo kot gostiteljico najzahtevnejših športnih dogodkov.

### Uporaba umetne inteligence v športnem turizmu po Ansoffovi in BCG-matriki

Strateško orodje Ansoffova matrika, znano tudi kot Ansoffova matrika rasti ali mreža proizvodov in trgov, je razvil Igor Ansoff, uporablja pa se za pomoč podjetjem pri načrtovanju in analizi strategij rasti. Matrika predlaga štiri različne strategije, ki temeljijo na kombinaciji obstoječih in novih izdelkov ter trgov (Ansoff, 1965).

Športno-turistični centri lahko z uporabo umetne inteligence v strategijah, opisanih v Ansoffovi matriki, izboljšajo svojo konkurenčnost, povečajo prepoznavnost in zadovoljstvo strank ter odkrivajo nove priložnosti za rast in razvoj.

#### 1. Prodiranje na trg

Uporaba UI v trženju prinaša številne prednosti in omogoča optimizacijo trženjskih strategij na več področjih. Po zadnjih podatkih se pričakuje, da bo velikost trga UI v marketingu do leta 2032 dosegla 145,42 milijarde dolarjev (Unite.AI). Globalni trg UI v športu naj bi do leta 2027 rasel s sestavljeno letno stopnjo rasti (CAGR) 29,7 %, kar pomeni, da bo dosegel vrednost 5,25 milijarde dolarjev, do leta 2028 pa 6,69 milijarde dolarjev (KhrisDigital, 2024; Mordor Intelligence, 2024).

Športne ekipe uporabljajo UI za izboljšanje izkušenj navijačev, na primer z virtualnimi resničnostnimi izkušnjami in prilagojenimi vsebinami, podprtimi z UI, ki povečujejo vključenost navijačev. UI se uporablja tudi za optimizacijo navigacije po stadioni in zagotavljanje personaliziranih popustov (Imaginnovation, 2024). Umetna inteligenca omogoča analizo velike količine podatkov za optimizacijo trženjskih strategij in izboljšanje odločanja. Na primer, športne

ekipe uporabljajo strojno učenje za analizo podatkov o igralcih in nasprotnikih, kar omogoča razvoj učinkovitejših strategij igre (Mordor Intelligence, 2024; Imaginnovation, 2024).

UI omogoča oblikovanje oglaševalskih kampanj na podlagi preferenc in vedenja uporabnikov, kar povečuje učinkovitost oglaševanja. Prav tako lahko prepozna najboljše trenutke za prikazovanje oglasov med športnimi dogodki, kar povečuje vpliv oglaševanja (Imaginnovation, 2024). Poleg tega ponuja možnost personalizacije opreme in storitev za športnike in navijače. Na primer, oprema, podprta z UI, kot so pametne ure in tekaški čevlji, se prilagaja potrebam uporabnika, to pa izboljšuje zmogljivost in udobje (Imaginnovation, 2024).

Tehnologije UI omogočajo personalizacijo storitev za stranke, kar zajema prilagojena priporočila glede na preference in vedenje strank. Tako Booking.com, Airbnb in TripAdvisor s prilagojenimi priporočili povečajo angažiranost in zadovoljstvo strank (EPAM Startups in SMBs, 2024). UI se uporablja za optimizacijo operacij v turističnem sektorju, kar vključuje segmentacijo strank in analiziranje razporeditve strank. TravelPerk denimo uporablja UI za segmentacijo trga, s čimer izboljša nagovarjanje ciljnih skupin in zagotavlja boljšo uporabniško izkušnjo (EPAM Startups in SMBs, 2024; McKinsey in Company, 2024).

Umetna inteligenca naj bi do leta 2025 ustvarila dve milijardi dolarjev v športni industriji, kar vključuje izboljšanje zmogljivosti igralcev, povečanje angažiranosti navijačev in optimizacijo operacij na terenu (WorldMetrics, 2024). Poleg tega pomaga pri preprečevanju poškodb z analizo podatkov o obremenitvah, utrujenosti in biomehaniki igralcev. Tako ekipe NFL UI uporabljajo za spremljanje utrujenosti igralcev in načrtovanje rotacij, kar zmanjšuje tveganje za poškodbe (Imaginnovation, 2024; Intuz, 2024).

#### 2. Razvoj trga – Uporaba UI za širitev v nove demografske skupine

Trg umetne inteligence v športu naj bi rasel z 1,6 milijarde dolarjev v letu 2022 na 16,6 milijarde do leta 2032 s sestavljeno letno stopnjo rasti (CAGR) 30,5 % (Custom Market Insights, 2024). Segment za izboljšanje zmogljivosti igralcev je leta 2022 predstavljal več kot četrtino prihodkov na trgu UI v športu in bo ohranil vodilni položaj do leta 2032, medtem ko naj bi segment za

Tabela 2

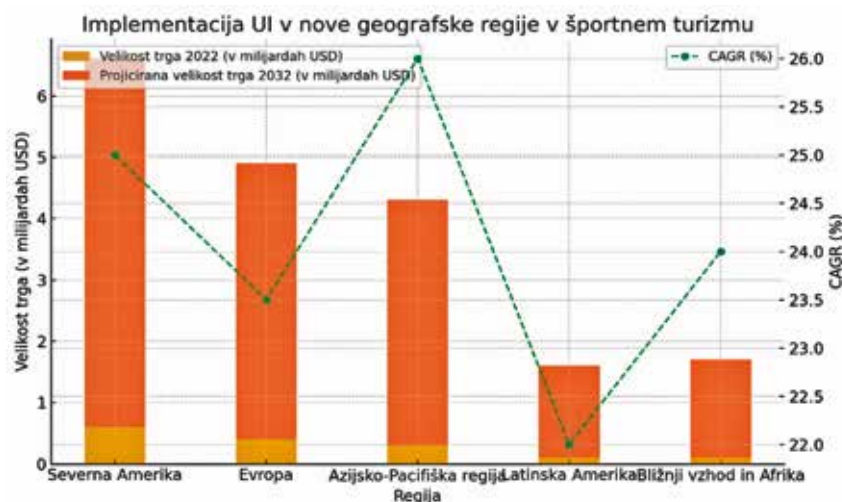
Ansoffova matrika – Uporaba umetne inteligence v športnem turizmu

	Obstoječi trgi	Novi trgi
Obstoječi izdelki/storitve	Prodiranje na trg	Razvoj trga
	Optimizacija trženja z uporabo UI	Uporaba UI za širitev v nove demografske skupine
	Personalizacija izkušenj strank	Implementacija UI v nove geografske regije
	Izboljšanje storitev in ponudbe z uporabo UI	
Novi izdelki/storitve	Razvoj izdelkov/storitev	Diverzifikacija
	Novi tržni segmenti	Razvoj športnih dogodkov in aktivnosti, vodenih z UI
	Virtualni trenerji za športne turiste	Integracija UI s tehnologijami AR (angl. Augmented Reality – obo-gatena resničnost) in VR (angl. Virtual Reality – virtualna resničnost)
	Razvoj aplikacij UI za analiziranje špor-tnih aktivnosti	Oblikovanje popolnoma novih storitev UI za športni turizem

preprečevanje poškodb imel najvišjo CAGR 36,7 % v istem obdobju (GlobeNewswire, 2024).

Strojno učenje omogoča napredno ana-litiko, ocenjevanje tveganja za poškodbe in personalizirane programe treninga za športnike. Računalniški vid se uporablja za sledenje igralcev, prepoznavanje kretenj in analizo videoposnetkov za oceno zmogljivi-vosti (Custom Market Insights, 2024). UI povečuje angažiranost navijačev skozi perso-nalizirane vsebine, interaktivne izkušnje in sprotne vpogleds med športnimi dogodki. Napredne aplikacije vključujejo virtualne resničnostne izkušnje, prilagojene vrhun-ce tekem in optimizacijo tokov navijačev na stadionih (WorldMetrics, 2024; Custom Market Insights, 2024).

Implementacija UI v nove geografske re-gije izboljšuje različne vidike športnega turizma, od operativne učinkovitosti do iz-kušnje obiskovalcev, predvsem pa vpliva na rast trga. Iskanje novih trgov za že razvite športno-turistične proizvode s tehnologi-jami umetne inteligence vključuje upora-bo UI za analizo velikih količin podatkov o demografiji, ekonomskih razmerah in po-tovalnih trendih za prepoznavanje novih geografskih trgov, kjer bi bili ti proizvodi lahko uspešni. Tako lahko UI analizira po-datke o priljubljenosti športnih aktivnosti v različnih regijah in športno-turističnemu centru pomaga prepoznati potencialne nove trge. Prav tako se UI lahko uporabi za segmentacijo trga in ciljanje novih skupin strank, kot so starejši turisti ali družine, ki iščejo športno-turistične aktivnosti. UI lah-ko analizira vedenje uporabnikov na spletu in prepozna trende ter jih nato uporabi za prilagojeno trženje.



Slika 1. Implementacija UI v nove geografske regije v športnem turizmu (Custom Market Insights, 2024)

### 3. Razvoj proizvoda

Razvoj novih športno-turističnih proizvo-dov se močno pospešuje zaradi rastoče priljubljenosti športnega turizma po vsem svetu. Globalni trg športnega turizma je leta 2023 dosegel približno 609,42 milijar-de dolarjev in pričakovati je, da bo do leta 2032 zrasel na približno 2.446,44 milijarde dolarjev, kar predstavlja skupno letno sto-pnjo rasti (CAGR) 16,7 % (Expert Market Research).

Veliki športni dogodki, kot so olimpijske igre, svetovno prvenstvo v nogometu in drugi veliki turnirji, spodbujajo rast špor-tnega turizma. Tako je kanadska vlada teniškemu turnirju OP Kanade (National Bank Open) namenila 9,3 milijona dolarjev za nadgradnjo infrastrukture, kar pove-čuje privlačnost za pasivne turiste, ki radi

spremljajo športne dogodke (Grand View Research, 2024). Segmenti trga vključujejo aktivni turizem, pri katerem se pričakuje, da bo do leta 2030 zrasel s CAGR 17,7 % (Grand View Research, 2024), in pasivni turizem, ki je v letu 2022 predstavljal približno 42,29 % trga, saj se po pandemiji covid-19 poveču-je zanimanje za ogled športnih dogodkov v živo (Grand View Research, 2024). No-stalgija je prav tako pomemben segment, povezan z obiski zgodovinskih prizorišč in muzejev.

Evropa je leta 2022 obvladovala največji tržni delež (38,01 %), saj privablja turiste z ra-znovrstnimi športnimi dogodki in bogato kulturno dediščino, medtem ko naj bi azijsko-pacifiška regija rasla najhitreje, z več kot 18 % CAGR med napovedanim obdobjem, predvsem zaradi naraščajoče priljublje-

nosti mednarodnih športnih dogodkov in rastočega srednjega razreda (Grand View Research, 2024). Napredek v digitalni tehnologiji in spletne rezervacije pomembno prispevajo k rasti trga. Platforme za spletno rezervacijo, kot je MyTicketPro, omogočajo lažje načrtovanje in rezervacijo pri udeležbi na športnih dogodkih, kar povečuje dostopnost in udobje za turiste (Global Market Insights Inc., 2024; Technavio, 2024).

Različne vlade podpirajo razvoj športnega turizma s financiranjem infrastrukture in promocijo športnih destinacij, to pa obsega izboljšanje stadionov, namestitvenih zmogljivosti in transportne infrastrukture, s čimer povečujejo privlačnost destinacij za športne turiste (Global Market Insights Inc., 2024). Uvajanje virtualnih trenerjev za športne turiste je v velikem porastu, saj je bil leta 2020 svetovni trg te dejavnosti ocenjen na 0,5 milijarde dolarjev, do leta 2024 pa se pričakuje, da bo trg dosegel 8,1 milijarde dolarjev (Expert Market Research, 2024). Leta 2020 je bilo okoli 10 milijonov uporabnikov virtualnih trenerjev, do leta 2024 naj bi se število uporabnikov povečalo na 120 milijonov (Global Market Insights Inc., 2024).

#### 4. Diverzifikacija

Integracija umetne inteligence z obogateno resničnostjo (AR) in virtualno resničnostjo (VR) prinaša številne inovacije in rast na teh področjih. Svetovni trg VR je leta 2020 znašal 7,72 milijarde dolarjev, do leta 2027 naj bi zrasel na 26,9 milijarde dolarjev, kar predstavlja sestavljeno letno stopnjo rasti (CAGR) 19 % (Zippia, 2024).

Svetovna poraba za AR- in VR-tehnologijo naj bi do leta 2024 dosegla 72,8 milijarde dolarjev, kar pomeni petletni CAGR 54 % (Zippia, 2024). Umetna inteligenca se uporablja za izboljšanje natančnosti in realističnosti VR-izkušenj, s čimer jih naredi bolj poglobljene in privlačne za uporab-

nike (Full Scale, 2023). Kombinacija UI z AR lahko izboljša digitalne izkušnje z uporabo prepoznavanja slik, sledenja in navigacije z glasovnimi ukazi (Rootquotient, 2023).

Napredek v strojni opremi VR vključuje lažje in udobnejše naglavne komplete, natančnejše sledenje gibanju in bolj poglobljene povratne informacije. Razvoj vmesnikov med možgani in računalniki (BCI) omogoča uporabnikom, da VR-izkušnje upravljajo s svojimi mislimi, kar odpravlja potrebo po kontrolerjih (Full Scale, 2023).

Mešana resničnost (MR), ki združuje AR in VR, postaja vse bolj priljubljena. Apple je z lansiranjem očal Vision Pro postavil nov standard za MR, ki bo vključeval čedalje več UI za analizo podatkov in ustvarjanje virtualne vsebine za uporabnike (International Data Corporation, 2024).

UI se lahko uporabi za ustvarjanje novih, inovativnih športnih dogodkov ali tekmovanj, ki privabljajo nove ciljne skupine in trge. Na primer, organizacija e-športnih turnirjev ali tekmovanj v virtualni resničnosti, ki lahko pritegnejo nove demografske skupine turistov. V zadnjih letih je uporaba naprednih tehnologij, kot sta VR in AR, pomembno vplivala na športni turizem. Te tehnologije omogočajo ustvarjanje bolj interaktivnih in privlačnih izkušenj za turiste. Navidezna resničnost npr. omogoča ogled stadionov in športnih dogodkov na daljavo, kar povečuje dostopnost in privlačnost športnega turizma (Market Data Forecast, 2024).

**Matrika BCG** (Boston Consulting Group Matrix) je strateško orodje, ki se uporablja za analizo portfelja izdelkov ali poslovnih enot podjetja glede na tržni delež in stopnjo rasti trga. To omogoča prepoznavanje najboljših priložnosti za rast in izboljšanje poslovanja. V okviru športnega turizma lahko uporaba UI pomembno vpliva na različne segmente trga (Henderson, 1970).

Zvezde (Stars) so izdelki ali storitve z visokim tržnim deležem na hitro rastočem trgu. V športnem turizmu so to lahko z UI vodeni turistični vodniki in virtualni trenerji za športne turiste. Te tehnologije hitro rastejo in imajo potencial, da postanejo vodilne na trgu.

Krave molznice (Cash Cows) predstavljajo izdelke ali storitve z visokim tržnim deležem na počasi rastočem trgu. V športnem turizmu to vključuje personalizacijo izkušenj strank in optimizacijo trženja z uporabo UI. Personalizacija izkušenj, pri kateri UI analizira podatke o strankah za ustvarjanje prilagojenih priporočil in ponudb, ter optimizacija trženja s pomočjo UI, ki cilja na specifične demografske skupine, so primeri stabilnih in donosnih storitev, ki prinašajo stalni prihodek.

Vprašaji (Question Marks) so izdelki ali storitve z nizkim tržnim deležem na hitro rastočem trgu. V tem segmentu športnega turizma najdemo integracijo UI z AR- ali VR-tehnologijami in razvoj športnih dogodkov, vodenih z UI. Ti projekti imajo velik potencial za rast, vendar trenutno nimajo visokega tržnega deleža. Na primer, organizacija športnih dogodkov v virtualni resničnosti lahko pritegne novo občinstvo, vendar zahteva velika vlaganja in razvoj, preden doseže visoko stopnjo sprejetja na trgu.

Psi (Dogs) so izdelki ali storitve z nizkim tržnim deležem na počasi rastočem trgu. Uporaba UI za širitev v nove demografske skupine in implementacija UI v nove geografske regije trenutno ne prinašata velikega tržnega deleža ali rasti. Na primer, poskusi uporabe UI za prilagajanje ponudb športnega turizma starejšim turistom ali v manj razvitih regijah še niso dosegli pričakovanih rezultatov, saj ta zahteva večjo prepoznavnost in sprejetje novih tehnologij.

Tabela 3  
Matrika BCG za uporabo umetne inteligence v športnem turizmu

	Visoka rast trga	Nizka rast trga
Visok tržni delež	Zvezde Turistični vodniki, upravljani z UI Virtualni trenerji za športne turiste	Krave molznice Personalizacija izkušenj strank s pomočjo UI Optimizacija trženja z UI Izboljšanje storitev in ponudbe z uporabo UI
Nizek tržni delež	Vprašaji Integracija UI z AR- ali VR-tehnologijami Razvoj športnih dogodkov in aktivnosti, vodenih z UI Ustvarjanje popolnoma novih storitev za športni turizem z uporabo UI	Psi Uporaba UI za širitev v nove demografske skupine Implementacija UI v nove geografske regije

Integracija UI v športnem turizmu skozi prizmo BCG-matrike jasno kaže, kako lahko podjetja strateško usmerijo svoja prizadevanja za maksimiranje rasti in donosnosti. Tehnologije, ki trenutno delujejo kot „zvezde“, imajo največji potencial za prihodnjo rast, medtem ko stabilne „krave molznice“ zagotavljajo trajnostne prihodke, ki omogočajo financiranje novih in inovativnih projektov.

## ■ Zaključek

Uporaba umetne inteligence v športnem turizmu prinaša številne inovacije ter odpira nove možnosti za izboljšanje uporabniške izkušnje, optimizacijo poslovnih procesov in ustvarjanje novih storitev. Z naprednimi algoritmi UI lahko športno-turistični centri personalizirajo potovanja in izkušnje, kar omogoča boljše razumevanje potreb in želja strank. To vodi do njihovega večjega zadovoljstva in zvestobe, hkrati pa omogoča dinamično določanje cen glede na povpraševanje, sezono in druge dejavnike.

Analiza trenutne uporabe UI v športnem turizmu skozi Ansoffovo matriko pokaže, da lahko športno-turistični centri povečajo svoj tržni delež, raziskujejo nove trge, razvijajo nove proizvode ter diverzificirajo svojo ponudbo. UI omogoča analizo velikih količin podatkov o demografiji in potovalnih trendih, kar pomaga pri identifikaciji novih trgov in ciljanju specifičnih skupin strank. Razvoj novih športno-turističnih izdelkov, kot so personalizirani športni programi in inovativni športni dogodki, prinaša dodatne možnosti za rast in razvoj.

Pri implementaciji UI se pojavljajo tudi izzivi, kot so etična vprašanja, varstvo zasebnosti in tehnološka kompleksnost. Kljub temu so koristi UI v športnem turizmu izjemno obetavne, saj omogočajo izboljšanje operativne učinkovitosti, varnosti in zadovoljstva strank.

Na koncu je pomembno poudariti ključne smernice za prihodnje raziskave in uvajanje UI v športnem turizmu:

1. Potrebna je poglobljena raziskava o tem, kako lahko UI izboljša personalizacijo uporabniške izkušnje, kar bo pripomoglo k večjemu zadovoljstvu in zvestobi strank.
2. Dinamično oblikovanje cen in ponudbe z uporabo UI bi moralo biti predmet nadaljnjih študij, saj lahko to prinese optimizacijo prihodkov in prilagajanje tržnim pogojem v realnem času.

3. Raziskave bi morale raziskovati potencial UI za analizo in izboljšanje varnosti na športnih dogodkih, kar bi prispevalo k boljši organizaciji in upravljanju množic.
4. Avtomatizirano poročanje in ustvarjanje vsebin z uporabo UI ponujata priložnost za hitrejšo in natančnejšo obveščanje javnosti o športnih dogodkih.
5. Področje podpore odločanju in treniniga športnikov z uporabo UI bi moralo biti predmet nadaljnjih raziskav, zlasti v kontekstu razvoja virtualnih trenerjev in analitike uspešnosti.
6. Izboljšanje izkušnje gledanja s pomočjo virtualne in obogatene resničnosti zahteva dodatno pozornost, saj lahko to občutno spremeni način, kako ljudje doživljajo športne dogodke.
7. Uveljavitev t. i. pametnih stadionov, ki UI uporabljajo za optimizacijo porabe energije, upravljanje prometa in parkirišč ter personalizacijo izkušenj obiskovalcev, je področje, ki zahteva nadaljnje raziskave.

Vse te smernice bodo prispevale k izboljšanju gospodarskega in socialnega vpliva športnega turizma na sodobno družbo, saj bodo omogočile učinkovitejšo organizacijo, večje zadovoljstvo uporabnikov ter nove priložnosti za rast in razvoj v tej hitro rastoči industriji.

Zaključimo lahko, da umetna inteligenca v športnem turizmu ne le izboljšuje uporabniško izkušnjo in poslovno učinkovitost, temveč tudi odpira nove priložnosti za rast in razvoj, kar bo imelo dolgoročne pozitivne učinke na celotno dejavnost.

## ■ Literatura

1. Airey D. in Tribe J. (2007). Developments in Tourism Research. *Elsevier Ltd.*, 268.
2. AirGuide. (25. 4. 2023). How Airlines Are Using Artificial Intelligence (AI) to Optimize Pricing and Revenue. *Aiguide*. <https://airguide.info/artificial-intelligence-ai-and-air-travel-prices/>
3. Ansoff, H. I. (1965). *Corporate Strategy. An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion*. New York: *McGraw-Hill*.
4. Arora, N., Ensslen, D., Fiedler, L., Liu, W.W., Robinson, K., Stein, E. in Schüler, G. The value of getting personalization right—or wrong—is multiplying. *McKinsey & Company*. Next in Personalization 2021 Report. <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/the-value-of-getting-personalization-right-or-wrong-is-multiplying>

5. Berčič, H. (2010). Šport v turizmu – nepogrešljivi sestavni del razvoja trajnostnega turizma v Sloveniji. *Fakulteta za šport*. Univerza v Ljubljani.
6. Bodemer, O. (2023). Enhancing Individual Sports Training through Artificial Intelligence: A Comprehensive Review. *TechRxiv*. <https://www.techrxiv.org/doi/full/10.36227/techrxiv.24005916.v1>
7. Chersulich Tomino, A., Peric, M. in Wise, N. (2020). Assessing and Considering the Wider Impacts of Sport-Tourism Events: A Research Agenda Review of Sustainability and Strategic Planning Elements. *Sustainability* 12(11):4473. *MDPI*. [https://www.researchgate.net/publication/341842682\\_Assessing\\_and\\_Considering\\_the\\_Wider\\_Impacts\\_of\\_Sport-Tourism\\_Events\\_A\\_Research\\_Agenda\\_Review\\_of\\_Sustainability\\_and\\_Strategic\\_Planning\\_Elements#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/341842682_Assessing_and_Considering_the_Wider_Impacts_of_Sport-Tourism_Events_A_Research_Agenda_Review_of_Sustainability_and_Strategic_Planning_Elements#fullTextFileContent)
8. Cheung, S. Y., Mak, J. Y. in Dixon, A. W. (2016). Elite Active Sport Tourists: Economic Impacts And Perceptions of Destination Image. *Event Management*, 20(1), 99–108.
9. Coakley, J. (2021). *Sport in society: issues and controversies*. New York: *McGraw-Hill*.
10. Connect Sports. (2024). Top 10 Sports Tourism Trends for 2024. <https://www.connectsports.com/features/top-10-sports-tourism-trends-for-2024/>
11. Custom Market Insights. (2024). Global AI In Sports Market Size, Trends, Share 2032. *Custom Market Insights*. <https://www.custommarketinsights.com/report/ai-in-sports-market/>
12. Edwards, H. (1973). *Sociology of sport*. Homewood, IL: *Dorsey Press*.
13. EPAM Startups and SMBs. (2024). Artificial Intelligence in Tourism in 2024. <https://startups.epam.com/artificial-intelligence-in-tourism-2024>
14. Expert Market Research. (2024). Sports Tourism Market Size, Growth, Price and Trends 2024–2032. <https://www.expertmarketresearch.com/reports/sports-tourism-market>
15. Friday, J. P. in Soroaye, M. P. (2024). The Rise of AI Journalism: How Algorithms Are Shaping News Content. *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/379478341\\_THE\\_RISE\\_OF\\_AI\\_JOURNALISM\\_HOW\\_ALGORITHMS\\_ARE\\_SHAPING\\_NEWS\\_CONTENT#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/379478341_THE_RISE_OF_AI_JOURNALISM_HOW_ALGORITHMS_ARE_SHAPING_NEWS_CONTENT#fullTextFileContent)
16. Full Scale. (2023). Virtual Reality Development Trends: The Future Is Now. <https://fullscale.io/blog/2023-virtual-reality-development-trends>
17. GlobalData. (2022). Personalization in Travel and Tourism – Thematic Intelligence. <https://www.globaldata.com/store/report/personalization-in-travel-and-tourism-theme-analysis/>
18. Global Market Insights Inc. (2024). *Technological Advancements and Digitalization in AI*

- Applications for Sports Tourism. *Global Market Insights*. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/sports-tourism-market>
19. GlobeNewswire. (2024). AI in Sports Market to Reach \$29.7 Billion by 2032 at 30.1%. *GlobeNewswire*. <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/02/14/2829174/0/en/AI-in-Sports-Market-to-Reach-29-7-Billion-by-2032-at-30-1-CAGR-Allied-Market-Research.html>
  20. Global Market Insights, Inc. (GMI). (2024). Sports Tourism Market Size & Share – *Trends Report*, 2032 <https://www.gminsights.com/industry-analysis/sports-tourism-market>
  21. González-García, R. J., Martínez-Rico, G., Bañuls-Lapuerta, F. in Calabuig, F. (2022). Residents' Perception of the Impact of Sports Tourism on Sustainable Social Development. *Sustainability*. 14(3), 1232.
  22. Goodfellow, I., Bengio, Y. in Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
  23. Grand View Research (2024). Sports Tourism Market Size & Share. *Analysis Report*, 2030. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/sports-tourism-market>
  24. Haziqa, S. (2024). The Current State of AI in Marketing 2024. *Artificial Intelligence*, April 13, 2024. *Unite.ai*. <https://www.unite.ai/the-current-state-of-ai-in-marketing-2024/>
  25. Higham, J. (2021). Sport tourism: a perspective article. *Tourism Review*. *Emerald Publishing Limited*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TR-10-2019-0424/full/html>
  26. Henderson, Bruce D. (1970). The Product Portfolio. *Boston Consulting Group*, 1970. <https://www.bcg.com/publications/1970/strategy-the-product-portfolio>
  27. Hinch, T. D. in Higham, J. (2001). Sport tourism: A framework for research. *International Journal of Tourism Research*, 3(1), 45–58. [https://doi.org/10.1002/1522-1970\(200101/02\)3:1<45::AID-JTR243>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/1522-1970(200101/02)3:1<45::AID-JTR243>3.0.CO;2-A)
  28. Hudson, S. (2003). *Sport and Adventure Tourism*. Routledge.
  29. International Data Corporation. (2024). *IDC Forecasts Robust Growth for AR/VR Headset Shipments Fueled by the Rise of Mixed Reality*. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS49226024>
  30. Imaginovation. (2024). How AI is Transforming the Sports Industry in 2024? <https://imaginovation.net/blog/how-ai-is-transforming-the-sports-industry-in-2024/>
  31. Intelgic. (2024). Crowd Analysis Using Vision AI: 5 Trends to Watch in 2024. <https://inteligic.com/insights/crowd-analysis-using-vision-ai-5-trends-to-watch-in-2024/>
  32. Intuz. (2024). AI in Sports: Practical Uses, Impacts, Examples & Trends. <https://www.intuz.com/blog/ai-in-sports-practical-uses-impacts-examples-trends>
  33. Jacques Junior, J. C. S., Musse, S. in Jung, C. R. Crowd Analysis Using Computer Vision Techniques. *IEEE Signal Processing Magazine* 27, no. 5 (October 2010): 66–77. [https://www.researchgate.net/publication/224172297\\_Crowd\\_Analysis\\_Using\\_Computer\\_Vision\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/224172297_Crowd_Analysis_Using_Computer_Vision_Techniques)
  34. KhrisDigital. (2024). AI In Sports Statistics & Market Size. <https://khrisdigital.com/17-ai-in-sports-statistics-market-size-latest-2024/>
  35. Loborec, V. in Gajić, M. (2011). Ekonomika turizma. *Zavod IRC Ljubljana*. <https://docplayer.net/35708976-Ekonomika-turizma-vesna-loborec-milenko-gajic.html>
  36. Market.us. (2023). Sports Tourism Market. Trends, and Forecast 2023–2032. <https://market.us/report/sports-tourism-market/#overview>
  37. McKinsey in Company. (2024). What are the latest travel trends? <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/what-are-the-latest-travel-trends>
  38. Mordor Intelligence. (2024). AI in Sports Market – Artificial Intelligence – Share, Companies and Size. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/artificial-intelligence-ai-in-sports-market>
  39. Papaloizou, S. (2023). The Future Stadium: How Video Analytics AI is Changing Stadium Experiences., *Ispotek*. <https://www.ipsotek.com/the-future-stadium-how-video-analytics-ai-is-changing-stadium-experiences/>
  40. Pickman, D. (2023). The Use of Virtual Reality and Augmented Reality in Enhancing the Sports Viewing Experience. *International Journal of Arts Recreation and Sports* 1, no. 2: 39–49.
  41. Planina, J. (1990). Ekonomika turizma. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
  42. Pro.Affluences. (2024). Crowd Management During the Paris 2024 Olympic Games: Advice and Strategies. <https://www.pro.affluences.com/post/crowd-management-during-the-paris-2024-olympic-games-advice-and-strategies>
  43. Rootquotient. (2023). Top 5 VR and AR Trends in 2023. <https://www.rootquotient.com/blog/top-5-vr-and-ar-trends-in-2023>
  44. Rossi, A. (2024). Artificial Intelligence Revolutionizes Tourism with Hyper-Personalized Experiences. <https://www.amazon.it/Digital-Media-Tourism-Communication-Personalized/dp/B0D1P49JNB/>
  45. Russell, S. in Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
  46. Scott, P. (2023). The Importance of Personalization in Sports: Providing a More Immersive Experience for Fans. *WSC Sport*. <https://wsc-sports.com/blog/the-importance-of-personalization-in-sports-providing-a-more-immersive-experience-for-fans/>
  47. SiteMinder. (2024). Hotel Dynamic Pricing: Full Guide with Examples. <https://www.siteminder.com/r/hotel-distribution/hotel-revenue-management/hotel-dynamic-pricing/>
  48. Slovenska turistična organizacija (2024). Turizem v številkah. <https://www.slovenia.info/sl/poslovne-strani/raziskave-in-analize/turizem-v-stevilkah>
  49. Sports Video Group. (2024). Survey: Key Innovations on Sports Execs Radar Include Automated Content Creation, *Remote Production*. <https://www.sportsvideo.org>
  50. Standeven, J. in De Knop, P. (1999). *Sport Tourism*. Champaign, IL: *Human Kinetics*.
  51. Suwada K. (2022). Dynamic Pricing in the Age of Machine Learning: How to Apply Dynamic Pricing Strategy Within Your Company. *Nexocode*. <https://nexocode.com/blog/posts/dynamic-pricing-models-implementing-dynamic-pricing-strategy/>
  52. Uradni list RS. (2014). Resolucija o Nacionalnem programu športa v Republiki Sloveniji za obdobje 2014–2023 (ReNPS14–23). <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina?urlurid=20141071>
  53. United Nations World Tourism Organization World Tourism Barometer (2024). International tourism to reach pre-pandemic levels in 2024. [https://webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2024-01/UNWTO\\_Barom24\\_01\\_January\\_Excerpt.pdf?VersionId=IWu1BaPwtJt66kRlw9WxM9Ly7h5.d1](https://webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2024-01/UNWTO_Barom24_01_January_Excerpt.pdf?VersionId=IWu1BaPwtJt66kRlw9WxM9Ly7h5.d1)
  54. ValueCoders. (2024). Transforming Hospitality: AI Dynamic Pricing Strategies. <https://www.valuecoders.com/blog/technology-and-apps/transforming-hospitality-ai-dynamic-pricing-strategies/>
  55. Worldmetrics.org. (2024). AI In Sports Statistics: \$2 Trillion Economic Value Predicted by 2025. <https://worldmetrics.org/ai-in-sports-statistics-2024/>
  56. WorldMetrics. (2024). AI in the Tourism Industry Statistics. <https://worldmetrics.org/ai-in-the-tourism-industry-statistics/>
  57. Zippia. (2023) 25+ Amazing Virtual Reality Statistics. The Future Of VR + AR. 2024. <https://www.zippia.com/advice/virtual-reality-statistics>

mag. Vesna Loborec  
Biotehniški izobraževalni center Ljubljana  
Višja strokovna šola  
vesna.loborec@bic-lj.si





Bojan Jošt

## Kaj pomeni 291 m dolg polet Rjojuja Kobajašija na improvizirani letalnici?

### Izvleček

Japonski skakalec Rjoju Kobajaši je 24. marca 2024 v Hlidarfjallu na severu Islandije na povsem improvizirani letalnici pristal pri 291 m. S tem poletom se je povsem približal novi magični meji poletov na smučeh – 300 m. Problem rekordnega poleta japonskega skakalca je tudi v tem, da ga osrednja krovna športna organizacija Mednarodna smučarska zveza FIS ne more priznati, ker polet ni bil izveden v okviru njenih uradnih tekmovanj. Kakšen smisel pa ima potem, da želi bogati športni sponzor Red Bull nelegitimno in nelegalno prehiteti pristojno športno organizacijo, ki tovrstnih enkratnih poskusov doseganja novih svetovnih rekordov oziroma najdaljših poletov ne priznava? Morda je bil glavni namen – odmevna medijska promocija dogodka in posredno glavnega sponzorja dogodka Red Bulla. Z vidika marketinške logike sponzorja je bil projekt prav gotovo uspešen. Z vidika nadaljnjega razvoja najdaljših poletov na smučeh, ki bi moral potekati pod okriljem FIS, pa prav gotovo ni bil koristen. Po drugi strani je odličen japonski skakalec s poletom 291 m v visoki meri potrdil hipotezo, da se z današnjo opremo in tehniko že da varno poleteti prek 300 m. Da se to še ni zgodilo, je problem v premajhnih letalnicah, ki tovrstne dolžine poletov ne dopuščajo. Prav tukaj se negativno kaže precej zadržano delovanje Mednarodne smučarske zveze, ki ne najde pravih vzvodov za povečanje letalnic. Z njene strani bo najprej potreben prenovljen koncept razvoja letalnic z jasnimi načeli in pravili tega razvoja ter pozneje tudi povsem konkreten načrt povečanja letalnic.

*Ključne besede:* poleti na smučeh, Rjoju Kobajaši, 291 m, razvoj letalnic



## What does Ryoyu Kobayashi's flight at 291 m on an improvised ski-flying hill mean?

### Abstract

On 24 March 2024, Japanese ski jumper Ryoyu Kobayashi flew 291 m on a completely improvised ski-flying hill in Hlidarfjall, northern Iceland. With this flight, he has come very close to the new magical limit of ski flying – 300 m. Yet the problem with the Japanese jumper's record-breaking flight is that it cannot be recognised by the FIS, the main umbrella organisation for the sport, because it was not made in the context of an official FIS competition. What sense does it make, then, that the rich sports sponsor Red Bull should want to illegitimately and illegally overtake the competent sports organisation, which does not recognise such one-off attempts at new world records or longest flights? Perhaps the main purpose was to promote the event in the media and indirectly the main sponsor of the event, Red Bull. From the point of view of the sponsor's marketing logic, the project was certainly a success. However, from the point of view of the further development of the longest ski flying, which should take place under the auspices of the FIS, it was certainly not beneficial. However, the excellent Japanese jumper's 291-metre flight has substantially confirmed the hypothesis that with today's equipment and technique it is already possible to fly safely over 300 m. That this has not happened yet is a problem of too small ski-flying hills, which do not allow this kind of flight length. This is where the rather restrained action of the FIS, which cannot find the right levers to increase ski-flying hills, is having a negative impact. What is needed from the FIS is, first of all, a renewed concept for the development of ski-flying hills, with clear principles and rules for this development, and, secondly, a fully concrete plan for increasing ski-flying hills.

*Keywords:* ski flying, Ryoyu Kobayashi, 291 m, development of ski-flying hills

## Uvod

Polet japonskega skakalca Rjojuja Kobajašija, dolg 291 m, je postal prava spletna medijska senzacija. V očeh številnih ljubiteljev poletov na smučeh je bil dosežen tudi nov svetovni rekord! Priprave na ta polet so potekale dokaj prikrito pred strokovno javnostjo in očitno tudi brez soglasja osrednje panožne športne organizacije – Mednarodne smučarske zveze (v nadaljevanju: FIS). Ta naj bi legitimno skrbel za razvoj najdaljših poletov na smučeh. Te poti pa očitno ne spoštujejo vsi akterji športa, med katerimi se je pojavil tudi Red Bull, ki slovi kot sponzor športnikov in športa nasploh. Problem tega sponzorja športa je prav gotovo v tem, da se je za ta posamični dogodek odločil povsem mimo pristojne krovne športne organizacije. Prav gotovo se je nove največje daljave poletov na smučeh razveselil japonski skakalni zvezdnik, ki je medijsko reklamiral 291 m dolg polet kot nov svetovni rekord (Slika 1).

V medijih, ki se spoznajo na področje priznavanja svetovnih rekordov v skokih, je bila takoj navedena dopolnitev, da gre zgolj za neuradni svetovni rekord. Najvišja krovna športna organizacija FIS ne priznava svetovnih rekordov. Za takšno priznavanje nima sprejetih ustreznih meril in kriterijev. Dejstvo je, da se že od vsega začetka razvoja smučarskih skokov zapisujejo najdaljši



Slika 1. Reklamiranje svetovnega rekorda 291 m  
Opomba. Povzeto po <https://www.redbull.com/int-en/ryoyu-kobayashi-ski-jumper-makes-history>



Slika 2. Zaletišče improvizirane letalnice je bilo precej daljše od zaletišča planiške letalnice  
Opomba. Povzeto po <https://www.redbull.com/int-en/ryoyu-kobayashi-ski-jumper-makes-history>

poleti. Te bi lahko, glede na dotik skakalca s podlago, ločili v dve podkategoriji najdaljših poletov na smučeh. V prvi skupini so poleti, ki so jih skakalci izvedli brez dotika podlage, v drugi skupini pa so najdaljši poleti z dotikom oziroma padcem. Na podlagi te vsebinsko dokaj jasne kriterijske delitve bi lahko vodili dve ločeni evidenci najdaljših poletov. Tako pa se poleti z dotikom ves čas povsem zanemarjajo in niso deležni nobene medijske slave in pozornosti. Prav gotovo bi morala najvišja krovna panožna organizacija oblikovati natančno zgodovinsko lestvico najdaljših poletov v obeh

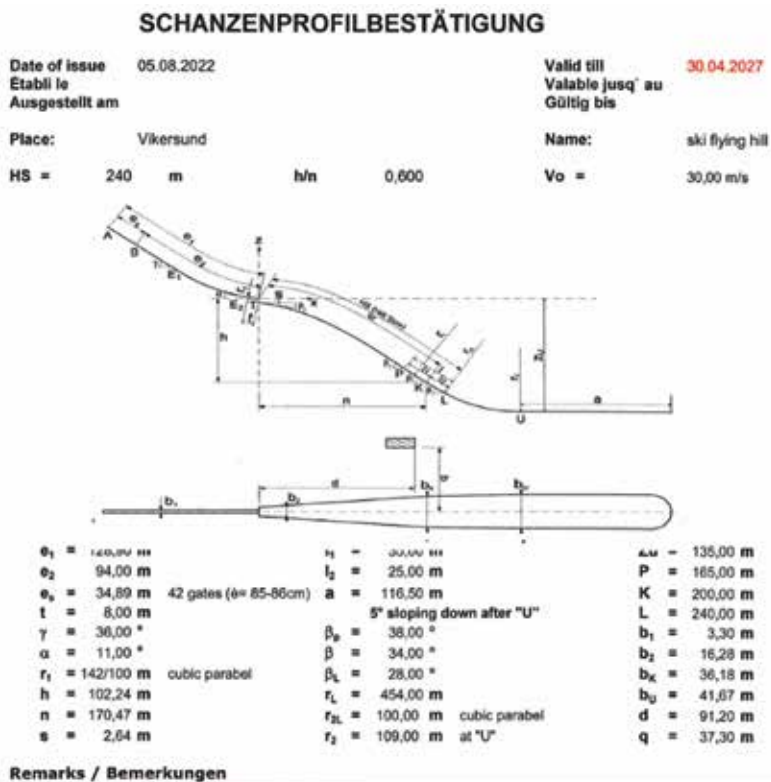
kategorijah. S tem bi izkazala spoštovanje letalcem kot tudi rekordnemu poletu, kajti doseči najdaljši polet, tudi tistega z dotikom, je velik dosežek tako za letalca kot športno organizacijo. Koliko je ta dosežek pri doskoku z dotikom resnično vreden, pa bo vedno predmet razprave in verjetno nikoli dokončana zgodba. Rekordni v smučarskih skokih ne morejo biti primerljivi z rekordnimi dosežki v atletiki, plavanju in tistih športih, pri katerih so ti doseženi v dokaj enakih in medsebojno primerljivih pogojih.

Problem rekordnega poleta japonskega skakalca pa je tudi v tem, da ga osrednja krovna športna organizacija FIS ne more priznati, ker polet ni bil izveden v okviru njenih uradnih tekmovanj. Kakšen smisel pa potem ima, da želi bogati sponzor nelegitimno in nelegalno prehiteti pristojno športno organizacijo, ki tovrstnih enkratnih poskusov doseganja novih svetovnih rekordov oziroma najdaljših poletov ne priznava. Na spletnem sestanku 17. junija 2024 je predstavnik Red Bulla in projektni vodja Bernhard Rupitsch izbranim članom FIS in članom znanstvene komisije FIS (WG Science and Ski jumping) v neformalnem pogovoru predstavil nekatere značilnosti izvedbe projekta. Ideja za ta eksperiment je stara že 16 let. Prava zamisel se je pojavila v Avstriji pred 14 leti. Takrat je poskušal s prvim načrtom gradnje 300-metrške letalnice. V takratnem eksperimentu naj bi sodelovala dva odlična avstrijska skakalca Thomas Morgenstern in Gregor Schlierenzauer. Projektu je takrat nasprotovala avstrijska smučarska zveza. Zaradi tega nasprotovanja se je po dveh letih projekt končal. Po nekaj letih je projekt ponovno oživel. V njem naj bi sodeloval japonski skakalni zvezdnik Rjoju Kobajaši. Lokacija je bila izbrana na Islandiji (start zaletišča na 1100 m nadmorske višine, nizka temperatura, 1 km dolgi naravni teren brez gradbenih posegov v teren).

Vzdolžni profil terena improvizirane letalnice HS 300 m naj bi bil povzet po profilu planiške letalnice HS 240 m, ki je najbolj priljubljena pri japonskem skakalcu. Tudi nadmorska višina obeh letalnic je precej podobna. Profil planiške letalnice je bil najprej izmerjen neposredno na terenu, nato pa je

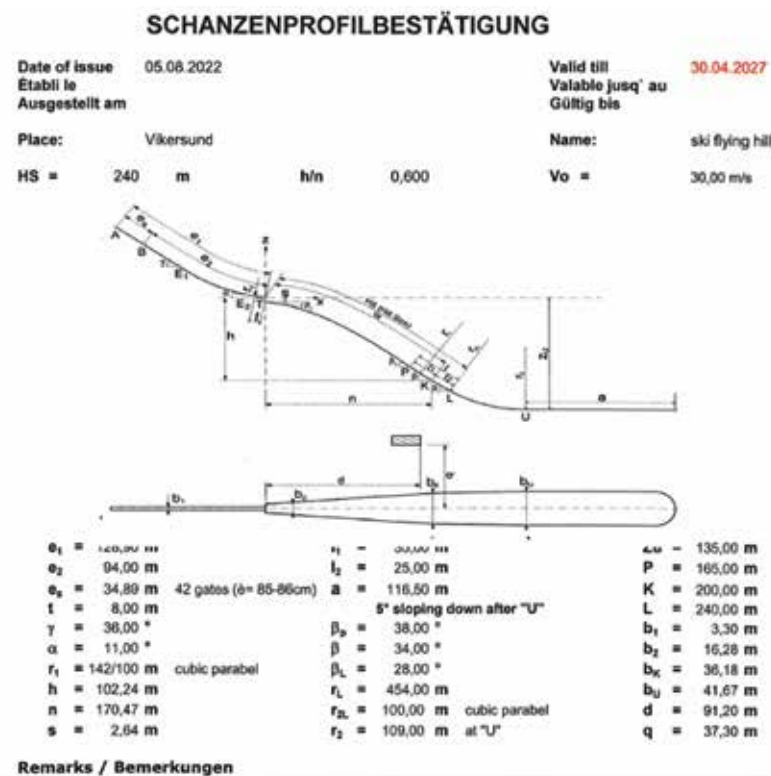
bila narejena primerjava s podatki o profilu na internetni strani FIS. Planiške letalnice ni bilo mogoče kopirati na zaletišču. Poskusna letalnica je imela bolj blago zaletišče (30 kotnih stopinj) kot planiška letalnica z naklonom zaletišča 35 kotnih stopinj. Zaletna smučina je bila zaradi blage strmine zato znatno daljša od planiške (zaletna smučina je bila izdelana s pomočjo posebnih desk). Da bi dosegli zaletno hitrost med 105 km/h in 110 km/h, so izbrali in naredili 175 m dolgo zaletno smučino (Slika 2).

Zaletna smučina se je drugi dan eksperimenta precej poslabšala in je ni bilo več mogoče podaljšati. Prehodni lok zaletišča je bil podoben planiškemu, dolžina odskočne mize je znašala 8 m, naklon odskočne mize je bil 11 kotnih stopinj in višina odskočne mize 2 m. Izmerjena hitrost (izmerjena z lasersko napravo) med eksperimentom se je spreminjala med 105 km/h in 108 km/h. Naklon doskočišča je bil v zgornjem delu med 40 in 41 kotnimi stopinjami. Želeli so si sicer tak naklon, kot je pri planiški letalnici, 35 kotnih stopinj. Naklon doskočišča v drugem delu je ostal med 33 in 34 kotnimi stopinjami vse do razdalje 380 m. Potem je sledil spodnji prehodni lok z naklonom 28 kotnih stopinj pri točki 400 m. Iztek je potekal pri naklonu 10 kotnih stopinj, pri zadnjih 100 m je bil iztek vodoraven. Priprava letalnice je v začetni fazi vključevala štiri teptalnike (Pistenbully machine). V sklepnem delu je pri pripravi profila letalnice sodelovalo od 60 do 70 ljudi. Prvi dan, 23. aprila 2024, so bili opravljeni štirje poleti in dan pozneje trije. Za kontrolo vetra so imeli na voljo tri merilnike hitrosti vetra. Da bi se izognili vplivu vetra, so poskusom začeli ob šesti uri zjutraj. Širina doskočišča je dosegla 60 m (predpisana širina je 40 m). Maksimalna višina leta ni preseгла petih metrov. Profil letalnice se je zdel dokaj primeren. Poleti so bili izvedeni s standardno opremo japonskega skakalca. Ob letalnici ni bila zgrajena predpisana varnostna ograda (postavljena je bila zgolj mreža). Nadaljevanje projekta je s strani Red Bulla možno. Treba pa bo najti optimalno lokacijo in prave športnike. Prav slednje sporočilo predstavnika Red Bulla je bistveno. Treba bo najti pravo lokacijo za polete čez 300 m in razvijati pogoje za razvoj najdaljših poletov v okviru delovanja FIS. Samo ta pot je legitima in legalna. Vse drugo je zgolj velika in nevarna improvizacija. Profil improvizirane letalnice je precej odstopal tako od planiške letalnice kot tudi letalnice v Vikersundu. To sta danes največji letalnici na svetu, na katerih je bilo doslej



Slika 3. Homologacijsko potrdilo za letalnico v Vikersundu

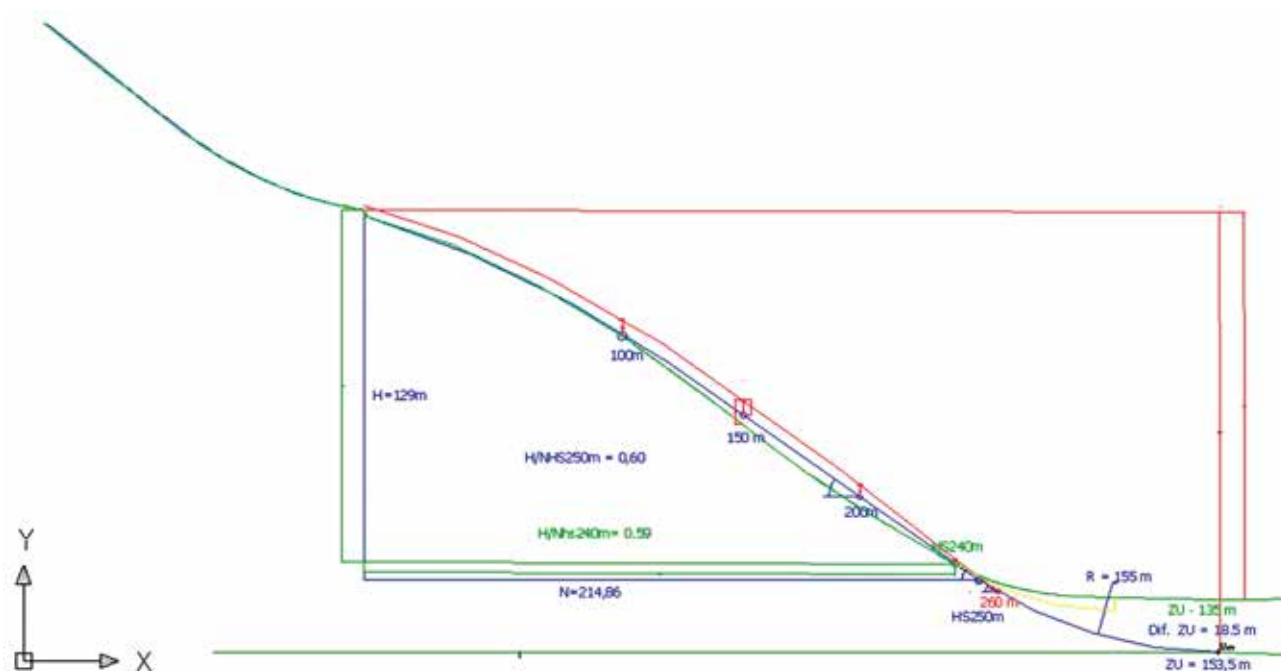
Opomba. Povzeto po trenutno veljavni homologaciji FIS (<https://www.fis-ski.com/DB/ski-jumping/homologations.html>)



Slika 4.

Značilnosti planiške letalnice

Opomba. Povzeto po trenutno veljavni homologaciji FIS (<https://www.fis-ski.com/DB/ski-jumping/homologations.html>)



Slika 5. Model vzdolžnega profila letalnice HS 250 m

doseženih tudi največ rekordnih poletov. Obe imata možnosti postopnega razvoja rekordnih poletov na smučeh.

Današnja tehnika poletov in z njo povezana oprema že dovoljujeta polete prek 300 m (Jošt, Čoh in Vodičar, 2013). To je skoraj potrdil tudi pričujoči eksperiment. Zmanjkalo je le 10 m. Trenutni rekord v poletih na smučeh, ta znaša 253,5 m, je leta 2017 dosegel Avstrijec Stefan Kraft na letalnici v Vikersundu. Rekordni polet je bil dosežen na letalnici HS 225 m oziroma današnji HS 240 m. Polet Stefana Krafta je potekal pri majhni zaletni hitrosti 99,6 km/h, ugodnih vetrovnih razmerah in razmeroma nizki krivulji leta, ki je za letalnico v Vikersundu tipična. Letalnica leži na nizki nadmorski višini in ima zato dokaj ugodne aerodinamične pogoje za polete na smučeh. Doskok v točki rekordne dolžine 253,5 m je bil izveden brez telemarka z namenom, da skakalec vzdrži velik pritisk ob stiku s podlago in ravnotežni položaj. Ublažitev velikega pritiska na podlago in ohranjanje ravnotežnega položaja je Stefan Kraft izvedel v značilnem nizkem položaju globokega počepa. Vrhunski avstrijski skakalec je moral pokazati izjemno gibalno spretnost, da mu je uspelo skok opraviti brez dotika telesa s podlago. Njegov polet je meril kar 28,5 m čez točko velikosti skakalnice pri 225 m (HS – hill size). To je bila neverjetna prekoračitev točke velikosti letalnice, zato je Mednarodna smučarska zveza letalnico HS 225 m 12. marca

2018 zgolj na papirju pretvorila na velikost HS 240 m (Slika 3).

Rekordni polet Stefana Krafta je bil ne glede na zgolj papirno povečanje točke velikosti skakalnice na velikost HS 240 m izveden kar 13,5m prek te točke. Letalnica v Vikersundu ima pri novi točki velikosti letalnice HS 240 m naklon zgolj 28 kotnih stopinj. Ta pa se je do točke 253,5m še značilno pomanjšal. Skakalec je bil tako kot vsi drugi, ki so poleteli v bližino rekordne daljave, močno izpostavljen nevarnosti padca in poškodb. Letalnica v Vikersundu ima – zaradi nizke nadmorske višine letalnice – zelo dobre aerodinamične pogoje za letenje na smučeh. Dolgi poleti se tako lahko dosežejo pri razmeroma majhni zaletni hitrosti in tudi nizki krivulji leta.

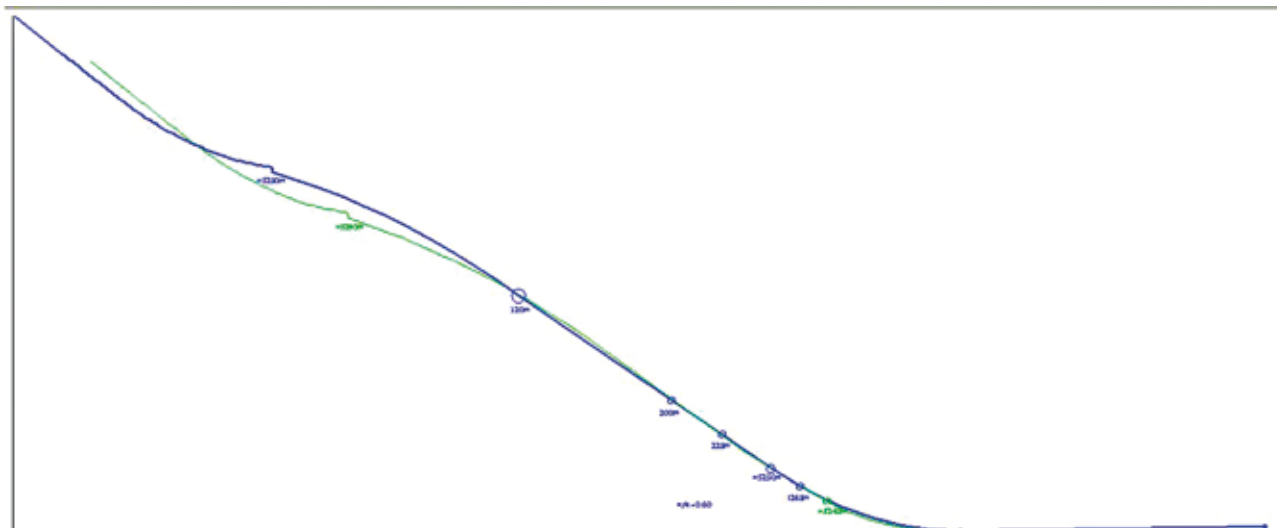
Precej drugačna aerodinamična situacija je na planiški letalnici, ki je sicer po velikosti podobna letalnici v Vikersundu (Slika 4).

Planiška letalnica leži na precej višji nadmorski višini. Zaradi ugodne lege letalnice se lahko zlasti v dopoldanskem času pri ugodnem vzgonskem vetru dosežejo tudi rekordne daljave. Na finalu svetovnega pokala v Planici 2018 je Avstrijec Gregor Schlierenzauer poletel na točko do tedaj najdaljšega poleta 253,5 m. Polet je bil izveden v kvalifikacijski seriji 22. marca 2018 s šestega zaletnega mesta pri zaletni hitrosti 102,9 km/h. Vetrovne razmere za njegov polet so bile odlične (vzgonski veter +1,87 m/s). Pri

točki 125 m je letel približno 8,3 m visoko nad hrbtiščem letalnice. Kot letenja glede na horizontalo je znašal v tej točki poleta 36 kotnih stopinj. Pri doskoku je imel Gregor Schlierenzauer visok vpadni kot doskoka 17 kotnih stopinj. Avstrijskega skakalca je polet presenetil – že pri 220 m je tako začel zavirati polet in se pripravljati na doskok. Doskok avstrijskega šampiona se je zaradi visokega pritiska končal v globokem počepu in z dotikom rok s snežno podlago.

Želja po novem rekordnem poletu seveda ostaja in predstavlja magnet, ki privlači veliko množico ljubiteljev smučarskih poletov. Novi rekordni poleti pa so glede na sedanjo velikost obeh letalnic preprosto prenevarni za smučarje skakalce. V nevarnosti so predvsem najboljši skakalci. Odličen japonski skakalec Rjoju Kobajaši je v Planici 24. marca 2019 poletel 252 m in le s težavo doskočil brez dotika s podlago.

Praktični primeri najdaljših poletov tako kažejo na nujnost povečanja največjih letalnic na svetu. Za polete prek trenutnega najdaljšega poleta bi se morala v skladu s trenutnimi pravili FIS zgraditi letalnica velikosti najmanj HS 250 m. Tako bi bila točka sedanjega svetovnega rekorda locirana na koncu doskokišča letalnice, ne pa v spodnjem prehodnem loku izteka letalnice. Pri razvoju profila povečane letalnice bi bilo pametno upoštevati možnost nadaljnje razvoja letalnice vse do velikosti poletov čez novo magično mejo 300 m. Namen



Slika 6. Za varno preseženje rekordnega poleta 253,5 m bi se morala planiška letalnica povečati vsaj na velikost HS 250 m

pričujoče študije je prikazati možnosti za postopni razvoj vzdolžnega profila letalnice do velikosti HS 300 m.

## Metode

Za izhodišče postopnega razvoja je bil izbran vzdolžni profil planiške letalnice (profil letalnice HS 215 m iz leta 2009 in profil letalnice HS 225 m iz leta 2015). Današnji profil planiške letalnice HS 240 m je dokaj podoben letalnici HS 240 m v Vikersundu. Osnovni podatki o vzdolžnem profilu planiške letalnice so povzeti iz homologacijskega dokumenta FIS. Načrtovanje povečanih profilov letalnic je potekalo v programu za računalniško podprto konstruiranje AutoCAD. Načrtovanje modelov vzdolžnih profilov letalnic je bilo izvedeno v 2D-formatu. Izbrani sta bili dve velikosti postopno povečane letalnice HS 250 m in HS 300 m. Pri prikazovanju geometrijskih razsežnosti vzdolžnih profilov povečanih letalnic je bil izhodiščni referenčni prostor postavljen na rob odskočne mize manjše letalnice.

## Rezultati in razlaga

### Povečanje letalnice na velikost HS 250 m

Sedanja planiška letalnica HS 240 m bi se morala za novo rekordno dolžino poleta prek 253,5 m povečati na velikost najmanj HS 250 m (Slika 5). Pri tem bi morala točka velikosti skakalnice HS 250 m pomeniti začetek faze doskoka, in ne njen konec, kot je to v sedanjih pravilih mednarodne smučarske zveze FIS (FIS, 2023). Na tej letalnici bi

se dalo varno poleteti do 260 m. Razvoj takšnega vzdolžnega profila letalnice bi moral upoštevati več vidikov oziroma načel:

- načelo varnega poleta prek 253,5 m,
- načelo varne letalnice za vse skakalce, tudi tiste najslabše v hipotetično najtežjih razmerah, ter
- načelo atraktivnosti poletov za gledalce ob letalnici in pred televizijskimi zasloni.

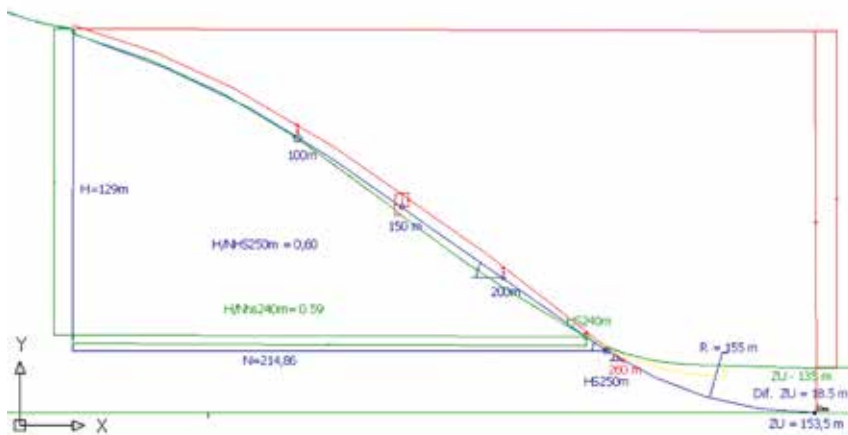
Bistvene spremembe glede na sedanje letalnice HS 240 m bi se zgodile na doskočišču nove letalnice HS 250 m. Izvedba večje letalnice HS 250 m z možnostjo maksimalnega poleta 260 m bi od FIS zahtevala spremembo dovoljenih izbranih ključnih geometrijskih razsežnosti letalnice. Pri tem se mora glede na sedanje letalnice HS 240 m bistveno povečati razdalja  $Z_u$  na 153,5 m.

To pomeni, da bi morala FIS dovoliti povečanje te razdalje za 18,5 m. Nekateri strokovnjaki razmišljajo, da bi bilo dovolj že povečanje za 5 m. Tako minimalno povečanje bi morda zgolj ublažilo polete do 250 m, nikakor pa ne bi omogočilo varnega letenja čez 253,5 m. To povečanje sedanje največje letalnice bi bila zgolj cenena, lahko tudi trenutno koristna kompromisna rešitev za kratek čas. Pristojni na FIS morajo spoštovati lastna pravila o določanju bistvenih parametrov vzdolžnega profila letalnic. In najmanj, kar je, tudi spoštovati določilo o velikosti doskočišča (HS). Konec doskočišča mora omogočiti varen doskok (zaželeno v telemark) za vse skakalce, slabše in odlične. Za normalno povečavo letalnice na velikost HS 250 m bo tako treba poseči

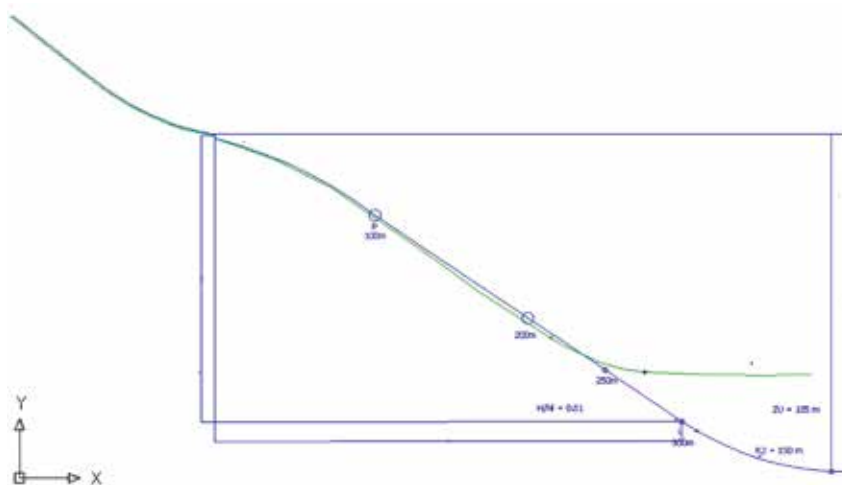
po dokaj obsežnih gradbenih posegih na doskočišču obstoječih letalnic in predvsem v njihovem spodnjem prehodnem loku. To pa verjetno za obe največji letalnici na svetu, v Planici in Vikersundu, predstavlja velik gradbeni in finančni problem. Seveda se sedanja planiška letalnica HS 240 m lahko poveča tudi zgoraj s pomikom odskočne mize (Slika 6). To bi terjalo novo zaletišče in obsežen gradbeni poseg na odskočni mizi in prvem delu doskočišča nove letalnice HS 250 m.

Povečana letalnica HS 250 m bi morala biti zgrajena po geometrijskih značilnostih, ki ustrezajo sodobni tehniki leta najboljših skakalcev sveta in hkrati zagotavljajo čim bolj varne polete najslabšim letalcem. Na vzdolžnem profilu doskočišča povečane letalnice HS 250 m bi se lahko odpravil vzdolžni lok med točko P in točko L. To bi zagotovilo bolj enakomerno občutljivost glede dolžine poletov na celotni dolžini pristajalnega dela doskočišča.

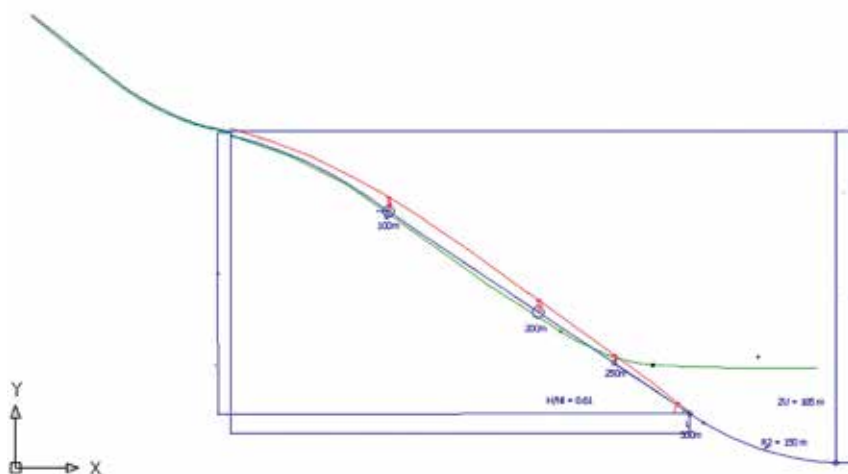
Sedanji vzdolžni lok med točkama P in L dviguje višino leta, ki se v točki 150 m od roba odskočne mize lahko poveča tudi do 3,0 m. Brez tega vzdolžnega loka bi bila višina leta v osrednjem delu poleta lahko bolj enakomerna in predvsem nižja. Pristojni na FIS bi lahko počasi spremenili način ovrednotenja nekaterih ključnih parametrov doskočišča skakalnic in letalnic. Razmerje  $H/N$  se še vedno izračunava na točko K. Ta pa je na letalnici postavljena na točko 200 m, torej 53,5 m pred sedanjim svetovnim rekordom. Takšno vrednotenje je morda lahko primerno za 15-metrške skakalnice, težko pa je primerno in smiselno za letal-



Slika 7. Simulacija 253,5 m dolgega poleta Gregorja Schlierenzauerja na povečani letalnici HS 250 m



Slika 8. Vzdolžni profil letalnice HS 300 m



Slika 9. Simulacija poleta Gregorja Schlierenzauerja (dolžina 253,5 m) na povečani letalnici HS 300 m

nico. Razmerje  $H/N$  je ključno za določitev točke velikosti skalalnice ob koncu doskočišča, ne pa na njegovem srednjem delu. Točka K je bila verodostojna v času, ko točka velikosti skalalnice ni odstopala od nje ( $K = L$ ). Danes pa so med njima velike razlike. V zadnjih 30 letih se pri načrtovanju ključnih geometrijskih elementov vzdolžnega profila letalnic ni spremenilo praktično nič. Še vedno se načrtovalci profilov skalalnic in letalnic bolj opirajo na zapletene in težko razumljive matematične teoretične enačbe (Gasser, 2008) kot pa na empirične strokovne ugotovitve raziskav na področju proučevanja kinematičnih značilnosti leta smučarjev skalalcev (Jošt, Vodičar, Štuhec in Vertič, 2009; Jošt, Ulaga in Vodičar, 2013).

Če bi bilo doskočišče med točkama P in L ravno brez loka, bi bil naklonski kot med točkama za vse skalalce enak in nespremenjen. Ravna linija doskočišča bi bolj pravično odrazila kakovostno razliko letalcev in izenačila zahtevnost doskoka za vse letalce. Avstrijski skakalec Gregor Schlierenzauer bi lahko pri poletu 253,5 m na povečani letalnici HS 250 m pri maksimalni višini leta približno 5,5 m brez težav doskočil v telemark pri dolžini poleta 255 m (Slika 7).

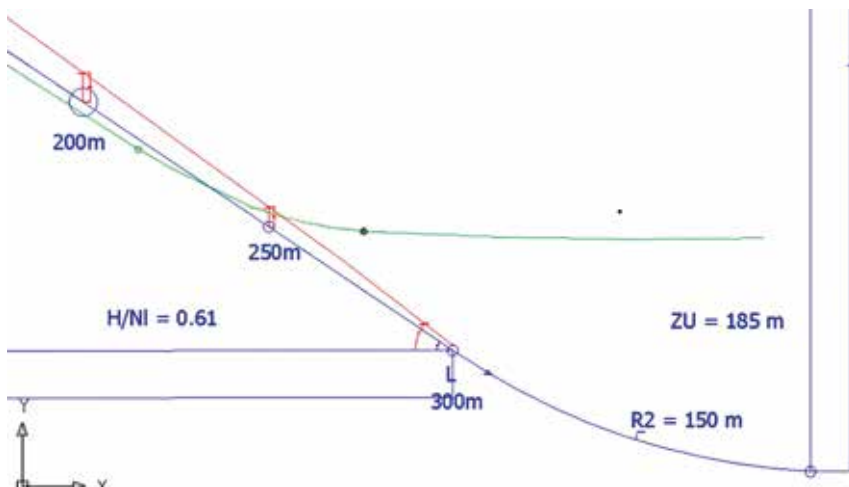
### Povečanje letalnice na velikost HS 300 m

Povečava letalnice na velikost HS 250 m bi omogočila zgolj varen polet prek trenutnega najdaljšega poleta 253,5 m. Za polete prek 300 m pa je potreben povsem nov konceptualni pristop. Načrtovanje letalnice HS 300 m je smiselno, ker današnja tehnika smučarskih skokov že dopušča varne polete do dolžine 300 m (Jošt in Vodičar, 2019). To je na improvizirani letalnici z 291 m dolgim poletom dokazal tudi japonski skakalec Rjoju Kobajaši. Za izdelavo vzdolžnega profila letalnice HS 300 m je bil uporabljen vzdolžni profil planiške letalnic HS 215 m iz leta 2009. Vzdolžni profil te letalnice je bil dokaj prijazen za slabše in povprečne letalce ter hkrati dopušča razmeroma enostavno povečanje letalnice na velikost HS 300 m. Na tako povečani letalnici bi lahko švicarski skakalec Simon Ammann pri 233 m dolgem poletu leta 2009 že poletel prek 300 m (Jošt, 2010). Višina njegovega takratnega poleta pri 195 m je znašala 10 m. Letalnica HS 300 m (Slika 8) bi bila precej večja od današnje planiške letalnice.

Profil zaletišča in odskočne mize se ne bi spreminjal. V prvem delu doskočišča ne bi bilo večjih sprememb. Med točko P (začetek doskoka) in točko L (konec doskoka)

bi bilo ravno doskočišče brez vzdolžnega prehodnega loka. Naklon doskočišča med obema točkama bi bil po celotnem doskočišču enak (34 kotnih stopinj). Simulacija poleta Gregorja Schlierenzauerja (Slika 9) je pokazala, da bi lahko pri 253,5 m dolgem poletu na povečani letalnici HS 300 m poletel prek 300 m in pri tem opravil doskok v telemark.

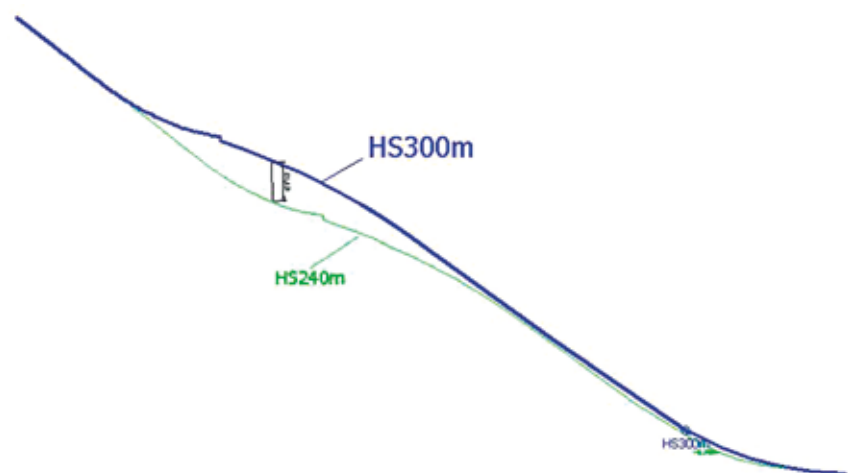
Gregor Schlierenzauer bi lahko na povečani planiški letalnici HS 300 m poletel približno 304 m. V zaključnem delu poleta bi lahko dosegel pristajalni kot leta tik pred doskokom 38 kotnih stopinj. Letalnica bi dopuščala najdaljše polete do 310 m pri naklonu doskočišča letalnice 30 kotnih stopinj. Po doskoku (Slika 10) bi letalnica imela večji prehodni lok ( $R2 = 150$  m).



Slika 10. Večji spodnji prehodni lok letalnice HS 300 m po doskoku

Vertikalna razdalja med robom odskočne mize in najnižjo točko ob koncu spodnjega prehodnega loka (ZU) bi znašala 185 m. Ta razdalja bi bila za kar 50 metrov večja od razdalje (ZU = 135 m) na današnjih največjih letalnicah HS 240 m v Planici in Vikersundu.

Postopne povečave letalnice do velikosti HS 300 m bodo vse obsežnejše in tudi vse dražje. Terjale bodo vse več naravnega prostora. Zato bi bilo verjetno smiselno že pri naslednji povečavi določiti lokacijo letalnice, ki bo omogočila optimalno povečavo vse do velikosti HS 300 m. V Planici je razvoj letalnice mogoč na trenutni lokaciji po dveh različicah položaja vzdolžne osi letalnice.

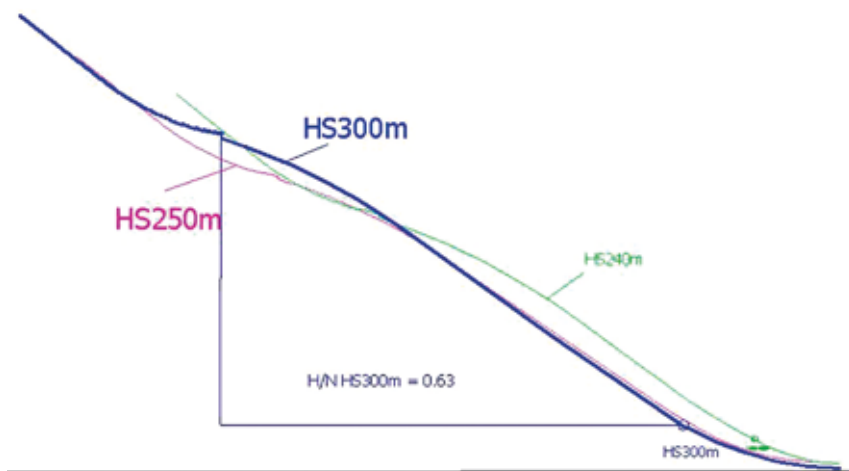


Slika 11. Letalnica HS 300 m na sedanji vzdolžni osi planiške letalnice HS 240 m

Različica z isto postavitvijo vzdolžne osi planiške letalnice HS 300 m (Slika 11) bi zahtevala velike gradbene posege na zaletišču, odskočni mizi in prvi polovici doskočišča. Največja težava te različice bi bila ustrezna vetrovna zaščita prve polovice doskočišča.

Različica z novo postavitvijo vzdolžne osi planiške letalnice HS 300 m (Slika 12) bi zahtevala rahlo rotacijo vzdolžne osi v desno smer.

Prednost te različice je prav gotovo boljša umeščenost vzdolžnega profila v naravni teren. Letalnica HS 300 m bi bila naravno boljše zaščiten pred neugodnim vplivom vetra (tudi umetna zaščita pred vetrom bi bila cenejša). Višina leta bi bila bolj nizko nad naravnim terenom ob doskočišču letalnice. Nad doskočiščem letalnice bi se prav gotovo izboljšala termika, kar bi olajšalo dolge polete. Ob doskočišču letalnice bi lahko uredili naravne tribune za gledalce. Vzdrževanje letalnice bi bilo manj zahtev-



Slika 12. Različica z novo postavitvijo vzdolžne osi letalnice HS 300 m

no in cenejše. Ne glede na končno rešitev povečanja planiške letalnice je prav, da se v Planici ohrani bogata kulturna tradicija in zagotovi njen nadaljnji razvoj. Samo s tem se bo ohranjala njena zgodovina (Planica, 1999) in zagotovila svetla prihodnost.

## ■ Zaključek

Polet Rjojuja Kobajašija na improvizirani letalnici, dolg 291 m, je potrdil hipotezo, da so lahko poleti prek nove magične meje 300 m povsem dosegljivi s trenutno opremo smučarjev skakalcev. Za polete prek 300 m bi bilo modro izbrati postopen razvoj trenutnih letalnic, med katerimi sta morda še najprimernejši trenutno največji letalnici HS 240 m v Planici in Vikersundu. Prvi korak postopnega razvoja letalnic prav gotovo predstavlja povečanje letalnice za varno preseganje trenutnega najdaljšega poleta 253,5 m. To bi bilo mogoče doseči na letalnici velikosti HS 250 m. Ta najmanjša povečava letalnice bi že povzročila velik poseg v spodnji del doskočišča in iztek obeh trenutno največjih letalnic v Planici in Vikersundu. Letalnica HS 250 m bi zahtevala povečanje vertikalne razdalje med robom odskočne mize in najnižjo točko izteka za vsaj 18,5 m. Na takšni letalnici bi odlični japonski skakalec Rjoju Kobajaši brez težav povečal rekordno dolžino poletov prek 253,5 m. Daljši poleti prek 260 m pa bi terjali povsem nov koncept razvoja letalnice vse tja do velikosti letalnice HS 300 m. Možen je enkratni in postopni razvoj letalnice do velikosti HS 300 m.

Letalnica HS 300 m bo precej večja od današnje največje letalnice HS 240 m. Na zaletišču, odskočni mizi in prvem ločnem delu doskočišča ne bi bilo večjih sprememb. V osrednjem delu doskočišča med točkama P in L bi se lahko odpravil vzdolžni lok, ki po nepotrebnem dviguje krivuljo leta in povzroča neenake pogoje z vidika doseganja dolžine poletov. Vzdolžni lok bi se lahko nadomestil z ravnim doskočiščem, pri katerem bi bil naklon ves čas enak pri 34 kotnih stopinjah. Ta naklon povsem ustreza najslabšim in tudi najboljšim letalcem. Bistvena sprememba pri vzdolžnem profilu doskočišča in spodnjega prehodnega loka v izteku bi nastala pri velikosti vertikalne razdalje (ZU) med robom odskočne mize in najnižjo točko izteka. Ta bi se s sedanjih 135 m povečala na 185 m. Razlika bi bila kar 50 m. Letalnica HS 300 m bi bila tudi precej širša na doskočišču in izteku. Celotna dolžine povečane letalnice bi se povečala za

približno 100 m in bi znašala okoli 600 m. Modeli vzdolžnega profila letalnice HS 300 m so bili že narejeni in preverjeni s pomočjo simulacije konkretno izvedenih odličnih poletov izbranih vrhunskih skakalcev. Poleti na takšni letalnici bodo tehnično povsem podobni današnjim poletom. Če bodo vzdolžni profili letalnice HS 300 m zaščiteni pred vetrom, bodo na teh letalnicah poleg odličnih letalcev lahko nastopili tudi povprečni smučarji skakalci oziroma letalci. Na vrsti oziroma potezi je pristojna Mednarodna smučarska zveza FIS, da se jasno opredeli do postopnosti razvoja letalnic in pri tem tudi spoštuje lastna pravila o načrtovanju vzdolžnih profilov letalnic. Njeno pasivno delovanje na tem področju ni dobro za razvoj poletov na smučeh in posledično smučarskih skokov v celoti. To je bilo tudi ključno sporočilo, ki ga je vodstvu FIS v smučarskih skokih namenil predstavnik ekipe Red Bulla, ki je izvedla eksperiment, pri katerem je Rjoju Kobajaši poletel 291 m. Poleti na smučeh in še zlasti rekordni so dokaj atraktivni za gledalce ob letalnicah in pred televizijskimi zasloni. Prav to dejstvo so očitno prepoznali tudi nekateri bogati sponzorji športa, ki pa z enkratno izvedenimi eksperimenti prav gotovo niso poklicani za legitimni razvoj najdaljših poletov na smučeh.

## ■ Literatura

1. FIS (2023). The International Ski Competition rules (ICR). Book III Ski jumping. Approved by the FIS Council, October 2023.
2. Gasser, H. H. (2008). *Grundlagen der Auslegung des Langsprofils einer Skisprungschanze*. Bern: Internationaler Ski-verband.
3. Jošt, B., Vodičar, J., Štuhec, S. in Vertič, R. (2009). *Kinematična analiza krivulje leta smučarjev skakalcev na finalu svetovnega pokala Planica 2009*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
4. Jošt, B. (2010). *Geometrijske značilnosti postopnega razvoja profila letalnice do velikosti HS300m*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
5. Jošt, B., Ulaga, M. in Vodičar, J. (2013). *Kinematična analiza krivulje leta smučarjev skakalcev – na finalu svetovnega pokala v Planici 2013*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
6. Jošt, B., Čoh, M. in Vodičar, J. (2013). *Design of a ski flying hill with the profile HS300m*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
7. Jošt, B. in Vodičar, J. (2019). *Development of the Ski Jump Hill Profile from the Viewpoint of Skijumping Technique*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
8. *Planica 1934–1999* (1999). Ljubljana: Društvo Proplanica.

prof. dr. Bojan Jošt,  
Uiverza v Ljubljani, Fakulteta za šport,  
bojan.jost@fsp.uni-lj.si





Lea Železnik Mežan

## Uvajanje medvrstniškega poučevanja v izobraževalni program športnih pedagogov

### Izvleček

Vzajemno medvrstniško poučevanje temelji na samostojnem učenju učencev v parih, pri katerem se nenehno izmenjujeta v vlogah mentoriranca in mentorja. Ta sodobni pristop k poučevanju omogoča večje učinke na psihomotorično in konceptualno znanje učencev na različnih ravneh izobraževanja in v različnih športnih zvrsteh. Namen naše študije je bil primerjati uspešnost študentov pri praktičnem in teoretičnem izpitu iz atletike po izkušnji medvrstniškega ali neposrednega poučevanja. V raziskavo smo vključili 140 študentov Fakultete za šport. Znanje smo merili po izvedbi 45 pedagoških ur, in sicer z uporabo devetih testov gibalnega znanja in pisnim teoretičnim izpitom. Na odvisnih spremenljivkah smo najprej izračunali homogenost varianc in normalnost porazdelitve, nato pa razlike na posttestu primerjali s t-testom za neodvisne vzorce oz. njegovo neparametrično alternativo. Ugotovili smo, da so se študenti v eksperimentalni skupini tako pri praktičnem kot teoretičnem izpitu odrezali bolje kot tisti v kontrolni skupini. Vendar razlike niso bile statistično značilne. Kljub temu menimo, da bi bila vpeljava sodobnih pristopov poučevanja v izobraževalne programe bodočih športnih pedagogov smiselna. Razpoložljive študije namreč kažejo, da ima usposabljanje študentov – bodočih učiteljev športa – za uporabo modernih pristopov pozitiven vpliv na znanje in veščine njihovih učencev.

*Ključne besede:* recipročni stil, študenti, gibalno učenje, vsebinsko znanje



Vir: <https://canada.humankinetics.com/blogs/excerpt/legislative-mandates-a-historical-perspective>

## Implementation of Peer Teaching in an Educational Programme for Prospective PE Teachers

### Abstract

Reciprocal peer teaching refers to the independent learning of students in pairs in which they swap tutee and tutor roles. This modern teaching approach allows for greater impact on the psychomotor and conceptual learning of students at different educational levels and in different sports disciplines. The aim of our study was to compare the success of students in practical and theoretical examinations in athletics after experiencing peer teaching or direct instruction. We included 140 students from the Faculty of Sport in the study. Knowledge was measured after 45 hours of instruction using nine motor tests and a written theoretical examination. We calculated the homogeneity of variances and the normal distribution of the dependent variables and then compared the differences in the post-test using the Independent t-test or its non-parametric alternative. We found that the students in the experimental group performed better than those in the control group in both the practical and theoretical tests. However, the differences were not statistically significant. Despite this result, we believe that the introduction of modern teaching approaches into the educational programmes of physical educators makes sense. Indeed, current literature shows that the training of students – prospective PE teachers – has a positive impact on the knowledge and skills of their students.

*Keywords:* reciprocal style, students, motor learning, content knowledge

## ■ Uvod

Medvrstniško poučevanje (angl. *Peer Teaching*) sodi po Metzlerju (2011) med osem modelov poučevanja, ki so primerni za uporabo pri športni vzgoji. Zajema znanje, veščine in sposobnosti, ki jih učenci pridobijo prek medsebojne pomoči in sodelovanja. Učenje poteka v parih, pri čemer ima en učenec vlogo mentoriranca (angl. *tutee*), drugi pa je v vlogi mentorja (angl. *tutor*). Če se partnerja v vlogah ves čas izmenjujeta, da bi izboljšala znanje in sposobnosti drug drugega, govorimo o recipročnem stilu poučevanja, ki ga je vpeljal Mosston na sredini 60. let prejšnjega stoletja (Mosston in Ashworth, 2008). Razvil ga je primarno za poučevanje športne vzgoje.

Za recipročno medvrstniško poučevanje (RMP; angl. *Reciprocal Peer Teaching*) je značilno, da mentoriranec izvaja naloge, mentor pa ga opazuje in mu daje povratne informacije. Čeprav učitelj poda osnovna navodila, ni edini, ki poučuje. Ravno nasprotno, RMP temelji na samostojnem učenju ob pomoči partnerja in različnih učnih gradiv, kot so delovni listi, kartice, videografivo itd. (Iserbyt in Byra, 2013).

Da se lahko učenci učijo samostojno in obenem poučujejo sošolce, morajo ustrezno uporabljati različne sodelovalne veščine (angl. *Interpersonal and Small-Group Skills*). Ena izmed njih, značilna za konstruktivistično paradigmo, je posebej pomembna ne samo pri RMP, temveč na splošno pri uporabi sodobnih pristopov poučevanja. Govor je o aktivnem učenju in sodelovanju, ki sta nasprotna pasivnemu sprejemanju znanja. Slednje je značilno za tradicionalne pristope poučevanja. Potrjeno je, da se je do zdaj v Sloveniji za poučevanje športne vzgoje in športa mladih večinoma uporabljal omenjeni klasični način, ki ga imenujemo neposredno poučevanje (angl. *Direct Instruction*) (Novak, 2004; Železnik idr., 2023). Po drugi strani študije potrjujejo, da je učenje, osredinjeno na učenca (angl. *student-centered*), veliko učinkovitejše od učenja, osredinjenega na učitelja (angl. *teacher-centered*). Učenec s soustvarjanjem vsebine uporablja miselne procese na višji ravni, zaradi česar si znanje bolje zapomni in ga zna pozneje tudi koristneje uporabiti (Marentič Požarnik, 2004).

Medvrstniško poučevanje se je izkazalo kot zelo učinkovito tako pri poučevanju športne vzgoje osnovnošolcev in srednješolcev (Jenkinson idr., 2014; Ward in Lee, 2005) kot študentov (Madou in Iserbyt, 2018; Miletic idr., 2023; Pitsi idr., 2015; Nawawi idr., 2023).

Statistično pomemben napredek se je pokazal pri psihomotoričnem učenju različno sposobnih otrok in mladostnikov. Z vidika vsebine razpoložljiva literatura obravnava veliko več ekipnih kot individualnih športov, zato je na tem področju še veliko prostora za raziskovanje.

Zaradi pozitivnih rezultatov študij je smiselno sodobne pristope poučevanja športa, med drugim medvrstniško poučevanje, vpeljati v slovenske šole in športna društva. Ena možnost je usposabljanje izobraženi in usposobljeni kader – športne pedagogice in trenerje, druga možnost pa je te vsebine vključiti v izobraževanje bodočega strokovnega kadra. RMP smo vključili v poučevanje atletike za študente na prvi stopnji. Da bi (bodoče) učitelje in trenerje lažje prepričali o uporabi tega pristopa v praksi, smo želeli s to študijo najprej dokazati njegovo učinkovitost. Namen naše študije je bil preveriti, kakšne učinke ima medvrstniško poučevanje na kakovost znanja pri študentih športne fakultete.

## ■ Metode

### Preizkušanci

V študijo smo vključili 140 (73 moških in 67 deklet) študentov 1. letnika Fakultete za šport vseh treh študijskih programov, ki so v študijskem letu 2023/24 opravljali obvezni predmet Atletika 1. V vzorec smo najprej vključili vse študente, ki so opravljali omenjeni predmet (193 študentov), nato pa smo izločili tiste, ki na prvem roku niso pisali teoretičnega dela. V eksperimentalni skupini (ES) je bilo 38 študentov (20 M in 18 Ž), v kontrolno skupino (KS) pa sta bila dodeljena 102 študenta (53 M in 49 Ž).

### Postopek

Pri predmetu Atletika 1 vodita vaje dva asistenta. V letnem semestru 2023/24 je eden vodil osem študijskih skupin, drugi pa tri. Slednji pozna sodobne pristope k poučevanju športa, zato je ta semester uporabil RMP, sodelavec pa klasično neposredno poučevanje (kot oba do tedaj). Vsak asistent je med februarjem in majem 2024 opravil v vsaki skupini 45 pedagoških ur (15 posameznih in 15 blok ur). Poučevala sta iste sklope osnovnih atletskih disciplin – sprint, ovire in štafete, skoke (v višino in daljino), mete in suvanje ter teke (vzdržljivost). Deset dni po zadnji vadbeni enoti so imeli študenti prvi rok praktičnega izpita, na katerem sta bila ocenjevalca oba asistenta (kateri izmed njiju je ocenjeval katere tehnične elemente

in katere posameznike, je bilo določeno naključno). Nato so študenti opravljali še pisni teoretični izpit.

### Merski instrumenti

Na praktičnem izpitu so bili študenti ocenjeni pri izvajanju 14 metodičnih vaj in 4 končnih izvedb. Ocenjevalca sta ocenjevala v živo in uporabljala ocene na lestvici od 5 do 10. Nekatere izmed metodičnih vaj so bile pogoj za prikaz končne naloge, zato slednjih v študiji nismo upoštevali. Potem ko smo z Levenovim testom izračunali homogenost varianc za ES in KS posebej, smo zaradi nehomogenosti izločili še pet testov. Za računanje povprečne ocene nam jih je ostalo devet: A-skip (Askip), skiping prek didaktičnih ovir (Skiping), striženje s prehodom v sprint (Striženje), tek s poudarjenim odzivom (TPO), delo zamašne noge na ovirah (Zamašna), enokoračni ritem teka čez ovire (Enokoračni), suvanje težke žoge z mesta (Sunek), aritmično hopsanje (Aritmično) in prelet pri skoku v daljino (Prelet).

Teoretični izpit je bil sestavljen iz dveh pol – prva je obsegala 51 vprašanj zaprtega tipa, druga pa pet vprašanj odprtega tipa. Študenti so imeli za odgovarjanje na voljo 45 minut. Pri prvi polji je bilo mogoče zbrati 51 točk (vsako vprašanje je bilo ovrednoteno z eno točko), pri drugi pa je profesor vsak odgovor točkoval v odstotkih. Študentov rezultat na teoretičnem izpitu je bilo povprečje ocen prve in druge pole, za katerega je dobil oceno od 5 do 10. Za pozitivno oceno je bilo treba zbrati najmanj 55 %, za oceno 7 najmanj 64 %, za 8 najmanj 73 %, za oceno 9 je bilo treba doseči najmanj 81 % in za oceno 10 najmanj 90 %.

### Analiza

Ocene študentov smo najprej zbrali v Excelu, za analizo pa smo uporabili program IBM SPSS Statistics 28. S pomočjo opisne statistike smo pridobili podatke o variacijskem razmiku, povprečnih ocenah in varianci. Normalnost porazdelitve odvisnih spremenljivk smo izračunali s Shapiro-Wilkovim testom. Da bi ugotovili razlike na posttestu med ES in KS, smo uporabili t-test za neodvisne vzorce oziroma njegovo neparametrično alternativo.

## ■ Rezultati

Iz Tabele 1 lahko razberemo, da sta ocenjevalca na praktičnem izpitu pri večini testov (5) dodeljevala ocene v celotnem razponu lestvice od 5 do 10. Pri štirih testih noben

študent ni dobil ocene 10, pri enem izmed njih pa ocenjevalca prav tako nista dodelila nobene osmice. Iz ocen za izvedbo vseh devetih testov smo za vsakega posameznika izračunali povprečno oceno praktičnega dela (in standardni odklon). Povprečna ocena ES iz praktičnega dela je bila  $6,94 \pm 0,78$  in je bila nekoliko višja od povprečne ocene KS ( $6,87 \pm 0,81$ ). Prav tako je do manjše razlike prišlo pri teoretičnem delu izpita na prvem roku. Študenti so prejeli ocene na lestvici od 5 do 10. Povprečna ocena v ES je bila  $6,45 \pm 1,27$ , medtem ko so študenti v KS dosegli povprečno oceno  $6,23 \pm 1,32$ .

Za spremenljivki Povprečna praktična ocena in Povprečna teoretična ocena smo izračunali normalnost porazdelitve ocen, razvidna je iz Tabele 2. Prva spremenljivka (Povp\_P\_novo) je bila normalno porazdeljena v obeh skupinah – ES in KS, druga spremenljivka (Povp\_T) pa ni bila normalno porazdeljena pri nobeni od skupin. Zato smo se odločili, da za ugotavljanje statistične pomembnosti razlik na posttestu uporabimo neparametrično različico t-testa

Tabela 1.

Opisna statistika

Skupina	Spremenljivka	N	Minimum	Maksimum	Povprečje	St. odklon
ES	ASkip	38	5,00	10,00	7,55	1,13
	Skiping	38	5,00	10,00	7,47	1,18
	Striženje	38	5,00	10,00	7,50	1,20
	TPO	38	5,00	9,00	7,18	0,96
	Zamašna	38	5,00	10,00	7,03	1,20
	Enokoračni	38	5,00	10,00	6,63	1,42
	Sunek	38	5,00	8,00	6,61	1,05
	Aritmično	38	5,00	9,00	6,29	1,33
	Prelet	38	5,00	9,00	6,16	1,10
	Povp_P_novo	38	5,33	9,33	6,94	0,78
KS	Povp_T	38	5,00	9,00	6,45	1,27
	ASkip	102	5,00	10,00	7,33	1,03
	Skiping	102	5,00	9,00	7,10	1,10
	Striženje	102	5,00	10,00	7,51	1,14
	TPO	102	5,00	10,00	7,04	1,24
	Zamašna	102	5,00	10,00	6,91	1,09
	Enokoračni	102	5,00	10,00	6,64	1,23
	Sunek	102	5,00	10,00	6,53	1,03
	Aritmično	102	5,00	10,00	6,29	1,51
	Prelet	102	5,00	10,00	6,52	1,30
Povp_P_novo	102	5,00	9,56	6,87	0,81	
Povp_T	102	5,00	10,00	6,23	1,32	

Opomba. N = št. enot; Povp\_P\_novo = povprečna praktična ocena; Povp\_T = povprečna teoretična ocena.

Tabela 2.

Test normalnosti porazdelitve

Spremenljivka	Skupina	Testna statistika	Shapiro-Wilk	
			df	p
Povp_T	ES	0,883	38	<,001
	KS	0,835	102	<,001
Povp_P_novo	ES	0,972	38	0,443
	KS	0,981	102	0,152

Opomba. p = statistična pomembnost, df = stopnje prostosti.

Tabela 3.

T-test za neodvisne vzorce

Spremenljivka	Testna stat.	df	p		Povp. razlika	St. napaka	95-% int. zaupanja	
			Eno.	Dvo.			Sp. Meja	Zg. meja
Povp_P_novo	0,40	138,00	0,35	0,69	0,06	0,15	-0,24	0,36
	0,41	68,36	0,34	0,69	0,06	0,15	-0,24	0,36

Opomba. p = statistična pomembnost, df = stopnje prostosti.

za neodvisne vzorce, tj. Mann-Whitneyjev U-test.

Čeprav so se na posttestu pokazale razlike med ES in KS tako pri praktičnem kot teo-

retičnem znanju, razlike niso bile statistično značilne (glej Tabeli 3 in 4).

Tabela 4.

Neparametrična alternativa – Mann-Whitneyjev U-test

N	140,00
Mann-Whitney U	1713,50
Wilcoxon W	6966,50
Testna statistika	1713,50
Standardna napaka	204,90
Standardizirana testna statistika	-1,10
p (dvosmerna)	0,27

Opomba. N = št. enot, p = statistična pomembnost.

## Razprava

Čeprav so se študenti v ES bolj ali manj učili samostojno, niso pridobili nič manj znanja kot njihovi vrstniki v KS, ki so bili deležni neposrednega poučevanja profesorja. Čeprav razlike niso bile statistično značilne, so študenti v ES bolje opravili tako praktične elemente kot teoretični izpit. Na podlagi rezultatov študije menimo, da je RMP učinkovit za uporabo pri poučevanju atletike. V praksi se daleč najpogosteje uporablja neposredni način poučevanja. Po našem mnenju razlik med skupinama ni bilo zato, ker študenti v vzorcu niso imeli izkušenj s takšnim načinom učenja in so se sočasno z usvajanjem atletskih vsebin spoznavali tudi s povsem drugačnim pristopom k učenju, kot so ga bili vajeni od prej (v šoli, društvih itn.). Ker so se študenti v ES poleg atletskih vsebin obenem učili tudi, kako poučevati,

ugotavljamo, da je RMP smiselno uporabljati zlasti pri izobraževanju oz. usposabljanju bodočih učiteljev in trenerjev.

Podobno študijo so s 40 dodiplomskimi študenti izvedli v Avstraliji (Moy idr., 2023), vendar so avtorji uporabili kvalitativno metodologijo in spremljali te posameznike tudi v poznejšem obdobju, ko so se zaposlili. Študije so se lotili s podobno idejo kot mi, in sicer študente že med študijem pripraviti na uporabo različnih sodobnih pristopov poučevanja ter jim nato ponuditi pomoč pri prenosu pridobljenega znanja v prakso. Ugotovili so, da je imel njihov avtentični, kooperativni program pozitivne učinke na profesionalni razvoj učiteljev športa in da je omogočil izboljšanje znanja pri njihovih učencih.

Upoštevač ugotovitve razpoložljivih študij, bi bili učinki naše raziskave na znanje študentov v ES lahko večji, če bi jih prej usposabljali za ustrezno opravljanje vloge mentorja (Madou idr., 2023). Znanje se namreč deli na splošno (angl. *Common Content Knowledge*) in specialno (angl. *Specialised Content Knowledge*) (Ward idr., 2018). Splošno zajema pravila, tehniko in taktiko, specialno znanje pa obsega poznavanje pravilne izvedbe gibanja, kriterijev izvedbe, mogočih napak oz. odstopanj od pravilne izvedbe in veščine podajanja povratnih informacij. V praksi se vse preveč osredotoča na prvo kategorijo, medtem ko se na drugo pozablja. S tega vidika je učinkovito, da se učence najprej seznanijo tako s splošnim kot specialnim znanjem in se šele nato lahko pričakuje, da bodo to znanje uporabili v praksi. Nekoliko lažje je to sicer pri študentih, kajti med šolanjem so si vsekakor nabrali že vsaj nekaj tovrstnih izkušenj mimogrede.

Da bi preučili, kakšno je specialno znanje študentov, bi morali sestaviti poseben test. Ta teoretični preizkus namreč ni preverjal specialnega didaktičnega znanja. Vprašanja so bila vezana predvsem na predavanja, ki so študente opremila s splošnim atletskim znanjem. Konceptualno znanje študentov po intervenciji z medvrstniškim poučevanjem so že merili v nekaterih študijah. Ward in sodelavci (2018) so za ugotavljanje ravni specialnega didaktičnega znanja uporabili t. i. vsebinske zemljevide (angl. *Content maps*). Ta pristop k preverjanju znanja od študentov zahteva, da v omejenem času na prazen list papirja narišejo miselni vzorec, s katerim pokažejo razumevanje metodичnega postopka poučevanja izbrane športne spretnosti. V omenjeni študiji je pedagoški

proces sicer potekal drugače kot vaje na Fakulteti za šport, saj so bili študenti polovico časa na pouku v predavalnici, pri katerem so se seznanili s pravnimi izvedbami, potencialnimi napakami in odločitvami itd., drugo polovico razpoložljivega časa pa so preživeli v dvorani. Naš program je v tem smislu naprednejši, saj so študenti pridobivali različne vrste znanja skozi gibanje. Naloge in gradiva so bili oblikovani tako, da so študenti sočasno pridobivali teoretično in praktično atletske znanje ter didaktično znanje. S tem smo poskušali uresničevati učne cilje na različnih ravneh in zagotavljati čim bolj kakovostno športno vadbo.

## Zaključek

S študijo smo pokazali, da je RMP lahko učinkovita za poučevanje atletike. Verjame mo, da bi prišli do enakih ugotovitev tudi pri izbiri katere druge športne vsebine. Predlagamo torej sistematično vpeljavo medvrstniškega poučevanja v izobraževalne programe za bodoče učitelje športa in trenerje, saj lahko šele študenti, večji opazovanja in dajanja povratnih informacij, uspešno poučujejo z uporabo RMP ter tako ta sodobnejši pedagoški model ponesejo tudi v osnovne in srednje šole. S tovrstnim pristopom učenja študenti razvijajo didaktične veščine, ki so izjemno pomembne v pedagoškem poklicu. Za zdaj pridobivajo študenti Fakultete za šport pri aplikativnih športnih predmetih večinoma le tehnično in taktično znanje, s takšnim načinom poučevanja pa bi utrjevali tudi omenjene didaktične spretnosti. Ta pedagoški model bi bilo vsekakor smiselno vključiti tudi v izpopolnjevanje za športne pedagoge in morda tudi v programe usposabljanja za pridobitev trenerskih nazivov. Res pa je, da bi bilo za športna društva, v katerih izobrazba ni pogoj za opravljanje trenerskega dela, treba razmisliti o kompetentnosti usposobljenih oseb za uporabo tovrstnih kompleksnih pristopov k poučevanju.

Vsekakor bi bilo smiselno v prihodnjih študijah preučiti še kakšno odvisno spremenljivko – kot že rečeno, bi bilo koristno izmeriti študentovo poznavanje in razumevanje kriterijev izvedbe, tehničnih napak itd. Za prihodnje raziskovanje priporočamo tudi, da se spremenljivke ponovno izmerijo čez čas in tako pridobi vpogled v zapornitev, saj jo literatura (Železnik Mežan, 2024) navaja kot eno od glavnih prednosti medvrstniškega poučevanja.

## Literatura

1. Iserbyt, P. in Byra, M. (2013). Task cards: Design and use in the reciprocal style of teaching. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 84(2), 20–26.
2. Jenkinson, K. A., Naughton, G. in Benson, A. C. (2014). Peer-assisted learning in school physical education, Sport and physical activity programmes: A systematic review. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 19(3), 253–277. <https://doi.org/10.1080/17408989.2012.754004>
3. Marentič Požarnik, B. (2004). Konstruktivizem – kaži pot ali pot do kakovostnejšega učenja učiteljev in učencev? V B. Marentič Požarnik (ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev* (str. 41–62). Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.
4. Madou, T., Depaepe, F., Ward, P. in Iserbyt, P. (2023). The effect of specialized content knowledge in reciprocal peer learning in a university content class. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/17408989.2023.2256746>
5. Madou, T. in Iserbyt, P. (2018). The effect of pairing by ability on performance, physical activity, and time-on-task during reciprocal peer teaching in swimming. *The Physical Educator*, 75(5):756–773. <https://doi.org/10.18666/TPE-2018-V75-I5-8326>
6. Metzler, M. W. (2011). *Instructional models for physical education*. Routledge.
7. Miletić, D., Miletić, A. in Uzunović, S. (2023). The effects of reciprocal, self-check, and command teaching styles on dance learning. *Physical Education of Students*, 27(5), 261–269. <https://doi.org/10.15561/20755279.2023.0506>
8. Mosston, M. in Ashworth, S. (2008). *Teaching Physical Education*. Online Edition.
9. Moy, B., Rossi, T. in Russel, S. (2023). Supporting PETE students to implement an alternative pedagogy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 28(2), 165–182. <https://doi.org/10.1080/17408989.2021.1958178>
10. Nawawi, U., Alnedral, Ihsan, N., Tri Mario, D. in Mardesia, P. (2023). The effect of learning methods and motor skills on the learning outcomes of basic techniques in volleyball. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(9), 2453–2460. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.09282>
11. Novak, B. (2004). Odnos med učenjem in poukom v osnovni šoli z vidika transformacijske paradigme. V B. Marentič Požarnik (ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev* (str. 181–194). Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.
12. Pitsi, A., Digelidis, N. in Papaioannou, A. (2015). The effects of reciprocal and self-check teaching styles in students' intrinsic-extrinsic motivation, enjoyment and

- autonomy in teaching traditional Greek dances. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 352–361. <https://doi.org/10.7752/jpes.2015.02053>
13. Ward, P. in Lee, M.-A. (2005). Peer-assisted learning in physical education: A review of theory and research. *Journal of Teaching in Physical Education*, 24, 205–225. <https://doi.org/10.1123/jtpe.24.3.205>
14. Ward, P., Tsuda, E., Dervent, F. in Devrilmez, E. (2023). Differences in the content knowledge of those taught to teach and those taught to play. *Journal of Teaching in Physical Education*, 37, 59–68. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2016-0196>
15. Železnik, L., Škof, B. in Cecić Erpič, S. (2023). Predstave trenerjev mladih atletov o pomembnih značilnostih trenerja in učinkovitih trenerskih vedenjih. *Psihološka obzorja*, 32, 1–11. <https://doi.org/10.20419/2023.32.569>

dr. Lea Železnik Mežan, asist.;

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport;  
lea.zeleznikmezan@fsp.uni-lj.si



Silvo Kristan

## Težave z definicijo pojma ŠPORT

Definicije strokovnih pojmov ali tērminov so v vsaki vedi in vsakem strokovnem jeziku *conditio sine qua non* (nujen, prvi pogoj), da dani pojem vsi razumemo enako. Če strokovnih pojmov ne razumemo vsi enako, je vsako razpravljanje o njih neplodno, nesmiselno. Sporazumevanje z nedefiniranim ali nenatančno definiranim pojmom je jalovo, ker vsak razpravljavec obravnava pojem razume po svoje. Zato je oblikovanje pravih in vsebinsko ustreznih definicij strokovnih pojmov ena izmed najpomembnejših nalog vsake vede (M. Uršič, O. Markič: Osnove logike, Filozofska fakulteta, 1997, str. 38).



Foto Mateja Videmšek

### From the terminology workshop: problems with the definition of sport

Definitions of technical terms are a *conditio sine qua non* (a necessary, first condition) in every science and in every technical language for a given term to be understood in the same way by everyone. If we do not all understand technical terms equally, any discussion about them is fruitless, pointless. It is futile to communicate using undefined or imprecisely defined concepts, because each discussant understands the concept in their own way. Therefore, the formulation of correct and contextually appropriate definitions of technical terms is one of the most important tasks of any science (M. Uršič, O. Markič: Osnove logike [The Basics of Logic], Faculty of Arts, 1997, p. 38).

Izraz *definicija* je iz latinščine (lat. *definitio*, omejitev, vsebinska določitev pojma) prevzeta beseda, ki se je uveljavila v slovenskem književnem jeziku. Izraza *definicija* in *definirati* (slov. opredelitev, opredeliti) pomenita "podati natančen opis vsebine kakega pojma z navedbo njegovih bistvenih znakov" (SSKJ). Slovenisti zagovarjajo rabo domače sopomenke *opredelitev*. Ker je v strokovnih zapisih v večinski rabi izraz *definicija*, ga bom uporabljal tudi v tem zapisu. Tudi slovenski pravopis ga ne 'preganja'. Uporabil bom še nekatere tuje izraze, ki so uveljavljeni v logičnem strokovnem jeziku. Nisem namreč pristojen, da podomačujem strokovne izraze, ki jih je sprejela neka veda, ki ni moja matična. S strokovnega zornega kota *definicije* proučujejo logika in področne vede, ki se ukvarjajo s svojim strokovnim izrazjem. Žal podiplomski študij športoslovja v preteklosti ni imel te lekcije, čeprav je nenadomestljiva za oblikovanje strokovnega izrazja. Kako je na podiplomskem študiju danes, ne vem.

Z natančnim opisom ali definiranjem pojma šport imajo športoslovci že od nekdaj težave. Tudi sodobniki. Če pojma šport ne znamo natančno definirati, tudi ne vemo, kaj pomeni pojem športoslovje (angl. *sportology*). Ali ni nenavadno, da ne vemo natančno, kaj je predmet naše vede? Nekateri celo menijo, da pojma šport ni mogoče definirati. To seveda ni res! Vsak pojem je mogoče definirati, res pa je, da vse definicije niso enako neoporečne. Nekatere pojme je lažje natančno definirati, druge težko. Zato so nekatere definicije lahko dobre (v skladu s teorijo oblikovanja definicij), druge pa pomanjkljive, ker ne "podajajo natančnega opisa vsebine obravnavanega pojma" in "ne navajajo njegovih bistvenih znakov". In takšna je 'definicija', ki je predmet tega zapisa.

Težave pri definiranju pojma šport izvirajo iz neenovitosti (večrazsežnosti, različne namenskosti) tega svetovnega kulturnega pojava. Pisci definicij, ki jih najdemo v različnih strokovnih virih, so pojem šport največkrat pojasnjevali bolj ali manj s svojega strokovnega zornega kota. Drugače je pojem šport opredelil predstavnik selekcijskega tekmovalnega športa in drugače poznavalec ali privrženec rekreativnega športa ... in zdi se, da oba brez ustreznega znanja logike, ki velja za "analitično in formativno znanost racionalnega jezika" (M. Uršič, O. Markič: *Osnove logike*, str. 29). Logika namreč uči, kako mora biti sestavljena definicija kakega pojma. Zaradi različnih

pogledov na šport in logičnega primanjkljaja najdemo v strokovnem slovstvu več kot petdeset 'definicij', ki bi jim z logičnega in strokovnega (športoslovnega) zornega kota težko priznali neoporečnost oziroma objektivno veljavnost.

Pred kratkim sem odkril – nomina sunt odiosa – šolski primer pomanjkljive definicije pojma šport, ki jo je vredno, kot didaktični primer, bolj natančno razčleniti. Nekdo je domnevno definicijo pojma šport zapisal takole: "Šport je *oblika* telesne dejavnosti." To je seveda res, vendar iz navedka še vedno ne zveemo za *kakšno obliko* telesne dejavnosti gre oziroma po čem se ta *oblika* telesne dejavnosti razlikuje od drugih *oblik* prav tako telesne dejavnosti. Lahko bi pisec namesto izraza *oblika* uporabili besedo *vrsta*, kar bi se bralo kot "šport je *vrsta* telesne dejavnosti", vendar se s tem bistvo sporočila sploh ne bi spremenilo. Obe domnevni definiciji pojma šport sta **vsebinsko** in **strukturno** (formalnologično) pomanjkljivi, zato ju sploh ni mogoče priznati za definiciji tega pojma.

Z **vsebinskega zornega kota** je obema različicama mogoče zameriti, da ne "podajata natančnega opisa vsebine obravnavanega pojma" (SSKJ). V ospredje postavljata telesno dejavnost, zamolčita pa miselno oziroma razumsko razsežnost. Kot da košarkar, odbojkar, smučar, telovadec in drugi športniki ne pri vadbi ne na tekmah nič ne mislijo. Že pred več kot pol stoletja so naši učitelji poudarjali, da je šport telesno gibanje z bio-psiho-socialnimi razsežnostmi in učinki. S tem so vsebinsko – a še vedno ne dovolj natančno – dopolnili bistvo pojma šport. Toda ob tej priložnosti nas zanimajo predvsem **strukturne** (formalnologične) sestavine neoporečnih definicij, ki pa hkrati prav tako zadevajo tudi vsebinsko plat. Pri tem seveda ne gre brez logike.

Pod drobnogled vzemimo domnevno definicijo pojma šport, kot jo je zapisal anonimni športni strokovnjak: "Šport je oblika telesne dejavnosti". Z logičnega zornega kota je besedna zveza *telesna dejavnost* rodni pojem (genus proximum), izraz šport (ki nastane z delitvijo rodnega pojma) pa je delni, podrejeni pojem (species, vrsta). *Telesnih dejavnosti* je več vrst (vrtnarjenje, gobarjenje, košenja trave, balet, družabni ples ...), le ena od njih je šport. Med pojmom *telesna dejavnost* in šport (med nadrejenim in podrejenim pojmom) ni enačaja, zato je pisec domnevne definicije pravilno dodal izraz *oblika/vrsta* (šport je *oblika/vrsta* telesne dejavnosti) ter se s tem nekoliko

približal definiciji, kot jih uči logika. Še vedno pa obe domnevni definiciji nista neoporečni. Ne v enem ne v drugem primeru ni "natančnega opisa vsebine pojma šport z navedbo njegovih bistvenih znakov", kot izraz *definicija* pojasni SSKJ (da drugih, bolj pristojnih strokovnih virov sploh ne navajam). Besedna zveza *vrsta telesne dejavnosti* namreč še nič natančnega ne pove o pojmu šport - ne navaja namreč njegovih bistvenih znakov, ki so drugačni od drugih vrst *telesnih dejavnosti* (na primer od gobarjenja, košenja itn.). S prirejeno enačbo je bistvo zadeve lažje razumeti.

Bistvene sestavine neoporečne definicije (kot to uči logika) si je mogoče predstavljati v obliki naslednje enačbe:

definiendum = definiens (genus proximum + differentia specifica)

Definiendum (um) je pojem, ki ga je treba definirati, opredeliti, pojasniti; definiens je besedna zveza, s katero pojasnimo definiendum (pojem, ki ga je treba definirati). Definiens je sestavljen iz dveh členov: iz rodnega pojma (genus proximum) in differentie specificae (bistvene razlike), ki definiendum deli od rodnega pojma.

Če zapisano enačbo poenostavimo (skrajšamo), dobimo:

definiendum = genus proximum + differentia specifica.

Znak enačaj (=) sporoča, da naj bosta leva in desna stran vsebinsko enaki (definiendum = definiens). Ne sicer v matematičnem smislu, ampak v vsebinskem. Upoštevati je treba še tako imenovani fundamentum divisionis - temelj delitve ali kriterij, na podlagi katerega delimo rodni pojem, da dobimo delne, podrejene pojme (species, vrste), ki se med seboj bistveno razlikujejo (differentia specifica). Glede na izbrani *fundamentum divisionis* (temelj delitve) ima lahko isti pojem več definicij.

Zapišimo še enkrat poenostavljeni obrazec za oblikovanje definicij in ga primerjajmo z najdeno 'definicijo', ki po učenju logike sploh ni definicija:

definiendum = genus proximum + differentia specifica

šport = telesna dejavnost + ????????????

Besedna zveza "šport je vrsta telesne dejavnosti" po logičnih merilih ne more biti definicija, ker pojmom šport in *telesna dejavnost* ni mogoče priznati vsebinske ena-

kosti, kar sporoča enačaj v zapisani enačbi. Tudi izraza 'vrsta' oz. 'oblika' zadrege ne rešujeta, ker ne pojasnita za **kakšno** 'vrsto/obliko' gibanja gre pri pojmu šport. Manjka namreč tretji člen navedene logične 'enačbe' (označen z ?????) – manjka differentia specifica oziroma opis bistvene razlike, ki pojem šport loči od rodnega pojma *telesna dejavnost* in hkrati od drugih oblik/vrst iste ga rodnega pojma. Treba je torej 'pogrunta-ti' kaj je differentia specifica (bistveni znak), ki loči telesno dejavnost z imenom šport od drugih oblik/vrst telesne dejavnost. Mi-sleci na plan!

Nekateri trdijo, da je bistveni znak (diffe-rentia specifica) pojma šport **tekmovanje**, toda to ne more biti res, ker lahko športa-mo na tekmovalni način ali 'kar tako', brez merjenja ali primerjanja storilnosti z ne-kom. Ne nazadnje, **tekmujejo** tudi baristi (mešalci pijač), pevci, pevski zbori, filatelisti, kosci, traktoristi, gasilci in drugi, pa teh de-javnosti ne štejemo za šport. In kariatisti vseh vrst **tekmujejo** med seboj, čeprav dejavnost, v kateri tekmujejo, ni šport.

Za pokušino (in glodanje) ponujam splošno definicijo pojma šport, ki za silo ude-janja načela logike. Za *fundamentum divi-sionis* (temelj delitve ali kriterij, na podlagi katerega delimo rodni pojem na vrste, spe-cies) je izbrana lastnost 'namen'. Omenje-ni kriterij delitve (*fundamentum divisionis*) rodnega pojma šport je 'ustvaril' pojavne oblike športa, ki dejansko obstajajo in se bi-stveno razlikujejo od *gibanja* na sploh in od drugih *vrst telesnih dejavnosti* ter tako izpol-nil manjkajoči člen gornje logične 'enačbe' z oznako *differentia specifica* (označen z ???). Takole glasi poskus definiranja pojma šport na podlagi znaka 'namen': Šport (de-finiendum) **je svetovni gibalnokulturni pojav** (rodni pojem), **ki ga glede na na-men** (*fundamentum divisionis*) **delimo na športno vzgojo, selekcijski tekmovalni šport, rekreativni šport, terapevtski in rahabilitacijski ter invalidski šport\*** (*differentia specifica*). Takšna oblika defi-nicije (z naštevanjem svojih delnih oziro-ma podrejenih pojmov) je dopustna, če poznamo definicije za vse navedene po-drejene pojme (športna vzgoja, selekcijski

tekmovalni šport, rekreativni šport in tako naprej). Teh ni težko oblikovati, ker so zna-ne, vendar je to že druga tema. Za zdaj se išče *differentia specifica*, ki bo pojem šport vsaj po bistvenih lastnostih nedvoumno razlikovalno odmaknila od rodnega pojma *telesna dejavnost* in hkrati od drugih *vrst/oblik telesne dejavnosti*. Športoslovci, *hick Rhodus, hick salta!* In ne pozabimo: **obli-kovanje pravih definicij je ena izmed**

**najpomembnejših nalog vsake vede** (M. Uršič, O. Markič: *Osnove logike*, Filozofska fakulteta, 1997, str. 38). Veda, ki ne zmore ali ne zna ustrezno opredeliti svojih temeljnih pojmov, je še vedno v adolescenci.

dr. Silvo Kristan, upokojeni profesor  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
silvo.kristan@guest.arnes.si



\*Pojem *invalidski šport* zavedno vnaša zmedo v omenjeno definicijo, ker tudi tega lahko deli-mo na vse omenjene pojavne oblike (športna vzgoja, športna rekreacija, selekcijski tekmovalni šport, terapevtski in rahabilitacijski šport), ven-dar se zdi smiselno, da iz praktičnih razlogov (poseben pomen, organizacija, financiranje) še naprej 'kvari' klasifikacijo in opozarja na svoj obstoj.





**Matic Sirnik,  
Frane Erčulj**

## Košarka, igra za različne generacije

### Izvleček

Košarka je v Sloveniji priljubljena športna panoga, ki vključuje različne pojavne oblike, kot sta igra 5 : 5 in 3 : 3. Igra se na razmeroma majhnih igriščih, kar zahteva visoko intenzivna gibanja, med katerimi so najpogostejše spremembe smeri, pospeševanja in zaustavitve. Poleg ohranjanja in razvijanja gibalnih sposobnosti, kot so koordinacija, hitrost in vzdržljivost, košarka spodbuja tudi socialne veščine, sodelovanje in taktično razmišljanje. V Sloveniji so uradna tekmovanja organizirana za vse starostne skupine. Predvsem med odraslimi, ki se ne udeležujejo organiziranih tekmovanj, je zelo priljubljena tudi rekreativna košarka. Košarka lahko ugodno pripomore k telesnemu in duševnemu zdravju posameznika, vendar je pomembno, da je vadba prilagojena posameznikovi telesni pripravljenosti, zdravstvenemu stanju in starosti.

*Ključne besede:* košarka, gibalna dejavnost, zdravje



Vir: Stock Images

## Basketball, a game for different generations

### Abstract

Basketball is a popular sport in Slovenia, which includes various forms such as 5:5 and 3:3. It is played on relatively small courts, requiring high-intensity movements, the most common of which are changes in movement direction, accelerations and stops. In addition to maintaining and developing motor skills such as coordination, speed and endurance, basketball also promotes social skills, cooperation and tactical thinking. In Slovenia, official competitions are organised for all age groups. Recreational basketball is also very popular, especially among adults who do not take part in organised competitions. Basketball can make a positive contribution to a person's physical and mental health, but it is important that the exercise is tailored to the individual's fitness, health and age.

*Keywords:* basketball, physical activity, health

## ■ Nekaj o košarki

Košarka kot večstrukturalna in sestavljena športna igra, ki jo lahko igra različno število igralcev, spada med enega izmed bolj priljubljenih športov v Sloveniji. Ta sicer razmeroma mlada moštvena igra z žogo, ki jo je iznašel James Naismith leta 1891, je bila na začetku namenjena preganjanju dolgočasa in krajšanju dolgih zimskih dni. Prvoten koš je predstavljala košara za breskve, pravila pa so bila zapisana v 13 točkah. Kaj kmalu je košaro zamenjal koš z mrežico, pravila pa so se spreminjala in dopolnjevala ter postala obsežnejša in zapletenejša. Kljub temu je osnovna ideja ostala enaka in razumljiva vsem: med seboj se merita dve ekipi, ki se izmenjujeta v posesti žoge in tekmujeta v doseganju zadetkov, tj. poskušata čim večkrat spraviti žogo skozi obroč premera 45 cm na višini 305 cm (Naismith, 1996).

Igra poteka na košarkarskem igrišču z enim ali dvema košema. Mere igrišča se razlikujejo med posameznimi organizacijami, pod okriljem katerih poteka tekmovalje (NBA, FIBA itd.), in med različnimi pojavnimi oblikami košarke (5 : 5, 3 x 3 itd.). Ne glede na rahlo različne dimenzije igrišča in pojavne oblike igre se košarka igra na razmeroma majhni ravni igralni površini. Majhnost igrišča vpliva na gibanje igralcev, med katerim se večinsko pojavljata kratko in hitro gibanje, z veliko starti, pospeševanjem, spremembami smeri in zaustavljanjem. Ta visoko intenzivna gibanja je treba izvajati dalj časa ter ob tem obvladovati še žogo in se prilagajati različnim igralnim situacijam v sodelovanju s soigralci. Zaradi kompleksnosti športne panoge posamezniki med igro ohranjajo in razvijajo različne gibalne sposobnosti, zlasti koordinacijo, hitrost, agilnost, aerobno in anaerobno vzdržljivost ter v določeni meri tudi gibljivost, mišično moč in ravnotežje (Abdelkrim idr., 2007; Puente idr., 2017). Ob tem pri sodelovanju s soigralci in interakciji z nasprotniki krepijo tudi taktično mišljenje, nadzor nad prostorom, gibanjem igralcev in žoge ter razvijajo socialne spretnosti, sodelovalne odnose in pošteno obnašanje (Erčulj idr., 2018; Vujin idr., 2016).

## ■ Košarka v Sloveniji

Poznamo različne pojavne oblike košarke. Pri nas sta med najbolj znanimi in priljubljenimi košarka 5 proti 5 (5 : 5) in 3 proti 3 (3 x 3, znana tudi kot ulična košarka). Glavne

razlike med njima so: pri košarki 5 : 5 se igra na dva koša, medtem ko pri igri 3 x 3 obe ekipi mečeta na isti koš, igralni čas je pri igri 5 : 5 daljši (4 x 10 minut proti 10-minutni tekmi v košarki 3 x 3), različna sta tudi točkovanje (pri igri 5 : 5 se dodelijo 3, 2 in 1 točka, pri igri 3 x 3 pa le 2 in 1 točka) in število prekinitev, ki je večje pri igri 5 : 5 (FIBA, 2023). Ker je igra 5 : 5 najstarejša oblika košarke, je pri nas tudi najbolj razširjena in ima najdaljšo zgodovino. Začetki tovrstne oblike košarke segajo v leto 1921, ko so jo začeli igrati v Mariboru, prva uradna košarkarska tekma pa je bila izvedena leta 1945 v Ljubljani. V primerjavi z izvorno obliko košarkarske igre se je 3 x 3 oz. ulična košarka pri nas začela razvijati pozneje. Prvo državno prvenstvo Slovenije in hkrati prvo državno prvenstvo na svetu v tej disciplini je bilo izvedeno leta 2004 (KZS, 2023d). Različni turnirji v igri 3 proti 3 in tudi netekmovalna oblika te igre pa so bili pogosti že pred uradno organiziranimi tekmovanji Košarkarske zveze Slovenije (v nadaljevanju: KZS).

V Sloveniji za obe najbolj razširjeni obliki košarkarske igre na ravni različnih starostnih skupin skrbi predvsem KZS. V sklopu košarke 5 : 5 so tekmovanja organizirana na ravni klubskih in reprezentančnih selekcij, pri košarki 3 x 3 pa gre za tekmovanja posameznih ekip, ki niso organizirane kot klubske selekcije, ter mednarodna tekmovanja reprezentančnih selekcij. O priljubljenosti košarke v Sloveniji pričajo tudi številke, saj je v tekmovanju pod okriljem KZS vključenih 149 registriranih klubov oz. 49.850 igralcev in igralk, pri čemer moški tekmujejo v članski kategoriji v štirih ligah in ženske v eni, mlajši igralci pa se lahko merijo v kategorijah do 10, 12, 14, 16, 18 in 20 let (KZS, 2023c). Prav tako je lepo število igralcev vključenih v tekmovanja v košarki 3 x 3. Ta v zadnjih letih v zimskih mesecih potekajo v okviru Zimske lige, v kateri so organizirana po turnirskem sistemu, turnirsko tekmovanje Hud basket pa na več ravneh poteka v poletnih mesecih. Tako kot pri košarki 5 : 5 se tudi pri ulični košarki med seboj merijo posamezniki v različnih starostnih kategorijah, in sicer člani in članice ter ekipe do 23, 18 in 15 let (KZS, 2023a).

V sodelovanju s KZS pa neodvisno od klubskih selekcij potekajo tudi šolska tekmovanja v košarki. Dolgi zgodovini osnovnošolskega tekmovanja v košarki 5 : 5 se je v zadnjih letih pridružil tekmovanje v mladi olimpijski disciplini, košarki 3 x 3. Nekdanji Pionirski festival, danes znan pod imenom Košarkarski Superšolar, je najstarejše orga-

nizirano ekipno šolsko tekmovanje v Sloveniji. Njegovi začetki segajo v leto 1966, danes pa združuje na igriščih kar 5000 otrok in 250 učiteljev oz. trenerjev. Tekmovanja potekajo po turnirskem sistemu v treh starostnih kategorijah: do 10, 12 in 14 let (KZS, 2023b). Podobno po zgledu turnirskega sistema potekajo tudi srednješolska košarkarska tekmovanja. Včasih so dijaki igrali ŠKL košarko in se merili v Srednješolski košarkarski ligi, danes pa tekmovanja v košarki potekajo le pod okriljem Zavoda za šport RS Planica, pri čemer se merijo posebej dijaki in dijakinje (Zavod za šport RS Planica, 2023).

Ob predstavljenih oblikah košarkarskih tekmovanj za različne starosti naj omenimo še rekreativna tekmovanja. Ta se nekako prepletajo z že omenjenimi oblikami tekmovanj v košarki 3 x 3 in nižjih ligah košarke 5 : 5 pod okriljem KZS. Po nekaterih podatkih je pri nas dodatno organiziranih še 14 rekreativnih košarkarskih lig za odrasle, ki niso nujno povezane s KZS. Poleg tega je košarka na en koš ali na dva koša razširjena tudi kot oblika rekreacije brez organizacijske strukture tekmovalnega sistema. To potrjujejo tudi podatki, saj naj bi se pred desetletjem kar 15 odstotkov odrasle moške populacije in 2,5 odstotka ženske odrasle populacije ukvarjalo s košarko kot športno rekreativno dejavnostjo (Lenart, 2014).

## ■ Košarka in zdravje

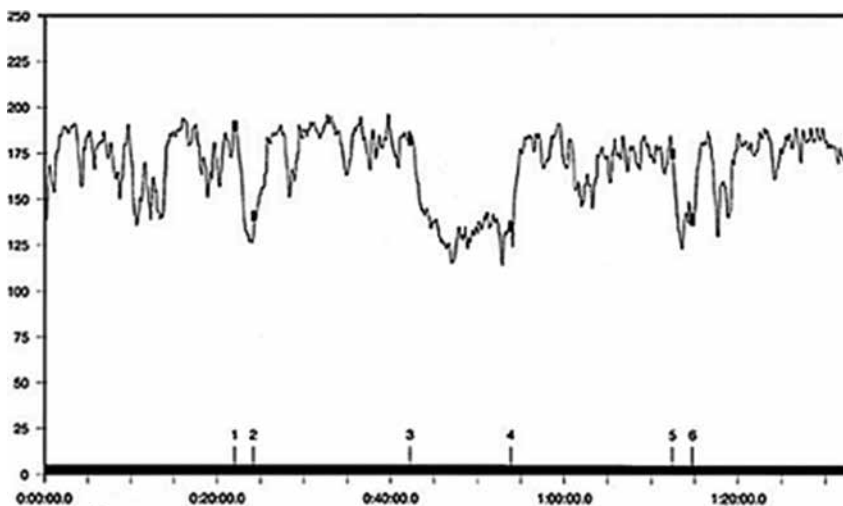
V Sloveniji so možnosti za igranje košarke ugodne tako za posameznike, ki se želijo s košarko ukvarjati organizirano, kot tiste, ki jim košarka 5 : 5 ali 3 x 3 predstavlja obliko rekreacije. Med njimi lahko navedemo veliko število dvoran, ki jih lahko skupine, predvsem v popoldanskem času, najemajo za igro košarke, in zunanja košarkarska igrišča, ki ob lepem vremenu ponujajo prostor za igranje – najpogosteje ulične košarke. Ob urejeni športni infrastrukturi pa lahko košarka predstavlja tudi zelo primerno obliko telesne dejavnosti za ohranjanje zdravja.

Košarka, ki vključuje veliko teka in s tem tako aerobno kot anaerobno vzdržljivost, je zelo primerna športna panoga za zadovoljevanje potreb po gibanju. V skladu s svetovnimi smernicami Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ) priporoča, da so otroci do 17. leta starosti vsaj 60 minut dnevno zmerno do visoko telesno dejavni oz. da vsaj trikrat na teden v svoj dan vključijo visoko intenzivno, aerobno telesno dejavnost ter tudi telesne dejavnosti, ki krepijo

mišice in kosti. Gibanje je tudi pri odraslih priporočljivo vključiti v vsakdan. Posamezniki med 18. in 64. letom starosti naj bi bili tako 150 do 300 minut tedensko zmerno intenzivno, aerobno telesno dejavni oz. 75 do 150 minut visoko intenzivno, aerobno telesno dejavni. Po 65. letu starosti se minimalna količina gibanja ne zmanjša, morda le prilagodi, priporočljiva količina pa ostaja enaka kot pri odraslih pred 65. letom starosti (NIJZ, 2022).

Vidimo lahko, da imamo ljudi vsakodnevne potrebe po telesni dejavnosti različnih tipov, ki prinašajo koristi za telesno in duševno zdravje. Aerobne in anaerobne obremenitve v košarki 5 : 5 in 3 x 3 lahko tako delno ali morda kar v celoti zadostijo tedenskim potrebam po zmerno oz. visoko intenzivni telesni dejavnosti. Ker smernice NIJZ priporočajo zmerno in visoko intenzivno telesno dejavnost oz. kombinacijo obeh, je košarka še toliko primernejša oblika telesne dejavnosti za zadovoljevanje potreb po gibanju. Čeprav bi na podlagi Slike 2 lahko sklepali, da je košarka, v tem primeru igra 5 : 5, večinoma anaerobna telesna dejavnost, to ne drži (García idr., 2021; Milanovic idr., 2020; Puente idr., 2017). Podobno velja za košarko 3 x 3 ali vadbeno oz. rekreativno obliko košarkarske igre na dva koša, kjer zaradi prostorskih zmogljivosti pogosto med seboj tekmuje osem posameznikov (igra 4 : 4) (Montgomery, G. in Maloney, D., 2018; Vázquez-Guerrero idr., 2019). Zaradi posebnosti ter razlik med igrama 5 : 5 in 3 x 3 se pri ulični košarki pojavlja večje število kratkih in zelo intenzivnih gibanj, igralci pa skupno pretečejo manjšo razdaljo kot pri igri 5 : 5 na dva koša. Kljub temu pri obeh uradnih oblikah igre v telesu potekajo tako anaerobni alaktatni in laktatni procesi kot tudi aerobni procesi.

Kot vidimo, lahko z igro košarke pomembno prispevamo k doseganju smernic NIJZ, povezanih s količino in intenzivnostjo gibanja. Kljub temu pa s tovrstno obliko gibalne dejavnosti ne moremo zadovoljiti vseh potreb po telesni dejavnosti, predvsem tistih po vadbi za moč, zato je priporočljivo, da ob igri košarke izvajamo tudi takšno vadbo. NIJZ priporoča, da vaje za krepitev mišic izvajamo vsaj dvakrat tedensko. Tovrstna vadba ima lahko pomemben prispevek ne le na splošno v življenju, ampak tudi pri košarki, tako z vidika kakovosti naše igre kot tudi varnosti (Gillett, 2019; NIJZ, 2022). Zaradi velikega števila telesnih stikov in specifičnih gibanj nam lahko redna vadba za moč prek primerno adaptiranega mišič-



Slika 1. Srčni utrip košarkarja med tekmo košarke 5 : 5 (Vir: Frane Erčulj)

no-skeletnega sistema pomaga bolje prenašati obremenitve v igri. Prav tako lahko po zaslugi rezultatov takšne vadbe gibanja izvajamo kakovostneje, hitreje, močnejše in v večjem obsegu.

Zadovoljevanje potreb po gibanju s pomočjo košarke pozitivno vpliva na kazalnike zdravja posameznika. Z zadostno količino in dovolj intenzivno vadbo lažje uravnavamo svojo telesno težo, izboljšujemo uravnavanje lipidnega statusa in presnovo ogljikovih hidratov, skrbimo za ugodnejšo raven inzulina in trigliceridov ter razmerja med holesteroloma LDL in HDL (Škof, 2016). S takšno vadbo se sproža tudi vnetni odziv, ki ga posameznikov organizem uravnava s povišanim protivnetnim delovanjem ter s tem krepi imunski sistem (Ihan, 2014).

Ob izpolnjevanju potreb po gibanju in skrbi za telesno zdravje je pomembna komponenta vadbe košarke, ne glede na izbrano pojavno obliko igre, tudi psihosocialni vidik človekovega zdravja. Dovolj intenzivno igranje košarke pripomore k izločanju posameznih hormonov, ki skrbijo za dobro počutje posameznika (Blumenthal idr., 1982; Škof, 2016). Ti pomagajo pri zniževanju ravnih stresa, kar pri mladih pomeni lažje spoprijemanje s situacijami, pogosto povezanimi s šolskimi obremenitvami, pri odraslih pa z izzivi vsakdanjega življenja in službenimi obveznostmi. Ob tem lahko košarka pomembno pripomore k razvoju kognitivnih sposobnosti, saj izboljšuje osredotočenost, spomin in prekrvavljenost možganov (Sember, 2019). Ta-



Slika 2. Košarka za vse generacije (vir: <http://seniorjournal.com/sports.htm> in Žan Tavčar).

kšna, primerno vodena košarkarska vadba v obdobju otroštva in mladostništva ima lahko pomembno vzgojno funkcijo in vpliv na razvoj celostne osebnosti otroka oz. mladostnika, ki se mora naučiti primerno delovati znotraj skupine, ob tem pa razvija tudi sočutje in prijateljstvo, pomaga svojim vrstnikom, sodeluje z njimi in se uči prilagajanja skupini in skupnim ciljem (Topič idr., 2007). V odraslosti, ko se posamezniki s košarko ukvarjajo predvsem rekreativno, pa je med najpomembnejšimi vidiki vadbe socialna komponenta, saj vadba omogoča druženje z vrstniki in s tem zadovoljuje socialni vidik (Sharma, 2019).

Različne oblike košarkarske igre so torej primerne za različne starosti, kar nakazujejo tudi organizirana tekmovanja za veterane in veteranke ter popoldanske rekreativne košarkarske vadbe, ki se jih udeležuje odrasla populacija vseh starosti. Kljub vsemu bi v naslovu prispevka lahko postavili tudi vprašaj, saj bi bilo neprimerno trditi, da je košarka brezpogojno igra, primerna za vse starostne skupine. S starostjo bi se morala namreč povečevati previdnost pri izbiri priložnosti telesne dejavnosti oz. športne panoge. In ker košarkarska igra vključuje veliko število sprememb smeri gibanja, pospeševanj, zaustavljanj, skokov in poskokov po eni in dveh nogah ter telesnih stikov med igralci, mora biti na tovrstne obremenitve pripravljeno tudi posameznikovo telo. Prav tako je pomembno premišljeno odmerjati dolžino in pogostost košarkarske vadbe. Intenzivnost gibanja (igranja) je treba prilagoditi svojim gibalnim sposobnostim in starosti ter poiskati čim bolj homogeno skupino posameznikov s podobno ravni razvitosti gibalnih sposobnosti in košarkarskega znanja. V tem primeru bo igra zanimivejša, zadovoljstvo večje in psihofizično počutje sodelujočih boljše, igranje košarke pa bolj zdravo in varno. Nužen je tudi tehten razmislek o primernosti košarke kot obliki gibalne dejavnosti ob morebitnih zdravstvenih težavah, zlasti z mišično-skeletnim ali srčno-žilnim sistemom, ali ob vrnitvi k vadbi po daljšem obdobju neaktivnosti.

## Zaključek

Primerno vodena in premišljeno zasnovana košarkarska vadba, organizirana ali rekreativna, ima lahko številne pozitivne učinke na posameznikovo telesno in duševno zdravje. Košarka namreč s svojo večstrukturnostjo zagotavlja zadovoljevanje potreb po gibalni dejavnosti aerobnega

in anaerobnega tipa. Prav tako pripomore k ohranjanju ali celo razvijanju drugih gibalnih sposobnosti, ob tem pa skrbi tudi za zadovoljevanje potreb na področju psihosocialnih komponent posameznika. Če takšni vadbi dodamo priporočljivo količino vadbe za moč, lahko zelo lepo skrbimo za svoje zdravje tako, da združimo prijetno s koristnim. Na podlagi zapisanega lahko sklenemo, da je košarka priložna oblika telesne dejavnosti za vsa življenjska obdobja, vse od otroštva in mladostništva tja v odraslo dobo in starost. Kljub temu pa to velja le, če je vadba premišljena in smo se pred njo prepričali, da nam zdravje tako mišično-skeletnega kot srčno-žilnega sistema in telesna kondicija dopuščata, da s takšno vadbo skrbimo za svoje zdravje ne glede na starost.

## Literatura

- Abdelkrim, N. B., El Faza, S., in El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69–75. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032318>
- Blumenthal, J. A., Williams, S. R., Needels, T. L., in Wallace, A. G. (1982). Psychological changes accompany aerobic exercise in healthy middle-aged adults. *Psychosomatic Medicine*, 44(6), 529–536.
- Erčulj, F., Bergant, B., Gašparin, D., in Sila, A. (2018). *Košarka v obdobju osnovne šole*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- FIBA. (2023). *Basketball rules*. <https://fiba3x3.com/en/rules.html>
- García, F., Castellano, J., Reche, X., in Vázquez-Guerrero, J. (2021). Average Game Physical Demands and the Most Demanding Scenarios of Basketball Competition in Various Age Groups. *Journal of Human Kinetics*, 79(1), 165–174. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0070>
- Gillett, J. (2019). *Strength training for basketball*. Strength Training for Sport.
- Ihan, A. (2014). Telesna dejavnost in imunski sistem. *Zdravniški vestnik*, 83(2), 158–168.
- KZS. (2023a). *Hud basket*. <https://3x3.kzs.si/>
- KZS. (2023b). *Košarkarski Superšolar*. <https://www.kzs.si/clanek/Projekti/Kosarkarski-supersolar/O-Supersolarju/cid/264#menu>
- KZS. (2023c). *Vse o KZS*. <https://www.kzs.si/clanek/Organizacija/Vse-o-KZS/cid/125>
- KZS. (2023d). *Zgodovina slovenske košarke 3x3*. <https://www.kzs.si/clanek/3x3/O-3x3/Zgodovina/cid/499#menu>
- Lenart, J. (2014). *Analiza organiziranosti rekreativnih košarkarskih tekmovanj v Sloveniji*. University of Ljubljana, Faculty of Sports.

- Milanovic, Z., Stojanovic, E., in Scanlan, T. A. (2020). Activity and Physiological Demands During Basketball Game Play. *Basketball Sports Medicine and Science*, 13–23.
- Montgomery, G. P., in Maloney, D. B. (2018). Three-by-Three Basketball: Inertial Movement and Physiological Demands During Elite Games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1169–1174.
- Naismith, J. (1996). *Basketball: Its origin and development*. U of Nebraska Press.
- NIJZ. (2022). *Smernice za telesno dejavnost in sedeče vedenje*.
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., in Del Coso, J. (2017). Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956–962.
- Sember, V. (2019). Vpliv telesne dejavnosti na učno uspešnost osnovnošolcev. *Šport*, 67(3/4), 164–169.
- Sharma, S. (2019). *Role of games and sports in the process of socialization*. 4(1), 1867–1869.
- Škof, B. (2016). *Šport po meri otrok in mladostnikov*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Topič, M. D., Petrovič, K., Strel, J., in Bednarik, J. (2007). *Šport in družba: sociološki vidiki*. Fakulteta za šport, Inštitut za šport. <https://books.google.si/books?id=Rv2hGQAACAAJ>
- Vázquez-Guerrero, J., Jones, B., Fernández-Valdés, B., Moras, G., Reche, X., in Sampaio, J. (2019). Physical demands of elite basketball during an official U18 international tournament. *Journal of Sports Sciences*, 37(22), 2530–2537. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1647033>
- Vujin, S., Erčulj, F., Remic, P., in Mahorič, T. (2016). *Sodobni koncepti v kondicijski pripravi mladih košarkarjev*. Fakulteta za šport.
- Zavod za šport RS Planica. (2023). *Šport mladih*. <https://www.sportmladih.net/interesni-programi-som/solska-sportna-tekmovanja/zapisniki-sst/>

asist. Matic Sirmnik, mag. prof. šp. vzg.  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
matic.sirmnik@fsp.uni-lj.si



Polona Palma<sup>1</sup>,  
Klara Križnič<sup>1</sup>

## Značilnosti in dejavniki tveganja za mišično-kostne poškodbe pri vadbi crossfit

### Izvleček

Vadba crossfit vključuje gimnastične elemente, troboj moči, olimpijsko dviganje uteži in aerobno vadbo ter temelji na načelih raznolikosti, visoke intenzivnosti in funkcionalnem gibanju. Kljub številnim pozitivnim fiziološkim učinkom je predvsem zaradi visoke intenzivnosti pogosto obravnavana kot zdravju škodljiva. Namen pregleda literature je bil predstaviti pojavnost, značilnosti in dejavnike tveganja za mišično-kostne poškodbe pri vadbi crossfit. Raziskave smo iskali v podatkovni zbirki PubMed s ključnima besedama CrossFit AND injury. Vključitvenim kriterijem je ustrezalo osem raziskav. Incidenca mišično-kostnih poškodb pri vadbi crossfit je znašala med 19,4 % in 56,6 %, stopnja incidence pa med 2,3 in 18,9 poškodbe na 1000 ur vadbe. Najpogostejše so bile poškodbe ramena, ledvene hrbtenice in kolena. Večje tveganje za nastanek poškodb je pri moških, večjih in težjih vadečih, vadečih s preteklimi poškodbami ter tekmovalcih. Prav tako so k poškodbam bolj nagnjeni vadeči, ki trenirajo krajši čas ali dalj časa, večkrat tedensko in nimajo zadostnega nadzora usposobljenega trenerja. Tudi nadaljevanje vadbe kljub bolečini predstavlja dejavnik tveganja. Incidenca in stopnja incidence mišično-kostnih poškodb pri crossfitu sta primerljivi s podobnimi športi (gimnastika, atletika, olimpijsko dviganje uteži, troboj moči). Z upoštevanjem z dokazi podprtih dejavnikov tveganja in z individualno prilagoditvijo vadbenega programa bi lahko zmanjšali pojavnost mišično-kostnih poškodb pri crossfitu.

*Ključne besede:* crossfit, mišično-kostne poškodbe, dejavniki tveganja, incidenca



pushpress.com

### Characteristics and risk factors for musculoskeletal injuries in crossfit training

#### Abstract

CrossFit is one of the latest forms of exercises, which combines gymnastic elements, powerlifting, Olympic heavy lifting and aerobic exercises. This form of exercise is based on three basic principles; diversity, high intensity and functional motion. Despite its many beneficial physiological impacts, it is often regarded as having a negative health impact, probably due to the high intensity of the workouts. The purpose of the literature review was to present the incidence, characteristics and risk factors for musculoskeletal injuries in CrossFit training. The literature search was done in the PubMed database with the following key words CrossFit AND injury. Eight studies met the inclusion criteria. The incidence of musculoskeletal injuries at CrossFit training ranged between 19,4% and 56,6%; the incidence rate was between 2,3 and 18,9 injuries/1000 hours of exercise. The most common injuries were those of the shoulder, lower back and knee. The risk factors recognised for CrossFit-related musculoskeletal injuries were male gender, higher body mass and height, previous injuries and elite athletes. Also, athletes who train for a shorter or longer training period, several times a week and don't have inadequate supervision by a qualified trainer are more prone to the injuries. Exercising with pain is also a risk factor. The incidence and rate of incidence for CrossFit-related musculoskeletal injuries can be compared to other similar sports (gymnastics, athletics, Olympic heavy lifting, powerlifting). By considering the significant risk factors and individually modifying the workouts, we can reduce the incidence of CrossFit-related musculoskeletal injuries.

*Keywords:* CrossFit, musculoskeletal injuries, risk factors, incidence

<sup>1</sup>Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

## ■ Uvod

Vadba crossfit predstavlja eno izmed največjih in po številu udeležencev hitro rastočih oblik visoko intenzivne funkcionalne vadbe. Vadbeni program je zasnovan z namenom izboljšanja splošne telesne zmogljivosti in zdravja, kar naj bi dosegli s sledenjem trem načelom vadbe: raznolikosti, visoki intenzivnosti in funkcionalnemu gibanju (da Costa idr., 2019). Ker je poudarek na raznolikosti in stalnem spreminjanju funkcionalnih gibov, crossfit vključuje gimnastične prvine, troboj moči, olimpijsko dviganje uteži in aerobno vadbo (Claudino idr., 2018). Pomembna značilnost vadbe je tudi prilagodljivost, tako bremena kot zahtevnejših gibov (Szajkowski idr., 2023). Poleg naštetih značilnosti vadbe je k priljubljenosti crossfita prispevalo dejstvo, da je tak vadbeni program primeren za različne skupine vadečih (vrhunške športnike, starejše odrasle, najstnike in osebe s posebnimi potrebami). Vsi vadeči si delijo telovadnico, ne glede na svoje individualne zmogljivosti, kar ustvari občutek sprejetosti in skupnosti. Kljub številnim fiziološkim pozitivnim učinkom crossfita pa vadba predvsem zaradi intenzivnosti predstavlja tudi tveganje za poškodbe.

Mišično-kostne poškodbe (MKP) pri crossfitu so v literaturi opredeljene na različne načine. Najpogosteje uporabljeno opredelitev poškodb so uvedli Weisenthal idr. (2014), in sicer, da se kot MKP, povezana s crossfitom, šteje vsaka poškodba, ki ustreza vsaj enemu izmed naštetih meril:

1. prekinitev treniranja crossfita in drugih telesnih dejavnosti za več kot teden dni,
2. prilagoditev intenzivnosti, dolžine ali načina vadbenega programa za več kot dva tedna,
3. vsaka poškodba, ki zahteva obisk pri zdravstvenem delavcu.

V literaturi najdemo še drugačne opredelitve MKP, povezane s crossfitom, na primer opredelitev Szelesa idr. (2020), ki so MKP opredelili kot kakršno koli mišično-kostno poškodbo ali bolečino, ki je preprečila vadečemu udeleževanje na treningih crossfita za vsaj en dan. Montalvo idr. (2017) so s crossfitom povezano MKP opredelili kot kakršno koli telesno poškodbo, ki je vadečim preprečila udeležbo na treningu ali vplivala na njihovo vsakodnevno življenje.

Crossfit je razmeroma nova oblika vadbe, zato so Mehrab idr. (2017) poudarili, da je znanje na področju poškodb in dejavnikov tveganja pri crossfitu še zelo omejeno. Zato

je bil namen tega pregleda literature ugotoviti pojavnost, značilnosti in možne dejavnike tveganja za MKP pri vadbi crossfit. Želeli smo ugotoviti, kako različne demografske in vadbene značilnosti vplivajo na pojavnost MKP pri crossfitu.

## ■ Metode

Literaturo smo iskali v podatkovni zbirki PubMed z uporabo iskalne kombinacije 'CrossFit' AND 'injury' v naslovu in/ali izvlečku. V pregled literature smo vključili raziskave v angleškem jeziku, pri katerih je bilo dostopno celotno besedilo, preučevale pa so z vadbo crossfit povezane MKP in incidenco poškodb pri vadbi crossfit, ter raziskave, v katerih so avtorji ugotavljali dejavnike tveganja za MKP. Izključene so bile raziskave, pri katerih se vadba crossfit ni izvajala v certificiranih telovadnicah za crossfit.

## ■ Rezultati

Z izbrano iskalno kombinacijo je bilo najdenih 82 člankov. Po pregledu znanstvene literature in ob upoštevanju vključitvenih

in izključitvenih meril je bilo v pregled literature vključenih osem raziskav. Vse izbrane raziskave so ugotavljale pojavnost in značilnosti s crossfitom povezanih MKP pri vadečih, ki trenirajo crossfit v uradnih telovadnicah znamke CrossFit. Raziskave so se razlikovale v opredelitvi poškodb. Večina raziskav (Weisenthal idr., 2014; Mehrab idr., 2017; da Costa idr., 2019; Vassis idr., 2023; Szajkowski idr., 2023) je za MKP, povezane z vadbo crossfita, uporabila opredelitev, ki so jo oblikovali Weisenthal idr. (2014). Szeles idr. (2020), Lastra-Rodriguez idr. (2023) ter Montalvo idr. (2017) so uporabili vsak svojo opredelitev MKP.

V izbranih raziskavah so podatke zbirali z spletnimi anketami (Weisenthal idr., 2014; Mehrab idr., 2017; Lastra-Rodriguez idr., 2023; Szajkowski idr., 2023) in anketami v fizični obliki (Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Szeles idr., 2020; Vassis idr., 2023). Vprašanja so bila oblikovana na podlagi izbranih opredelitev MKP, povezanih z vadbo crossfita.

Skupno število vseh vadečih, ki so sodelovali v osmih raziskavah, je bilo 3676. Od tega je bilo 59,77 % (n = 2197) moških

Tabela 1  
*Demografski podatki vadečih in parametri vadbe v pregledanih raziskavah*

Avtorji in leto objave	Št. vadečih (spol), starost (leta), ITM (kg/m <sup>2</sup> )	Vadbena obdobje (mesece)	Frekvenca vadbe (št. enot/ teden)	Trajanje vadbene enote (minute)
Weisenthal idr., 2014	386; 231 M, 150 Ž NP	0–6	4–5	30–60
Mehrab idr., 2017	449; 266 M, 183 Ž 31,9 ± 8,3 24,4 ± 2	> 24	3,9 ± 1,3	30–60
Montalvo idr., 2017	191; 94 M, 97 Ž 31,7 ± 9,4 26,3 ± 5,4	24 ± 18	4,4 ± 1,3	NP
da Costa idr., 2019	414; 243 M, 171 Ž 31,0 ± 6,6 24,8 ± 2,9	12 ± 6	5 ± 1	NP
Szeles idr., 2020	406; 198 M, 208 Ž 32,1 NP	12 ± 6	3,9 ± 0,2	60
Lastra-Rodriguez idr., 2023	182; 118 M, 64 Ž NP NP	12 ± 4	3–4	45–90
Szajkowski idr., 2023	424; 266 M, 158 Ž 34,0 ± 5,4 25,1 ± 2,1	18 ± 6	4,3 ± 1,1	> 60
Vassis idr., 2023	1224; 781 M, 443 Ž 30,8 ± 7,58 24,5 ± 2,7	30 ± 12	4 ± 1	60–90

Opomba. M = moški, Ž = ženske, NP = ni podatkov

in 40,23 % (n = 1479) žensk. Povprečna starost sodelujočih je bila 31,9 leta, povprečni indeks telesne mase je obsegal 24,7 kg/m<sup>2</sup>. Sodelujoči v raziskavah so trenirali crossfit različno dolgo, prav tako sta se razlikovala število vadbenih enot na teden in dolžina posameznih vadbenih enot. V povprečju so vadeči trenirali 6–18 mesecev, povprečna vadbeni enota je trajala 60 minut in v povprečju so izvedli štiri vadbene enote na teden. Podrobni demografski podatki in parametri vadbe so predstavljeni v Tabeli 1.

Incidenca pomeni število novih MKP v določenem časovnem obdobju. Časovna obdobja spremljanja poškodb so se med posameznimi raziskavami razlikovala. V raziskavi Szeles idr. (2020) je beleženje trajalo 12 tednov, v raziskavi Weisenthal idr. (2014) ter Montalvo idr. (2017) pa šest mesecev. Mehrab idr. (2017) ter Lastra-Rodriguez idr. (2023) so MKP spremljali leto dni. V raziskavi da Costa idr. (2019), Szajkowski idr. (2023) ter Vassisa idr. (2023) časovno obdobje beleženja MKP ni bilo opredeljeno. Incidenca MKP se je gibala med 19,4 % (Weisenthal idr., 2014) in 56,6 % (Lastra-Rodriguez idr., 2023) (Tabela 2). Stopnja incidence pomeni število poškodb na število ur vadbe in omogoča boljše primerljivost med raziskavami. Stopnja incidence je segala od 2,3 poškodbe na 1000 ur vadbe (Montalvo idr., 2017) do 18,9 poškodbe na 1000 ur vadbe (Szeles idr., 2020), v nekaterih raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Mehrab idr., 2017; Szajkowski idr., 2023) stopnje incidence niso izračunali (Tabela 2).

Z vidika anatomske lokacije MKP so pri vseh raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Mehrab idr., 2017; Lastra-Rodriguez idr., 2023; Szajkowski idr., 2023; Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Szeles idr., 2020; Vassis idr., 2023) prevladovala poškodbe ramena, sle-

dile so poškodbe ledvenega dela hrbtenice in nato poškodbe kolena.

V pregledanih raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Mehrab idr., 2017; Lastra-Rodriguez idr., 2023; Szajkowski idr., 2023; Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Szeles idr., 2020; Vassis idr., 2023) so ugotavljali povezanost različnih dejavnikov tveganja s pojavnostjo MKP pri vadbi crossfit. Na podlagi statistično značilnih povezav so ugotovili dejavnike tveganja za MKP pri vadbi crossfit, predstavljeni so v nadaljevanju.

V štirih raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Szajkowski idr., 2023; Vassis idr., 2023; Montalvo idr., 2027) so ugotovili povezanost demografskih značilnosti vadečih z MKP pri vadbi crossfit. Weisenthal idr. (2014) so ugotovili, da se moški pri tej vadbi poškodujejo pogosteje kot ženske (poškodbe<sub>moški</sub> 22,9 % v primerjavi s poškodbe<sub>ženske</sub> 14 %, p = 0,030). Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Szajkowski idr. (2023) (poškodbe<sub>moški</sub> 32,78 % v primerjavi s poškodbe<sub>ženske</sub> 15,33 %, p = 0,003). Tudi Vassis idr. (2023) so ugotovili, da se moški večkrat poškodujejo kot ženske (poškodbe<sub>moški</sub> 50,1 % v primerjavi s poškodbe<sub>ženske</sub> 32,3 %, p = 0,001). Montalvo idr. (2017) so ugotovili, da je pri višjih in težjih vadečih tveganje za pojav MKP večje v primerjavi z nižjimi in lažjimi vadečimi (višina: 1,72 ± 0,09 m v primerjavi z 1,68 ± 0,01 m, p<sub>višina</sub> = 0,011; teža: 78,24 ± 16,86 kg v primerjavi z 72,91 ± 14,77 kg, p<sub>teža</sub> = 0,037).

Večje tveganje za MKP predstavlja krajši čas treniranja crossfita, torej manj kot šest mesecev treniranja (p < 0,001) (Mehrab idr., 2017). Tudi Szeles idr. (2020) so dokazali, da je pri začetnikih večje tveganje za MKP. V nasprotju s predhodnimi ugotovitvami so Montalvo idr. (2017) ugotovili, da daljše vadbeno obdobje predstavlja večje tveganje za MKP (2,7 ± 1,8 leta v primerjavi z 1,8 ± 1,5 leta, p = 0,001), enako so ugotovili

tudi da Costa idr. (2019) (> 12 mesecev, p = 0,004) ter Szajkowski idr. (2023) (> 5 let, p = 0,041).

Večje število ur treningov crossfita na teden predstavlja večje tveganje za MKP (7,3 ± 3,8 ure v primerjavi s 4,9 ± 2,1 ure, p = 0,020) (Montalvo idr., 2017). Do podobnega zaključka so prišli tudi Lastra-Rodriguez idr. (2023), ki so prav tako ugotovili, da večje število ur te vrste vadbe na teden pomeni tudi večje tveganje za MKP (≥ 6 ur v primerjavi s 3 urami, p = 0,023). Szajkowski idr. (2023) so še ugotovili, da vadbene enote, daljše od 90 minut, predstavljajo večje tveganje za MKP kot krajše vadbene enote (p = 0,050).

Lastra-Rodriguez idr. (2023) so ugotovili, da neizvajanje vadbe za gibljivost poveča tveganje za pojavnost MKP v primerjavi z njenim izvajanjem (p = 0,010). Szajkowski idr. (2023) so preučevali tudi vključenost izometričnih vaj v ogrevanju. Ugotovili so, da je izvajanje izometričnih kontrakcij pri ogrevanju pomemben zaščitni dejavnik pred nastankom MKP (p = 0,008).

V treh raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Lastra-Rodriguez idr., 2023; Vassis idr., 2023) so ugotavljali nadzor in dejavno prisotnost usposobljenih trenerjev crossfita med vadbo. Weisenthal idr. (2014) so ugotovili, da je bilo le 57 % vadečih deležnih nasvetov in nadzora trenerja skozi celoten čas vadbe. Ugotovili so, da je tveganje za MKP, povezane s crossfitom, večje, ko je trener prisoten krajši čas (p = 0,028). Poleg tega so ženske večkrat prosile za nadzor trenerja kot moški (p = 0,015). Tudi Szajkowski idr. (2023) ter Vassis idr. (2023) so dokazali, da je pomanjkanje nadzora usposobljenega trenerja pomemben dejavnik tveganja za MKP.

Ukvarjanje s crossfitom na tekmovalni ravni je z vidika pojavnosti MKP bolj tvegano kot rekreativno udejstvovanje (MKP<sub>tekmovalci</sub> 40 % v primerjavi z MKP<sub>netekmovalci</sub> 19 %, p = 0,002) (Montalvo idr., 2017). Tudi da Costa idr. (2019) so prišli do zaključka, da so tekmovalci bolj nagnjeni k MKP kot rekreativni udeleženci ter rekreativni udeleženci bolj kot začetniki (p < 0,001). Verjetnost za poškodbo je pri tekmovalcih 5-krat večja v primerjavi z začetniki, medtem ko je verjetnost za poškodbo pri rekreativnih udeležencih crossfita 2-krat večja kot pri začetnikih. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Vassis idr. (2023) (p = 0,001).

Szajkowski idr. (2023), ki so za MKP, povezane z vadbo crossfita, uporabili opredelitev

Tabela 2  
Incidenca in stopnja incidence MKP v pregledanih raziskavah

Avtorji in leto objave	Incidenca (št. poškodovanih, %)	Stopnja incidence (št. poškodb/ure vadbe)
Weisenthal idr., 2014	75 (19,4 %)	Ni podatkov
Mehrab idr., 2017	252 (56,1 %)	Ni podatkov
Montalvo idr., 2017	50 (26,2 %)	2,3/1000
da Costa idr., 2019	157 (37,9 %)	3,24/1000
Szeles idr., 2020	133 (32,8 %)	18,9/1000
Lastra-Rodriguez idr., 2023	143 (56,6 %)	3,6/1000
Szajkowski idr., 2023	534 (43,6 %)	Ni podatkov
Vassis idr., 2023	204 (48,1 %)	3,54/1000

Weisenthala idr. (2014), so ugotovili, da je nadaljevanje vadbe kljub bolečini, ki ni zapoznela mišična bolečina, pomemben dejavnik tveganja za MKP ( $p < 0,004$ ). Szeles idr. (2019) so ugotovili, da je pri poškodovanih vadečih 3-krat večja verjetnost za ponovno poškodbo. Tudi da Costa idr. (2019) so ugotovili, da je pri športnikih z zgodovino poškodb večje tveganje za nastanek novih MKP.

V nobeni izmed raziskav niso dokazali statistično značilne povezanosti med pojavnostjo s crossfitom povezanih MKP in programom za začetnike, specifičnimi treningi, z ogrevanjem, ohlajanjem, s številom vadečih, številom prisotnih trenerjev, z uporabo zaščitne opreme, demonstracijo vaj, s preventivno vadbo in z raztezanjem.

## Razprava

V raziskavah, vključenih v pregled literature, je incidenca MKP, povezanih s crossfitom, znašala med 19,4 % (Weisenthal idr., 2014) in 56,6 % (Lastra-Rodriguez idr., 2023). Na takšno razliko lahko vpliva že opredelitev poškodb. Weisenthal idr. (2014) so MKP jasno opredelili, medtem ko so Lastra-Rodriguez idr. (2023) razvrstili MKP le po stopnji poškodbe. Poleg različnih opredelitev lahko na incidenco vpliva tudi časovno obdobje, v katerem so spremljali število poškodb. Mehrab idr. (2017) so poudarili, da na razlike v incidenci poškodb lahko vplivajo tudi demografske, okoljske in metodološke razlike med posameznimi raziskavami. Te razlike so na primer geografska lokacija izvedbe raziskave, način treniranja in znanje trenerjev (Mehrab idr., 2017). Ugotovljena incidenca je primerljiva ali celo nižja od incidence poškodb pri športih, kot so gimnastika (61–82 %; Westerman idr., 2015), tek na daljše razdalje (31,2 %; Kakouris idr., 2021) in atletika (42,8 %; Jacobsson idr., 2012). Na podlagi podatkov in raziskav poškodb pri drugih športih lahko dvome o nevarnosti vadbe crossfita zavrnemo in sklepamo, da je ta v primerjavi z drugimi športnimi dejavnostmi enako varen način vadbe (Szajkowski idr., 2023).

Stopnja incidence MKP je v izbranih raziskavah znašala med 2,3 poškodbe na 1000 ur vadbe (Montalvo idr., 2017) in 18,9 poškodbe na 1000 ur vadbe (Szeles idr., 2020). Szeles idr. (2020) svoje skoraj 10-kratno odstopanje od povprečja pojasnjujejo z vrsto raziskave in opredelitvijo poškodb. Izvedli so namreč longitudinalno raziskavo, medtem ko so bile preostale raziskave zgolj

presečne. S takšnim načinom raziskovanja so zajeli tudi manjše poškodbe in preobremenitve, kar omogoči boljše predstavo o MKP in izboljša oblikovanje preventivnih programov. Obenem so uporabili tudi zelo splošno opredelitev MKP (vsaka poškodba ali bolečina, zaradi katere mora športnik za en dan prekiniti treniranje) (Szeles idr., 2020). Za primerjavo, stopnja incidence poškodb pri troboju moči je med 1,0 in 5,8 poškodbe na 1000 ur vadbe (Brown and Kimball, 1983; Haykowsky idr., 1999; Keogh idr., 2006; Raske and Norlin, 2002; Siewe idr., 2011) ter pri olimpijskem dviganju uteži med 2,4 in 3,3 poškodbe na 1000 ur vadbe (Calhoon and Fry, 1999; Raske and Norlin, 2002). Ker je stopnja incidence pri crossfitu primerljiva, lahko sklepamo, da prav prvine troboja moči in olimpijskega dviganja uteži prispevajo največji delež k incidenci MKP (Montalvo idr., 2017). To hipotezo so potrdili tudi Weisenthal idr. (2014), ki so ugotovili, da je kar 40 % vseh MKP nastalo med trobojem moči in dviganjem težkih uteži, medtem ko po pojavnosti MKP sledijo gimnastične prvine.

Z vidika lokacije MKP so največji delež predstavljale poškodbe ramenskega sklepa, ledvenega dela hrbtenice in kolena. Največji delež poškodb pri gimnastiki in olimpijskem dviganju uteži namreč prav tako predstavljajo poškodbe ramena in hrbtenice (Caine and Nassar, 2005; Raske and Norlin, 2002). Poškodbe kolena so značilne predvsem za tekače in skakalce. Tudi vadba crossfita vključuje veliko teka, hitrih sprememb smeri gibanja in poskokov, kar pojasni številne poškodbe kolena (Mehrab idr., 2017). Zaradi pogostih poškodb ramenskega sklepa, ledvenega dela hrbtenice in kolena bi se morali tudi preventivni programi osredotočiti na izboljšanje stabilnosti in gibljivosti omenjenih sklepov. Prav tako bi morali biti tudi trenerji pozorni na pravilno izvedbo vaj (Szajkowski idr., 2023).

V pregledanih raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Mehrab idr., 2017; Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Szeles idr., 2020; Lastra-Rodriguez idr., 2023; Szajkowski idr., 2023; Vassis idr., 2023) so kot dejavnike tveganja za MKP, povezane z vadbo crossfit, navedli: moški spol, višjo telesno težo in višino, pretekle poškodbe, obdobje izvajanja vadbe crossfit, frekvenco treningov, dolžino posamezne vadbene enote, nadzor usposobljenega trenerja, tekmovanje, neizvajanje vadbe za gibljivost sklepov, treniranje kljub bolečini in neizvajanje izometričnih vaj z ogrevanju.

V treh raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Szajkowski idr., 2023; Vassis idr., 2023) so ugotovili, da se pri vadbi crossfit moški poškodujejo pogosteje kot ženske. Poleg tega so Weisenthal idr. (2014) ugotovili, da so ženske večkrat prosile za pomoč trenerja kot moški, kar lahko vpliva na manjši delež poškodb pri ženskah. Večji delež poškodovanih moških je lahko posledica dejstva, da pri vadbi crossfita sodeluje več moških kot žensk. V preostalih vključenih raziskavah (Mehrab idr., 2017; Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Szeles idr., 2020; Lastra-Rodriguez idr., 2023) povezanosti med spolom in pojavnostjo MKP niso dokazali.

Montalvo idr. (2017) so ugotovili, da se težji in višji vadeči poškodujejo pogosteje kot nižji in lažji vadeči. Do podobnih zaključkov so prišli tudi Winwood idr. (2014), ki so ugotovili, da se pri dvigalcih uteži težji posamezniki ( $> 105$  kg) poškodujejo pogosteje kot lažji posamezniki ( $< 105$  kg). Večja telesna teža je namreč povezana z večjimi navori, poleg tega večji in težji športniki pogosteje trenirajo tudi s težjimi bremenami, kar predstavlja dodaten dejavnik tveganja za poškodbe (Montalvo idr., 2017).

Pri športnikih, ki so se v preteklosti že srečevali s poškodbami, je večje tveganje za nastanek MKP, so ugotovili da Costa idr. (2019) ter Szeles idr. (2020). Do podobnih zaključkov so prišli tudi pri drugih športih (Agresta idr., 2019; Girometti idr., 2006; Giroto idr., 2017; Saragiotto idr., 2014). Za predstavljeni dejavnik tveganja so mogoče tri razlage: zabrazgotinjeno tkivo, nepripravljena rehabilitacija in diagnostični vzroki. Fuller idr. (2006), ki so proučevali poškodbe pri nogometaših, so izpostavili dejstvo, da brazgotinasto tkivo pripomore k mišičnemu neravnovesju, zmanjšanju gibljivosti in slabši mehanski ali funkcionalni stabilnosti sklepov. Poleg tega lahko napačna obravnava in nepravilna prilagoditev vadbe po primarni poškodbi povzročita njeno ponovitev ali pa novo poškodbo (Blanch and Gabbett, 2016; Murray idr., 2017). Kot diagnostični vzrok so Szeles idr. (2020) navedli poškodbe, ki so ostale nediagnosticirane in neobravnane.

Na pojavnost MKP vplivajo tudi vadbeni parametri. Pomemben dejavnik tveganja za MKP je vadbena obdobje, torej čas od začetka ukvarjanja s crossfitom. Mehrab idr. (2017) so ugotovili, da krajši čas treniranja ( $< 6$  mesecev) predstavlja večje tveganje za MKP. Upoštevač to ugotovitev, je pomembno, da so trenerji in vadeči osredotočeni na učenje in izvajanje pravilnih gibov



ob pravilni prilagoditvi zahtevnejših vaj, predvsem v začetnem obdobju treniranja. Poškodbe pri začetnikih so pogoste predvsem zaradi prehitrega povečanja volumna in intenzivnosti vadbe v kratkem časovnem obdobju. Zato je zlasti pomembno, da začetniki izvajajo prilagojen program vadbe (Mehrab idr., 2017). Do zaključka, da se več vadečih poškoduje v prvih 12 mesecih od začetka treniranja, so prišli tudi Szeles idr. (2020). Prav nasprotno so ugotovili pri drugih raziskavah (Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Szajkowski idr., 2023), kjer ugotavljajo, da je daljše vadbeno obdobje dejavnik tveganja za MKP. Razlog za tako nasprotujoče si rezultate sta morda večja mišična zmogljivost in spretnost, ki ju udeleženci pridobijo s časom in ponujata možnost za izvajanje težjih prvin ter dviganje težjih bremen, kar lahko vodi do nastanka MKP (Montalvo idr., 2017).

Tudi frekvenca in dolžina vadbenih enot vplivata na pogostost in pojavnost MKP. Montalvo idr. (2017) so namreč dokazali, da večja frekvenca treningov na teden predstavlja dejavnik tveganja za MKP. Do enakih zaključkov so prišli tudi v drugih raziskavah (Lastra-Rodriguez idr., 2023; Szajkowski idr., 2023). Večja frekvenca vadbenih enot tedensko namreč predstavlja več možnosti za poškodbe (Montalvo idr., 2017). Poleg tega so Szajkowski idr. (2023) ugotovili, da vadbene enote, daljše od 90 minut, predstavljajo dodatno tveganje za MKP. Kot možen razlog za to navajajo preobremenitev in utrujenost vadečih pri daljših vadbenih enotah večkrat tedensko.

Poleg programa vadbe ima pomemben vpliv tudi trener. V treh vključenih raziskavah (Weisenthal idr., 2014; Szajkowski idr., 2023; Vassis idr., 2023) so potrdili, da je pomanjkanje nadzora usposobljenega trenerja statistično značilen dejavnik tveganja za MKP. Trener pri crossfitu je namreč nepogrešljiv. Usposobljeni trener vodi vadeče skozi dnevni trening, pomaga pri organizaciji vadbene enote in popravlja tehniko izvajanja vaj. Prav tako udeležencem svetuje pri izbiri primerne bremena ob upoštevanju njihovih zmognosti, kar prepreči nastanek MKP zaradi preobremenitve (Weisenthal idr., 2014).

Ukvarjanje s crossfitom na tekmovalni ravni je prav tako dejavnik tveganja za pojavnost MKP (Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Vassis idr., 2023). Eden izmed razlogov, da so tekmovalci bolj nagnjeni k nastanku MKP, je večja frekvenca vadbenih enot in posledično več možnosti za poškodbe

(Montalvo idr., 2017). Poleg tega priprave in tudi tekmovanja pogosto predstavljajo mejo zmogljivosti za športnika (da Costa idr., 2019) ter dodaten pritisk za doseganje najboljših rezultatov (Szajkowski idr., 2023).

Szajkowski idr. (2023) so ugotovili, da je nadaljevanje treninga kljub bolečini dejavnik tveganja za MKP. Zaprznela mišična bolečina izzveni v 36 do 72 urah po vadbi in vadeči bi morali tudi sami znati prepoznati razliko med akutnimi bolečinskimi stanji in zapozneno mišično bolečino (Szajkowski idr., 2023). Prav tako so ugotovili, da vključenost izometričnih vaj v ogrevanje zmanjša pojavnost MKP. Ob izometrični kontrakciji se krvni pretok začasno zmanjša, medtem ko se po izometrični kontrakciji žile razširijo, krvni pretok se poveča in izboljša se raztegljivost mišičnega tkiva. Podoben vpliv ima izometrična kontrakcija tudi na vezivno tkivo in izboljša njegove biomehanske lastnosti (Pasurka idr., 2020).

Kljub skrbnemu načrtovanju ima vsaka raziskava tudi svoje omejitve, ki jih je treba upoštevati pri razumevanju rezultatov. Weisenthal idr. (2014) so kot glavno omejitev izpostavili predvsem časovno obdobje spremljanja MKP (12 mesecev), saj se vadeči po letu dni številnih MKP ne spomnijo več tako natančno. Obenem je bila omejitev tudi način zbiranja podatkov, saj so podatke zbirali elektronsko in le med dejavnimi udeleženci crossfita. Mogoče je, da poškodovani vadeči zaradi odsotnosti oziroma prekinitve treniranja ankete niso izpolnili. Po drugi strani so bili prav poškodovani vadeči najverjetneje bolj motivirani za izpolnjevanje ankete (Weisenthal idr., 2014). Podobne omejitve so navedli tudi drugi avtorji (Mehrab idr., 2017; Montalvo idr., 2017; da Costa idr., 2019; Szeles idr., 2020). Mehrab idr. (2017) so izpostavili tudi pomanjkanje zdravniških diagnoz poškodb, kar pušča možnost za subjektivno interpretacijo MKP, ki je lahko napačna.

Na pojav MKP bi lahko vplivali tudi številni dejavniki, ki v raziskavah niso bili zajeti, na primer prirojena gibljivost sklepov, kakovost vezivnega tkiva in osebne lastnosti vadečih. Nadaljnje raziskave bi se morale osredotočiti tudi na druge dejavnike tveganja in soodvisnost posameznih dejavnikov tveganja za MKP pri crossfitu.

## Zaključki

V osmih pregledanih raziskavah je incidenca MKP pri vadbi crossfit znašala med 19,4

% in 56,6 %, stopnja incidence pa med 2,3 in 18,9 poškodbe na 1000 ur vadbe. Najpogostejše so bile poškodbe ramenskega sklepa, ledvenega dela hrbtenice in kolena.

Ugotovljeni dejavniki tveganja za MKP pri crossfitu so moški spol, višja telesna teža in višina, zgodovina poškodb, krajši ali daljši čas izvajanja vadbe crossfit, višja frekvenca treningov, daljše vadbene enote, pomanjkanje nadzora usposobljenega trenerja, sodelovanje v tekmovanjih, neizvajanje vadbe za gibljivost sklepov, treniranje kljub bolečini ter neizvajanje izometričnih vaj v ogrevanju.

V prihodnje bi bila priporočljiva izvedba longitudinalne raziskave, saj bi bili tako podatki o MKP natančnejši in zanesljivejši. Za zajemanje vzorca sodelujočih v raziskavah bi bilo ankete bolje izvajati v fizični obliki in ne elektronski. Koristno bi bilo tudi beleženje gibov in elementov, pri katerih je do MKP prišlo, da bi bili nato trenerji pozornejši pri njihovem izvajanju.

## Literatura

- Agresta, C. E., Krieg, K. in Freehill, M. T. (2019). Risk factors for baseball-related arm injuries: a systematic review. *Orthop J Sports Med*, 7(2): 2325967119825557. doi: 10.1177/2325967119825557
- Blanch, P. in Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*, 50(8): 471-5. doi: 10.1136/bjsports-2015-095445
- Brown, E. W. in Kimball, R. G. (1983). Medical history associated with adolescent powerlifting. *Pediatrics*, 72(5):636-44.
- Caine, D. J. in Nassar, L. (2005). Gymnastics injuries. *Med Sport Sci*, 48: 18-58.
- Calhoon, G. in Fry, A. C. (1999). Injury rates and profiles of elite competitive weightlifters. *J Athl Train*, 34(3):232-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16558570/>.
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H., Miranda, R. C., Mezencio, B., Soncin, R., Filho, C. A. C., Bottaro, M., Hernandez, A. J., Amadio, A. C. in Serrao, J. C. (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med Open*, 4 (11). <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>.
- da Costa, TS., Louzada, C. T. N., Miyashita, G. K., Jeronimo da Silva, P. H., Sungaila, H. Y. F., Schmidt Lara, P. H., Pochini, A. C., Ejnisman, B. in Arliani, G. G. (2019). CrossFit®. Injury prevalence and main risk factors. *Clinics (Sao Paulo)*, 74, e1402. <https://doi.org/10.6061/clinics/2019/e1402>

8. Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hagglund, M., McCrory, P. in Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*, 40(3):193–201. [10.1136/bjsm.2005.025270](https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.025270).
9. Girometti, R., De Candia, A., Sbuelz, M., Toso, F., Zuiani, C. in Bazzocchi, M. (2006). Supraspinatus tendon US morphology in basketball players: correlation with main pathologic models of secondary impingement syndrome in young overhead athletes. Preliminary report. *Radiol Med*, 111(1): 42–52. [doi: 10.1007/s11547-006-0005-8](https://doi.org/10.1007/s11547-006-0005-8).
10. Giroto, N., Hespanhol Junior, L. C., Gomes, M. R. in Lopes, A. D. (2017). Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*, 27(2): 195–202. [doi: 10.1111/sms.12636](https://doi.org/10.1111/sms.12636)
11. Haykowsky, M. J., Warburton, D. E. R. in Quinney, H. A. (1999). Pain and Injury Associated with Powerlifting Training in Visually Impaired Athletes. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 93(4). <https://doi.org/10.1177/0145482X9909300406>.
12. Jacobsson, J., Timpka, T., Kowalski, J., Nilsson, S., Ekberg, J. in Renstrom, P. (2012). Prevalence of musculoskeletal injuries in Swedish elite track and field athletes. *Am J Sports Med*, 40(1):163–9. <https://doi.org/10.1177/0363546511425467>.
13. Kakouris, N., Yener, N. in Fong, D. T. P. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *J Sport Health Sci*, 10(5):513–522. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001>.
14. Keogh, J., Hume, P. A. in Pearson, S. (2006). Retrospective injury epidemiology of one hundred one competitive Oceania power lifters: the effects of age, body mass, competitive standard, and gender. *J Strength Cond Res*, 20(3):672–18. [10.1016/j.jshs.2021.04.001](https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001).
15. Lastra-Rodriguez, L., Ramos, I., Perez, V., Ramos, R. in Rodriguez, A. F. (2023). Musculoskeletal Injuries and Risk Factors in Spanish CrossFit® Practitioners. *Healthcare (Basel)*, 11(9): 1346. <https://doi.org/10.3390/healthcare11091346>.
16. Mehrab, M., Vos, R., Kraan, G. A. in Mathijssen, N. M. C. (2017). Injury Incidence and Patterns Among Dutch CrossFit Athletes. *Orthop J Sports Med*, 5(12). <https://doi.org/10.1177/2325967117745263>.
17. Montalvo, A. M., Shaefer, H., Rodriguez, B., Li, T., Epnere, K. in Myer, G. D. (2017). Retrospective Injury Epidemiology and Risk Factors for Injury in CrossFit. *J Sports Sci Med*, 16(1): 53–59.
18. Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D. in Blanch, P. (2017). Calculating acute: chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *Br J Sports Med*, 51(9):749–54. [doi: 10.1136/bjsports-2016-097152](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097152)
19. Pasurka, M., Lutter, C., Hoppe, M. W., Heiss, R., Gaulrapp, H., Ernstberger, A., Engelhardt, M., Grim, C., Forst, R. in Hotfiel, T. (2020). Ankle flossing alters periarticular stiffness and arterial blood flow in asymptomatic athletes. *J Sports Med. Phys. Fitness*, 60: 1453–61.
20. Raske, A. in Norlin, R. (2002). Injury incidence and prevalence among elite weight and power lifters. *Am J Sports Med*, 30(2):248–56. <https://doi.org/10.1177/03635465020300021701>.
21. Saragiotto, B. T., Yamato, T. P., Hespanhol Junior, L. C., Rainbow, M. J., Davis, I. S. in Dias Lopes, A. (2014). What are the main risk factors for running-related injuries? *Sports Med*, 44(8): 1153–63. [doi: 10.1007/s40279-014-0194-6](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0194-6)
22. Siewe, J., Rudat, J., Rollinghoff, M., Schlegel, U. J., Eysel, P. in Michael, J. W. (2011). Injuries and overuse syndromes in powerlifting. *Int J Sports Med*, 32(9):703–11. [10.1055/s-0031-1277207](https://doi.org/10.1055/s-0031-1277207).
23. Szajkowski, S., Dwornik, M., Pasek, J. in Cieslar, G. (2023). Risk Factors for Injury in CrossFit® - A Retrospective Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 20 (2211). <https://doi.org/10.3390/ijerph20032211>.
24. Szeles, P. R., Santos da Costa, T., Alves da Cunha, R., Hespanhol, L., Pochini, A., Ramos, L. A. in Cohen, M. (2020). CrossFit and the Epidemiology of Musculoskeletal Injuries: A Prospective 12-Week Cohort Study. *Orthop J Sports Med*, 8 (3). <https://doi.org/10.1177/2325967120908884>.
25. Vassis, K., Siouras, A., Kourkoulis, N., Poulis, I. A., Meletiou, G., Iliopoulou, A. in Misiris, I. (2023). Epidemiological Profile among Greek CrossFit Practitioners. *Int J Environ Res Public Health*, 20(3): 2538. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032538>.
26. Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., DeHaven, K. E. in Giordano, B. D. (2014). Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. *Orthop J Sports Med*, 2(4). <https://doi.org/10.1177/2325967114531177>.
27. Westerman, R. W., Giblin, M., Vaske, A., Grosso, K. in Wolf, B. R. (2015). Evaluation of Men's and Women's Gymnastics Injuries: A 10-Year Observational Study. *Sports Health*, 7(2), 161–5. <https://doi.org/10.1177/1941738114559705>.
28. Winwood, P. W., Hume, P. A., Cronin, J. B. in Keogh, J. W. L. (2014). Retrospective injury epidemiology of strongman athletes. *J Strength Cond Res*, 28(1): 28–42. [doi:10.1519/JSC.0b013e3182986c0c](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182986c0c).

dr. Polona Palma, prof. šp. vzg., dipl. fiziot.  
Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta  
polona.palma@zf.uni-lj.si



Dorica Šajber,  
Boštjan Jakše

## Kardiorespiratorni fitness pri prebolewnikih covid-19: vpogled v projekt »PostCovSwim«

### Izvleček

Okužba z novim koronavirusom SARS-CoV-2 oz. razvoj koronavirusne bolezni covid-19 in njene posledice, kot je sindrom dolgotrajnega covid-19 (post covid-19), lahko pomembno neugodno vplivajo na različne vidike življenja posameznika. Kljub temu imajo številni zaradi različnih razlogov pomisleke glede cepljenja proti covid-19. Namen osemtedenske intervencijske raziskave, znane kot projekt »PostCovSwim«, je bil primerjati povezanost statusa cepljenja proti covidu-19 (cepljeni:  $n = 48$ , povprečna starost 55 let proti necepljenim:  $n = 15$ , povprečna starost 45 let) pri prebolewnikih s sindromom dolgotrajnega covid-19 na podlagi rezultatov izbranih testov kardiorespiratornega fitnesa. Uporabljene metode so bile 6-minutni test hitre hoje ter test plavanja na 50 metrov in 100 metrov. Preiskovancem smo z medicinsko overjenim analizatorjem telesne sestave izmerili še telesno sestavo, nasičenost krvi s kisikom (saturacija) in srčni utrip ter zabeležili samoporočano število prebolelosti covid-19. Rezultati primerjave med cepljenimi in necepljenimi prebolewniki v povezavi s sindromom dolgotrajnega covid-19, ki so bili statistično prilagojeni na starost, so pokazali značilno razliko pri rezultatu 6-minutnega testa hitre hoje (necepljeni hitrejši), ne pa tudi pri obeh testih plavanja. Pridobljene rezultate je treba interpretirati s previdnostjo, ker gre za majhno število preiskovancev, necepljeni preiskovanci pa so imeli značilno več okužb s covidom-19. Kljub prepričanju, da je cepljenje proti covidu-19 povezano s poslabšanjem kardiorespiratornega fitnesa, starostna razlika med primerjanima skupinama dopušča špekulacijo, da so starejši preiskovanci, čeprav cepljeni, lahko imeli tudi večji delež pridruženih bolezni, potencialno nezabeležen težji potek in različno trajanje posledic sindroma dolgotrajnega covid-19 pa tudi različne ravni osnovne telesne pripravljenosti. Ti dejavniki, kot vemo, neugodno vplivajo na izraznost kardiorespiratornega fitnesa.

*Ključne besede:* covid-19, cepljenje, kardiorespiratorni fitness, 6-minutni test hoje, plavanje



## Cardiorespiratory fitness in COVID-19 convalescents: Insights from the »Post-CovSwim« project

### Abstract

An infection with the new coronavirus (SARS-CoV-2 or COVID-19) and its consequences, such as the long-term syndrome of COVID-19 (post-COVID-19), can significantly adversely affect various aspects of an individual's life. Despite that, many individuals are concerned about vaccinating against COVID-19 for several reasons. The aim of the eight-week intervention study, known as the »PostCovSwim« project, was to compare the impact of vaccination status against COVID-19 (vaccinated:  $n = 48$ , mean age 55 years, vs. unvaccinated:  $n = 15$ , mean age 45 years) on the results of selected physical cardiorespiratory fitness tests in people after COVID-19. The study used a 6-minute brisk walk test and a 50- and 100-meter swim test. We used medically approved body composition analyzers to measure subjects' body composition and recorded their blood oxygen saturation, heart rate, and self-reported COVID-19 illness. After statistical adjustment for age, a comparison between vaccinated and unvaccinated individuals who survived COVID-19 showed a significant difference in 6-minute walk test scores, with unvaccinated individuals performing better. The results of the swimming test were similar. It is important to interpret these results with caution due to the small sample size and higher number of COVID-19 infections among the unvaccinated group. Although there is a belief that vaccination against COVID-19 may be associated with a decline in cardiorespiratory fitness, the age difference between the groups raises the possibility that older vaccinated individuals may also have had more underlying health problems, a potentially more severe experience with COVID-19, and different levels of baseline physical fitness. These factors, as we know, have an adverse effect on the expression of cardiorespiratory fitness.

*Keywords:* COVID-19, vaccination, cardiorespiratory fitness, 6-minute walk test, swimming

## Uvod

Covid-19, ki je posledica okužbe z virusom SARS-CoV-2, je respiratorna nalezljiva bolezen, ki se je hitro razširila v globalno pandemijo in prizadela milijone ljudi po vsem svetu (Sharma, Ahmad Farouk, in Lal, 2021). Simptomi covid-19, ki prizadenejo predvsem respiratorne poti, segajo od znakov, podobnih preprostemu prehladu, do povišane telesne temperature, kašlja, utrujenosti, splošne oslabelosti, mialgije in dispneje (Al Maqbal, Al badi, Al Sinani, Madkhali, in Dickens, 2022; Alimohamadi, Sepandi, Taghdir, in Hosamirudisari, 2020). Pandemija covid-19 ni predstavljala le pritiska na javno zdravje, ampak je tudi močno vplivala na različne vidike zdravja, telesno pripravljenost in kakovost življenja ljudi še dolgo po prebolelem covidu-19. Predvsem otroci in mlajši odrasli so okužbo z novim koronavirusom preboleli v blažji obliki brez kakršnih koli posledic ali z le malo teh (Ludvigsson, 2020; Pijls idr., 2021). Dve metaanalizi sta ugotovili, da so najpogostejši simptomi in znaki t. i. dolgotrajnega covid-19 utrujenost, nespečnost, anozmija (izguba občutka za voh), agevzija (izguba občutka za okus), mialgija (bolečine v mišicah) in kašelj. Pri številnih so se psihološke motnje (depresija in anksioznost) in težave s spanjem pojavljale še dve leti po covidu-19 (Fernandez-de-las-Peñas idr., 2024; Healey, Sheikh, Daines, in Vasileiou, 2022).

Indeks telesne mase (ITM) in telesna sestava sta se izkazala kot ključna dejavnika, ki vplivata na izid težavnosti okužbe z novim koronavirusom in pojav simptomov dolgotrajnega covid-19 (Singh idr., 2022). Številne študije so ugotovile povezavo med višjim ITM in povečanim tveganjem zaradi posledic sindroma dolgotrajnega covid-19, vključno s hospitalizacijo in umrljivostjo (Cai idr., 2020; Kirchberger idr., 2023; Nagar idr., 2022). Poleg tega so lahko posamezniki s prekomerno telesno maščobo, zlasti visceralno, in nizko mišično maso izpostavljeni večjemu tveganju zaradi posledic dolgotrajnega covid-19, ki lahko traja dalj časa po okužbi, povzročajo počasnejše okrevanje ter vračanje k zdravju in delovanju na ravni pred boleznijo (Fernández-de-las-Peñas idr., 2021; Rossi idr., 2022; Sattar, McInnes, in McMurray, 2020). Te ugotovitve poudarjajo pomen upoštevanja ustreznega ITM in telesne sestave pri ocenjevanju dejavnikov tveganja za covid-19 in dolgoročnih posledic bolezni za zdravje.

Bolezen, kot je covid-19, lahko povzroči vnetje in oksidativni stres v telesu. Zato

imata prehrana in zdrav življenjski slog pomembno vlogo pri preprečevanju in obvladovanju covid-19 in njegovih dolgoročnih posledic (César Acosta-Navarro idr., 2024; Kim idr., 2021; Storz, 2021). Poleg tega lahko uravnotežena prehrana (hranilno zadostna) pripomore k okrevanju in blažitvi trdovratnih simptomov pri prebolelnikih z dolgotrajnim covidom-19 (Kahleova in Barnard, 2022; Mey, Kirwan, in Axelrod, 2023; Petersen idr., 2021). Prehranske izbire lahko vplivajo na vnetje, oksidativni stres in splošno zdravje, zaradi česar so ključne pri celovitem pristopu k boju proti posledicam covid-19 (Barrea idr., 2022).

Ko je bilo cepivo proti covidu-19 na voljo, se številni posamezniki zaradi različnih razlogov niso cepili. V Sloveniji je bilo proti tej bolezni do začetka leta 2024 polno cepljenih približno 1,07 milijona ljudi. To pomeni približno 51,4 % celotnega prebivalstva države (Mathieu idr., 2021; Our World in Data, 2024). Omenjeni razlogi so bili povezani bodisi s subjektivno oceno tveganja za okužbo z novim koronavirusom bodisi s težavnostjo poteka bolezni (mlajši imajo v povprečju milejši potek), oceno tveganja v povezavi s potencialnimi posledicami cepljenja (pri mlajših se lahko pojavi miokarditis), nezaupanjem v vlado glede cepiva proti covidu-19 (lahko tudi zaradi splošnega nestrinjanja z vladnimi ukrepi), prepričanjem o zaroti v povezavi z namero cepljenja in z verskimi prepričanji (Center za preprečevanje in obvladovanje bolezni (CDC), 2024; Han, Zheng, Abakoumkin, Leander, in Stroebe, 2023; Rose, Hulscher, in McCullough, 2024). Na voljo so poročila o možnih neposrednih ali posrednih negativnih učinkih cepiva proti covidu-19 kot tudi okužbe z novim koronavirusom v povezavi s kardiorespiratornim fitnessom (Akhtar idr., 2023; Alami idr., 2023; Gao idr., 2023), ki jih ni mogoče pojasniti le s slabšo telesno pripravljenostjo po bolezni, zlasti pri posameznikih z dolgotrajnimi posledicami covid-19 (Schwendinger, Knaier, Radtke, in Schmidt-Trucksäss, 2023). Ne glede na vse v nedavni študiji na zdravih ljudeh cepljenosti proti covidu-19 ni izkazalo posledic na zmanjšanje telesne zmogljivosti (Batatinha idr., 2022).

Namen sekundarne analize podatkov širše zasnovane mednarodne intervencijske študije je primerjati kardiorespiratorni fitness (aerobna zmogljivost in vzdržljivost) med cepljenimi in necepljenimi prebolelniki dolgotrajnega covid-19. Testirana hipoteza se glasi: Med primerjanima skupinama

ni značilnih razlik v izbranih testih kardiorespiratornega fitnesa. Pri pridobljenih rezultatih bomo upoštevali starost, primerjali pa bomo tudi razlike v srčnem utripu in saturaciji krvi s kisikom v mirovanju ter telesni sestavi. Poleg tega bomo primerjali, ali obstajajo razlike med skupinami v pogostosti okužb z novim koronavirusom.

## Metode

### Značilnosti raziskave

Študija, izvedena na podatkih intervencijske študije (projekt PostCovSwim) (Slovenian Swimming Association, 2023), je vključevala tri države: Slovenijo (Ljubljana, Velenje in Kranj), Srbijo (Beograd, Niš in Novi Sad) ter Hrvaško (Zagreb in Split). Opravljena je bila v partnerstvu med Plavalno zvezo Slovenije, bolnišnico Golnik, Fakulteto za šport Ljubljana, Fakulteto za šport in telesno vzgojo Srbija in plavalnim klubom iz Hrvaške (Zagreb) ter s sofinanciranjem Evropske unije (Plavalna zveza Slovenije, 2022). Študija je 6. februarja 2023 prejela odobritev Etičnega odbora Fakultete za kineziologijo Univerze v Splitu (dokument o odobritvi št. 2181-205-02-05-23-004). Raziskava je obsegala začetno testiranje, program usposabljanja, vadbe in končno testiranje.

### Preiskovanci

Raziskava je vključevala odrasle, ki so preboleli covid-19 in so v času študije imeli dolgotrajni covid-19 (samoporočano), kar je bil vključitveni kriterij. Vključeni posamezniki so bili zavezani k začetnemu in končnemu testiranju ter upoštevanju osemtedenskega programa vadbe v okviru študije. Osemtedenski intervencijski program je vključeval 16 vadbenih enot (dvakrat tedensko), ki so trajale eno uro in so se izvajale v notranjem bazenu. Iz raziskave so bili izključeni kandidati, ki so imeli akutno poškodbo ali bolezen, zaradi katere niso mogli sodelovati pri intervenciji ali testiranju. Invalidi in vsi, ki so bili globalno ovirani do te mere, da niso bili zmožni izvajanja 6-minutnega testa hitre hoje, so bili v tem delu študije izločeni. Vsi udeleženci so podali informirano soglasje za sodelovanje v študiji in za sodelovanje niso prejeli nobene finančne nadomestila. V študijo je bilo na koncu vključenih 63 preiskovancev. V vse tri teste so bili vključeni vsi, ki so opravili intervencijski plavalni program ter začetno in končno meritev. Za namen te študije smo uporabili rezultate začetnega testiranja. V 6-minutni test hoje je bilo vključenih

21 žensk in 11 moških, v test plavanja na 50 m 23 žensk in 11 moških ter v test plavanja na 100 m 23 žensk in 15 moških.

## Preiskovani izidi

Aerobno zmogljivost obeh primerjanih skupin smo preverjali s tremi testi, in sicer 6-minutnim testom hitre hoje (Enright, 2003) ter plavanjem na 50 in 100 m. Test hoje je vključeval hojo v krogih brez ovir na progi in z oznakami na vsakih 3 m, en krog je meril 30 m (Močilar, Zaverla, Medved, Zupančič, in Puh, 2022). Pri testu plavanja na obeh razdaljah so udeleženci lahko uporabljali želeno tehniko, ki je morala ostati dosledna skozi celotno razdaljo ter na obeh testiranjih. Rezultati so bili zabeleženi kot porabljeni čas, izražen v sekundah (Šajber idr., 2023).

Preiskovancem smo izmerili srčni utrip v mirovanju (z merilnikom krvnega tlaka, ki meri tudi srčni utrip – Beurer medical, tip BM 85) in saturacijo krvi s kisikom v mirovanju (s pulznim oksimetrom – Mediblink Pulse Oximeter, tip M170). Rojstni datum in samoporočani podatek o številu okužb z novim koronavirusom smo uporabili iz splošnega vprašalnika, sestavljenega s strani vodje študije. Prebolevnikom smo izmerili tudi osnovne antropometrične spremenljivke in telesno sestavo. Telesno višino (TV) je z uporabo standardizirane in medicinsko odobrene profesionalne talne tehtnice s stolom (Kern, MPE 250K100HM, Kern & Sohn, Balingen, Nemčija) izmeril usposobljeni strokovnjak (v Zagrebu zdravnik, v Sloveniji kineziolog). Za določitev telesne sestave smo uporabili medicinsko overjen in kalibriran bioimpedančni analizator telesne sestave (Tanita 780 S MA, Tokio, Japonska). V statistično analizo smo vključili naslednje spremenljivke: telesna višina (TV), telesna masa (TM), indeks telesne mase (ITM), delež skupne telesne maščobe v odstotkih (SK TM %), absolutna pusta mišična masa (PMM) in fazni kot (FK).

## Statistična analiza

Rezultate smo vnesli v Microsoft Excel in jih nato uvozili v SPSS. Uporabili smo statistični program IBM SPSS Statistics 25. Poleg opisne statistike (aritmetična sredina in standardna deviacija) in t-testa za neodvisne vzorce, pri čemer sta bili spremenljivki razvrščanja cepljeni in necepljeni, smo uporabili tudi analizo kovariance (ANCOVA), kjer je bila statistična obdelava podatkov prilagojena na starost. Za vse izračune je bila postavljena raven značilnosti  $p < 0,05$ .

## Rezultati

V študijo je bilo vključenih 63 prebolevnikov dolgotrajnega covid-19 (41 žensk in 22 moških), od tega je bilo v skupini necepljenih 15 prebolevnikov in v skupini cepljenih 48 prebolevnikov. Med skupinama je bila značilna razlika v številu okužb z novim koronavirusom. Necepljeni so imeli značilno večjo pogostost okužb. Značilnosti preiskovancev so prikazane v Tabeli 1.

Med skupinama (cepljeni in necepljeni) ni bilo statistično značilnih razlik v antropometričnih značilnostih in telesni sestavi (Tabela 2).

Primerjava med skupinama v kardiorespiratornem fitnesu je pokazala razlike le pri 6-minutnem testu hitre hoje, medtem ko statistično značilnih razlik pri testih plavanja na 50 m in 100 m nismo odkrili.

Tabela 1  
Osnovne značilnosti preiskovancev

Spremenljivke	Necepljeni (n = 15)	Cepljeni (n = 48)	p-vrednost
Starost (leta)	45,2 ± 10,8	55,2 ± 16,4	0,06
Srčni utrip (utr/min) <sup>MIR</sup>	90,6 ± 18,3	80,6 ± 17,4	0,14
Saturacija O <sub>2</sub> v krvi (%) <sup>MIR</sup>	96,9 ± 0,6	96,4 ± 2,3	0,54
Število okužb s covidom-19 (n)	1,7 ± 1,0	1,2 ± 0,5	<b>0,05</b>

Opomba. Statistično značilne razlike so v odebeljenem tisku. MIR = v mirovanju.

Tabela 2  
Antropometrične značilnosti in telesna sestava preiskovancev

Spremenljivke	Necepljeni (n = 15)	Cepljeni (n = 48)	p-vrednost
TV (cm)	175,0 ± 8,1	167,8 ± 11,9	0,13
TM (kg)	82,1 ± 17,2	78,1 ± 15,0	0,53
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	28,1 ± 4,4	27,7 ± 4,5	0,85
SK TM (%)	29,3 ± 8,7	31,7 ± 7,8	0,49
PMM (kg)	59,7 ± 12,1	53,0 ± 10,8	0,17
FK (°)	5,7 ± 0,8	5,5 ± 0,7	0,46

Opomba. TV = telesna višina, TM = telesna masa, ITM = indeks telesne mase, SK TM = skupna telesna maščoba, PMM = pusta mišična masa, FK = fazni kot.

Tabela 3  
Rezultati v testih kardiorespiratornega fitnesa

Spremenljivke	Necepljeni	Cepljeni	p-vrednost
6-minutni test hoje (m)	610 ± 63	544 ± 63	<b>0,02</b>
Plavanje – 50 m (s)	53 ± 50	82 ± 38	0,13
Plavanje – 100 m (s)	140 ± 99	179 ± 52	0,22

Opomba. Statistično značilne razlike so v odebeljenem tisku.

## Razprava

Namen študije je bil ugotoviti, ali obstajajo razlike v testih kardiorespiratornega fitnesa med skupinama cepljenih in necepljenih prebolevnikov z dolgotrajnim covidom-19. Med skupinama ni bilo statistično značilnih razlik v starosti (nakazan le trend), srčnem utripu in saturaciji krvi s kisikom (obe meritvi izvedeni v mirovanju), antropometričnih značilnosti in telesni sestavi. Začetne hipoteze, da pri izbranih testih kardiorespiratornega fitnesa med primerjanima skupinama ni značilnih razlik, nismo potrdili. Preiskovanci, ki niso bili cepljeni proti covidu-19, so imeli značilno boljši rezultat pri 6-minutnem testu hitre hoje v primerjavi z necepljenimi preiskovanci. Razlika med skupinama je bila statistično značilna, tudi ko se je statistično upoštevala starost preiskovancev. Nasprotno pa med skupinama ni bilo značilnih razlik v testih plavanja na 50 in 100 m.

Razlogi za pridobljene rezultate v izbranih testih so verjetno različni. 6-minutni test hi-

tre hoje je bolj vključujoče in praktično merilo aerobne zmogljivosti, zlasti pri klinični in starejši populaciji, medtem ko so plavalni testi bolj specifični in intenzivni ter primernejši za posameznike z več tehničnega znanja (Association, 2024; Močilar idr., 2022). Necepljeni prebolevalniki so bili v povprečju mlajši, imeli so večjo pogostost okužb z novim koronavirusom, medtem ko med skupinama ni bilo razlik pri povprečnem srčnem utripu v mirovanju, saturaciji krvi s kisikom v mirovanju in telesni sestavi. Razlike v rezultatih izbranih testov kardiorespiratornega fitnesa so lahko tudi posledica velikosti vzorca, večje verjetnosti prisotnosti pridruženih bolezni pri starejši cepljeni populaciji in potencialnega obstoja razlik, tako v trajanju dolgotrajnega covid-19, potencialnih razlik v tehničnem znanju plavanja, kot v splošni telesni pripravljenosti preiskovancev obeh skupin. Raziskovalci so v eni izmed zadnjih študij na mladih odraslih prebolevalnikih z dolgotrajnim covidom-19, ki je primerjala rezultate v 6-minutnem testu hitre hoje v razmiku treh mesecev brez sistematično vpeljane telesne aktivnosti, ugotovili, da so se rezultati pri testu izboljšali že zaradi splošnega okrevanja po tej bolezni (Amput, Poncumhak, Konsanit, in Wongphon, 2024). Čeprav je bila zmanjšana aerobna zmogljivost ugotovljena pri mladih odraslih 1–2 meseca po simptomatičnem covidu-19, pri čemer mišična moč ni bila prizadeta (Cramer idr., 2020), se postavlja vprašanje, ali se ta povsem povrne po tem, ko posameznik v celoti okreva. Ena izmed študij, ki je želela odgovoriti na to vprašanje, je preiskovala vpliv okužbe z novim koronavirusom na aerobno zmogljivost. Vključevala je 21 tekmovalnih nogometišev, raziskovalci pa so preučevali vpliv prebolelosti covid-19 na aerobno zmogljivost 60 dni po okužbi. Študija je pokazala, da aerobna kapaciteta pri nogometiših v tem obdobju še niso vrnila na raven iz obdobja pred okužbo (Parpa in Michaelides, 2022). Ta podatek je morda pomembnejši za tekmovalne športnike, medtem ko je za odrasle, ki jih v povprečju zanima izvajanje običajnih življenjskih aktivnosti, pomemben bolj v smislu, da vztrajajo pri izvajanju redne telesne aktivnosti in da niso edina skupina, ki se srečuje z daljšim okrevanjem po tej bolezni.

Za običajne ljudi (niso tekmovalni športniki) z dolgotrajnim covidom-19 je najpomembnejše izboljšanje v kakovosti življenja povezano z manjšo utrujenostjo in zadihanostjo, manjšim zaznavanjem stresa kot posledica dolgotrajnega covid-19 ter izboljšanjem

funkcionalne kapacitete. V randomizirani študiji so raziskovalci na 43 prebolevalnikih dolgotrajnega covid-19 ugotovili, da lahko 25- do 45-minutna tedenska funkcionalna vadba z vajami za moč na mestu z lastno telesno maso, ki od vadečega zahtevajo poglobljeno dihanje, značilno izboljša številne funkcionalne vidike kakovosti življenja (Espinoza-Bravo idr., 2023). Prebolevalniki covid-19 lahko razvijejo trajne motnje v delovanju skoraj vseh organskih sistemov. Kompleksnost in spremenljivost zdravstvenega in ekonomskega bremena, ki ju povzroča omenjena bolezen, lahko oteži ciljno usmerjene rehabilitacijske programe in napoved uspešnosti rehabilitacije. Kljub temu pa lahko različna telesna aktivnost, ki vključuje aerobno vadbo in vadbo za moč zmerne intenzivnosti, pozitivno vpliva na rehabilitacijo prebolevalnikov dolgotrajnega covid-19 (Araújo idr., 2023; Pouliopoulou idr., 2023).

Tako cepljenje proti covidu-19 kot zvišana raven telesne aktivnosti sta povezana z manjšim tveganjem za hospitalizacijo, težavnost poteka bolezni in prezgodnjo smrt pri ljudeh, obolelih za covidom-19 (Collie idr., 2023; Xu idr., 2023). V strokovni znanstveni literaturi in laični javnosti se pogosto postavlja vprašanje, ali necepljenje proti covidu-19 (pod pogojem, da pride do okužbe in prebolevalnega obdobja po dolgotrajnem covidu-19) in cepljenje proti covidu-19 (pod pogojem, da se posameznik (ne) okuži s covidom-19) vplivata na kardiorespiratorni fitnes. Vrsta, obseg, trajanje, pojavnost tako stranskih ali spremljajočih učinkov okužbe z novim koronavirusom kot cepiva proti covidu-19 še niso dobro raziskani (Ghram, Moalla, in Lavie, 2021), zato lahko danes govorimo le o opažanjih, nikakor pa ne moremo z gotovostjo trditi, da obstajajo razlike v kardiorespiratornem fitnesu med cepljenimi proti covid-19 in necepljenimi prebolevalniki dolgotrajnega covid-19. V kohortni študiji med pripadniki ameriške vojske, ki je trajala leto dni, so raziskovalci ugotovili, da je bilo pri preiskovancih, ki so preboleli covid-19 in bili cepljeni s poživitvenim odmerkom, manjše tveganje za poslabšanje pri kardiorespiratornih testih in pri različnih dnevni aktivnostih, kot je hoja po stopnicah (Richard idr., 2023). Čeprav so na ravni populacije dokazi o vlogi cepiva in telesne dejavnosti razmeroma konsistentni, pa je posamezne primere treba obravnavati individualno. Pomembno je priznati obstoj razlik v starosti, spolu in tveganju za različne demografske skupine. Poleg tega je treba upoštevati razlike

v zdravstvenem stanju in/ali pridruženih boleznih ter različne stranske učinke tako cepiva proti covidu-19 kot okužbe z novim koronavirusom in dolgotrajnega covid-19 (Gao idr., 2023; Mehri idr., 2023; Singh idr., 2022; Xu idr., 2023).

## Prednosti in omejitve raziskave

Med prednostmi izvedene raziskave lahko omenimo, da smo v okviru vključitvenih kriterijev analizirali vse preiskovance, da so bili ti iz različnih držav ter da raziskava ni bila namenjena preučevanju morebitnih razlik v kardiorespiratornem fitnesu med cepljenimi in necepljenimi. Ta podatek je pomemben z vidika pristranskosti v zasnovi raziskave, ki je v tem primeru ni bilo, poleg tega je bila raziskava v svoji primarni zasnovi intervencijska. Dobro bi bilo raziskati, ali je status cepljenja povezan z rezultati pri izbranih testih kardiorespiratornega fitnesa po koncu intervencijske študije in po daljšem obdobju. Prednosti raziskave so tudi, da smo rezultate lahko zanesljiveje interpretirali zaradi drugih izmerjenih podatkov, kot so telesna sestava, srčni utrip in saturacija krvi s kisikom (obe meritvi izvedeni v mirovanju). Pri tem nismo ugotovili razlik med preiskovanima skupinama, kar lahko pripomore k večji objektivnosti interpretacije rezultatov. Omejitvi študije sta majhno število preiskovancev in neenakost v številu preiskovancev v primerjanih skupinah. Čeprav smo skupini primerjali tako, da smo obdelavo podatkov prilagodili na starost, ne moremo spregledati dejstva, da je povprečna starost v skupini necepljenih za približno deset let nižja. Pri tem mislimo tudi na večjo verjetnost obstoja pridruženih bolezni pri starejših, ki lahko neugodno vplivajo na kardiorespiratorni fitnes.

## Zaključek

Namen študije je bil ugotoviti razlike v kardiorespiratornem fitnesu med cepljenimi in necepljenimi prebolevalniki z dolgotrajnim covidom-19. Med skupinama ni bilo statistično značilnih razlik v starosti, srčnem utripu in saturaciji krvi s kisikom, antropometričnih značilnostih in telesni sestavi. Začetna hipoteza, da med skupinama ni razlik v testih fitnesa, ni bila potrjena. Necepljeni preiskovanci so dosegli boljši rezultat pri 6-minutnem testu hoje, razlika pa je bila statistično značilna tudi po upoštevanju starosti. Pri testih plavanja na 50 in 100 m ni bilo značilnih razlik med skupinama.

Pridobljene rezultate je treba obravnavati previdno, saj gre za majhno število preiskovancev, zlasti v skupini necepljenih, pri katerih je bilo statistično značilno več okužb s covidom-19. Razlika v starosti primerjanih skupin dopušča špekulacijo, da so imeli starejši preiskovanci, čeprav cepljeni, morda večji delež pridruženih bolezni ter potencialno nezabeležen težji potek in trajanje dolgotrajnega covida-19.

Vir financiranja: Raziskavo je financirala Evropska unija (Erasmus+, EU programme for education, training, youth and sport, Post-COVID 19 Water Exercises and Swim Recovery Program: ERASMUS+-PostCovid SWIM) (Plavalna zveza Slovenije, 2022).

## Literatura

- Akhtar, Z., Trent, M., Moa, A., Tan, T. C., Fröbert, O. in MacIntyre, C. R. (2023). The impact of COVID-19 and COVID vaccination on cardiovascular outcomes. *European heart journal*, 25(Suppl A), A42–A49. <https://doi.org/10.1093/EURHEARTJSUPP/SUAC123>
- Al Maqbali, M., Al badi, K., Al Sinani, M., Madkhali, N. in Dickens, G. L. (2022). Clinical Features of COVID-19 Patients in the First Year of Pandemic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biological research for nursing*, 24(2), 172–185. <https://doi.org/10.1177/10998004211055866>
- Alami, A., Krewski, D., Farhat, N., Mattison, D., Wilson, K., Gravel, C. A., ... Villeneuve, P. J. (2023). Original research: Risk of myocarditis and pericarditis in mRNA COVID-19-vaccinated and unvaccinated populations: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 13(6), 65687. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2022-065687>
- Alimohamadi, Y., Sepandi, M., Taghdir, M. in Hosamirudsari, H. (2020). Determine the most common clinical symptoms in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 61(3), E304–E312. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/JPMH2020.61.3.1530>
- Amput, P., Poncumhak, P., Konsanit, S. in Wongphon, S. (2024). Comparison of cardiorespiratory parameters between 6-minute walk test and 1-minute sit to stand test in young adults with post-COVID-19: follow-up 3 months. *Journal of Thoracic Disease*, 16(5), 3085–3095. <https://doi.org/10.21037/JTD-24-44/COIF>
- Araújo, B. T. S., Barros, A. E. V. R., Nunes, D. T. X., Remígio de Aguiar, M. I., Mastroianni, V. W., de Souza, J. A. F., ... Dornelas de Andrade, A. (2023). Effects of continuous aerobic training associated with resistance training on maximal and submaximal exercise tolerance, fatigue, and quality of life of patients post-COVID-19. *Physiotherapy research international*, 28(1), e1972. <https://doi.org/10.1002/PR1.1972>
- Association, A. L. (2024). *Six-Minute Walk Test*. Pridobljeno 8. 7. 2024 s <https://www.lung.org/lung-health-diseases/lung-procedures-and-tests/six-minute-walk-test>
- Barrea, L., Grant, W. B., Frias-Toral, E., Vetrani, C., Verde, L., de Alteriis, G., ... Muscogiuri, G. (2022). Dietary Recommendations for Post-COVID-19 Syndrome. *Nutrients*, 14(6), 1305. <https://doi.org/10.3390/NU14061305>
- Batatinha, H., Baker, F. L., Smith, K. A., Zúñiga, T. M., Pedlar, C. R., Burgess, S. C., ... Simpson, R. J. (2022). Recent COVID-19 vaccination has minimal effects on the physiological responses to graded exercise in physically active healthy people. *Journal of applied physiology*, 132(2), 275–282. <https://doi.org/10.1152/JAPPLPHYSIOL.00629.2021>
- Cai, Q., Chen, F., Wang, T., Luo, F., Liu, X., Wu, Q., ... Xu, L. (2020). Obesity and COVID-19 Severity in a Designated Hospital in Shenzhen, China. *Diabetes care*, 43(7), 1392–1398. <https://doi.org/10.2337/DC20-0576>
- Center za preprečevanje in obvladovanje bolezni (CDC). (2024). *Underlying Medical Conditions Associated with Higher Risk for Severe COVID-19: Information for Healthcare Professionals*. Pridobljeno 6. 7. 2024 s <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/clinical-care/underlyingconditions.html>
- César Acosta-Navarro, J., Dias, L. F., Gomes De Gouveia, L. A., Ferreira, E. P., Vinnicius, M., Fernandes De Oliveira, P., ... Soares, P. R. (2024). Vegetarian and plant-based diets associated with lower incidence of COVID-19. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 0, e000629. <https://doi.org/10.1136/BMJNPH-2023-000629>
- Collie, S., Sagggers, R. T., Bandini, R., Steenkamp, L., Champion, J., Gray, G., ... Patricios, J. (2023). Association between regular physical activity and the protective effect of vaccination against SARS-CoV-2 in a South African case-control study. *British Journal of Sports Medicine*, 57(4), 205–211. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2022-105734>
- Cramer, G. A. G., Bielecki, M., Züst, R., Buehrer, T. W., Stanga, Z. in Deuel, J. W. (2020). Reduced maximal aerobic capacity after COVID-19 in young adult recruits, Switzerland, May 2020. *Eurosurveillance*, 25(36), 2001542. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.36.2001542>
- Enright, P. L. (2003). The Six-Minute Walk Test. *Respiratory Care*, 48(8), 783–785.
- Espinoza-Bravo, C., Arnal-Gómez, A., Martínez-Arnau, F. M., Núñez-Cort-Crossed D Sign@s, R., Hernández-Guill-Crossed D Sign@n, D., Flor-Rufino, C. in Cort-Crossed D Sign@s-Amador, S. (2023). Effectiveness of Functional or Aerobic Exercise Combined With Breathing Techniques in Telerehabilitation for Patients With Long COVID: A Randomized Controlled Trial. *Physical therapy*, 103(11), pzad118. <https://doi.org/10.1093/PTJ/PZAD118>
- Fernandez-de-las-Peñas, C., Notarte, K. I., Macasaet, R., Velasco, J. V., Catahay, J. A., Ver, A. T., ... Navarro-Santana, M. (2024). Persistence of post-COVID symptoms in the general population two years after SARS-CoV-2 infection: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of infection*, 88(2), 77–88. <https://doi.org/10.1016/J.JINF.2023.12.004>
- Fernández-de-las-Peñas, C., Torres-Macho, J., Elvira-Martínez, C. M., Molina-Trigueros, L. J., Sebastián-Viana, T. in Hernández-Barrera, V. (2021). Obesity is associated with a greater number of long-term post-COVID symptoms and poor sleep quality: A multicentre case-control study. *International journal of clinical practice*, 75(12). <https://doi.org/10.1111/IJCP.14917>
- Gao, J., Feng, L., Li, Y., Lowe, S., Guo, Z., Bentley, R., ... Sun, C. (2023). A Systematic Review and Meta-analysis of the Association Between SARS-CoV-2 Vaccination and Myocarditis or Pericarditis. *American Journal of Preventive Medicine*, 64(2), 275–284. <https://doi.org/10.1016/J.AMEPRE.2022.09.002>
- Ghram, A., Moalla, W. in Lavie, C. J. (2021). Vaccine and physical activity in the era of COVID-19 pandemic. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 67, 33–34. <https://doi.org/10.1016/J.PCAD.2021.03.001>
- Han, Q., Zheng, B., Abakoumkin, G., Leander, N. P. in Stroebe, W. (2023). Why some people do not get vaccinated against COVID-19: Social-cognitive determinants of vaccination behavior. *Applied psychology. Health and well-being*, 15(3), 825–845. <https://doi.org/10.1111/APHW.12411>
- Healey, Q., Sheikh, A., Daines, L. in Vasileiou, E. (2022). Symptoms and signs of long COVID: A rapid review and meta-analysis. *Journal of global health*, 12, 05014. <https://doi.org/10.7189/JOGH.12.05014>
- Kahleova, H. in Barnard, N. D. (2022). Can a plant-based diet help mitigate Covid-19? *European Journal of Clinical Nutrition*, 76(7), 911–912. <https://doi.org/10.1038/s41430-022-01082-w>
- Kim, H., Rebholz, C. M., Hegde, S., LaFiura, C., Raghavan, M., Lloyd, J. F., ... Seidelmann, S. B. (2021). Plant-based diets, pescatarian diets and COVID-19 severity: a population-based case-control study in six countries. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 4(1), bmj-nph-2021-000272. <https://doi.org/10.1136/BMJNPH-2021-000272>
- Kirchberger, I., Meisinger, C., Warm, T. D., Hyhlik-Dürr, A., Linseisen, J. in Goßblau, Y. (2023). Post-COVID-19 Syndrome in Non-Hospitalized Individuals: Healthcare Situation 2 Years after SARS-CoV-2 Infection. *Virus*, 15(6), 1326. <https://doi.org/10.3390/V15061326>

26. Ludvigsson, J. F. (2020). Systematic review of COVID-19 in children shows milder cases and a better prognosis than adults. *Acta Paediatrica*, 109(6), 1088. <https://doi.org/10.1111/APA.15270>
27. Mathieu, E., Ritchie, H., Ortiz-Ospina, E., Roser, M., Hasell, J., Appel, C., ... Rod s-Guirao, L. (2021). A global database of COVID-19 vaccinations. *Nature Human Behaviour*, 5(7), 947–953. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01122-8>
28. Mehri, A., Sotoodeh Ghorbani, S., Farhadi-Babadi, K., Rahimi, E., Barati, Z., Taherpour, N., ... Hashemi Nazari, S. S. (2023). Risk Factors Associated with Severity and Death from COVID-19 in Iran: A Systematic Review and Meta-Analysis Study. *Journal of intensive care medicine*, 38(9), 825–837. <https://doi.org/10.1177/08850666231166344>
29. Mey, J. T., Kirwan, J. P. in Axelrod, C. L. (2023). The Role of Nutrition in Mitigating the Effects of COVID-19 from Infection through PASC. *Nutrients*, 15(4), 866. <https://doi.org/10.3390/NU15040866>
30. Mo ilar, M., Zaverla, T., Medved, L., Zupan i , U. in Puh, U. (2022).  est-minutni test hoje: zanesljivost in občutljivost za ugotavljanje sprememb. *Fizioterapija*, 30(1), 30–40.
31. Nagar, M., Geevarughese, N. M., Mishra, R., Joshi, A., Galwankar, S., Yunus, M., ... Agrawal, A. (2022). Body-mass index COVID-19 severity: A systematic review of systematic reviews. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(9), 5351. [https://doi.org/10.4103/JFMP.C.JFMP.C\\_396\\_22](https://doi.org/10.4103/JFMP.C.JFMP.C_396_22)
32. Our World in Data. (2024). *Coronavirus (COVID-19) Vaccinations*. Pridobljeno 6. 7. 2024 s <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>
33. Parpa, K. in Michaelides, M. (2022). Aerobic capacity of professional soccer players before and after COVID-19 infection. *Scientific reports*, 12(1), 11850. <https://doi.org/10.1038/S41598-022-16031-7>
34. Petersen, K. S., Freeman, A. M., Kris-Etherton, P. M., Sr., K. A. W., Reddy, K. R., Aggarwal, M., ... Aspry, K. (2021). The Importance of a Healthy Lifestyle in the Era of COVID-19. *International Journal of Disease Reversal and Prevention*, 3(1), 16. <https://doi.org/10.22230/IJDRP.2021V3N1A215>
35. Pijls, B. G., Jolani, S., Atherley, A., Derckx, R. T., Dijkstra, J. I. R., Franssen, G. H. L., ... Zeegers, M. P. (2021). Demographic risk factors for COVID-19 infection, severity, ICU admission and death: a meta-analysis of 59 studies. *BMJ Open*, 11(1), e044640. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2020-044640>
36. Plavalna zveza Slovenije. (2022). *Exercises and Swim Recovery Program*. Pridobljeno 2. 4. 2024 s <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/101050089>
37. Poulipoulou, D. V., Macdermid, J. C., Saunders, E., Peters, S., Brunton, L., Miller, E., ... Bobos, P. (2023). Rehabilitation Interventions for Physical Capacity and Quality of Life in Adults With Post-COVID-19 Condition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA network open*, 6(9), e2333838. <https://doi.org/10.1001/JAMANETWORKOPEN.2023.33838>
38. Richard, S. A., Scher, A. I., Rusiecki, J., Byrne, C., Berjohn, C. C. M., Fries, A. C., ... Peel, S. (2023). Decreased Self-reported Physical Fitness Following SARS-CoV-2 Infection and the Impact of Vaccine Boosters in a Cohort Study. *Open Forum Infectious Diseases*, 10(12), ofad579. <https://doi.org/10.1093/OFID/OFAD579>
39. Rose, J., Hulscher, N. in McCullough, P. A. (2024). Determinants of COVID-19 vaccine-induced myocarditis. *Therapeutic advances in drug safety*, 15, 20420986241226570. <https://doi.org/10.1177/20420986241226566>
40. Rossi, A. P., Muollo, V., Dalla Valle, Z., Urbani, S., Pellegrini, M., El Ghoch, M. in Mazzali, G. (2022). The Role of Obesity, Body Composition, and Nutrition in COVID-19 Pandemia: A Narrative Review. *Nutrients*, 14(17), 3493. <https://doi.org/10.3390/NU14173493>
41.  ajber, D., Gili , B., Oki i , T., Djurovi , M., Praznik, K., Mar un, R., ... Peri , M. (2023). *Post-COVID Exercises in the Water script*. Pridobljeno 23. 12. 2023 s <https://postcovidswim.net/en/download/eng-skripta/#>
42. Sattar, N., McInnes, I. B. in McMurray, J. J. V. (2020). Obesity Is a Risk Factor for Severe COVID-19 Infection: Multiple Potential Mechanisms. *Circulation*, 142(1), 4–6. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047659>
43. Schwendinger, F., Knaier, R., Radtke, T. in Schmidt-Trucks ss, A. (2023). Low Cardiorespiratory Fitness Post-COVID-19: A Narrative Review. *Sports medicine*, 53(1), 51–74. <https://doi.org/10.1007/S40279-022-01751-7>
44. Sharma, A., Ahmad Farouk, I. in Lal, S. K. (2021). COVID-19: A Review on the Novel Coronavirus Disease Evolution, Transmission, Detection, Control and Prevention. *Viruses*, 13(2), 202. <https://doi.org/10.3390/V13020202>
45. Singh, R., Rathore, S. S., Khan, H., Karale, S., Chawla, Y., Iqbal, K., ... Bansal, V. (2022). Association of Obesity With COVID-19 Severity and Mortality: An Updated Systemic Review, Meta-Analysis, and Meta-Regression. *Frontiers in endocrinology*, 13, 780872. <https://doi.org/10.3389/FENDO.2022.780872>
46. Slovenian Swimming Association. (2023). *Post Covid Swim - Swimming after Covid - EU project*. Pridobljeno 21. 7. 2023 s <https://postcovidswim.net/en/>
47. Storz, M. A. (2021). Lifestyle Adjustments in Long-COVID Management: Potential Benefits of Plant-Based Diets. *Current Nutrition Reports*, 10(4), 352–363. <https://doi.org/10.1007/S13668-021-00369-X>
48. Xu, K., Wang, Z., Qin, M., Gao, Y., Luo, N., Xie, W., ... Ma, X. (2023). A systematic review and meta-analysis of the effectiveness and safety of COVID-19 vaccination in older adults. *Frontiers in immunology*, 14, 1113156. <https://doi.org/10.3389/FIMMU.2023.1113156>

dr. Dorica Šajber, izr. prof.  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
dorica.sajber@fsp.uni-lj.si





Nastja Podrekar Loredan<sup>1,2</sup>,  
Pilar Veselko, Matej Voglar<sup>1</sup>

## Vpliv telesne dejavnosti na simptome in znake, povezane z astmo

### Izvleček

Astma je heterogena bolezen, katere glavna značilnost je kronično vnetje dihalnih poti. Do zdaj opravljene raziskave so pokazale pozitiven vpliv telesne dejavnosti na simptome in znake bolezni, vendar ostaja nejasno, kateri tip vadbe je pri tem najučinkovitejši. Namen raziskave je bil izvesti sistematični pregled razpoložljivih preglednih člankov na temo vpliva telesne dejavnosti na simptome in znake pri osebah z astmo. Pregled literature smo izvedli v bazah podatkov PubMed, Web of Science, Cochrane Lybrary in Scopus. Kakovost vključenih raziskav smo ocenili z lestvico AMSTAR-2. V končni izbor smo vključili 20 preglednih člankov, ki so zajemali randomizirane kontrolirane raziskave. Izvajanje zmerno do visoko intenzivne aerobne vadbe je pozitivno vplivalo na aerobno zmogljivost, a ni imelo konsistentnega vpliva na kazalnike pljučne funkcije in kakovost življenja. Krepitev inspiratornih mišic je vsaj delno izboljšalo simptome astme in zmanjšalo uporabo zdravil. Izvajanje joge in dihalnih vaj je pozitivno vplivalo predvsem na kakovost življenja astmatikov. Kateri tip vadbe je najprimernejši za izboljšanje določenega izida astme, zaradi heterogenosti in nizke kakovosti vključenih raziskav ni bilo mogoče dokazati. Na podlagi pridobljenih rezultatov bi vsem astmatikom ob običajni farmakološki terapiji priporočili redno udejstvovanje v telesni dejavnosti.

*Gljučne besede:* telesna dejavnost, krepitev inspiratornih mišic, astma



Vir: Freepik.com

## The effect of physical activity on asthma-related symptoms and signs

### Abstract

Asthma is a heterogeneous disease, the main feature of which is chronic inflammation of the airways. Research to date has shown a positive effect of physical activity on the symptoms and signs of the disease, but uncertainties remain as to which type of exercise is most effective. The aim of this study was to conduct an umbrella review on the effect of physical activity on symptoms and signs in people with asthma. The literature review was conducted in PubMed, Web of Science, Cochrane Lybrary and Scopus databases. The quality of the included studies was assessed using the AMSTAR-2 scale. We included 20 review articles in the final selection, which included randomised controlled trials. Performing moderate to vigorous aerobic exercise had a positive effect on aerobic capacity but no consistent effect on lung function indices and quality of life. Inspiratory muscle training reduced, at least partially, medication use and asthma symptoms. Yoga and breathing exercises had a positive effect mainly on the quality of life. Which type of physical activity is best to improve a particular asthma outcome could not be demonstrated due to heterogeneity of the literature and the low quality of the included studies. Nevertheless, based on the results obtained, we would recommend that all asthmatics should engage in physical activity alongside conventional pharmacological therapy.

*Keywords:* physical activity, inspiratory muscle training, asthma

<sup>1</sup> Fakulteta za vede o zdravju, Univerza na Primorskem, Izola

<sup>2</sup> Bolnišnica za zdravljenje in rehabilitacijo kroničnih pljučnih bolnikov in podaljšano bolnišnično zdravljenje Sežana

## Uvod

Avtorji Globalne iniciative za astmo (angl. Global Initiative for Asthma, GINA) opredeljujejo astmo kot heterogeno bolezen, katere glavna značilnost je kronično vnetje dihalnih poti. Označujejo jo različni respiratorni simptomi, kot so piskanje, dispneja, tiščanje v pljučih, kašelj in reverzibilna obstrukcija dihalnih poti (Morgan, 2013). Heterogenost bolezni se pri posameznikih kaže v različnih stopnjah bolezni, dejavnikih tveganja, ki vplivajo na njen pojav, sprožilcih, ki sprožajo simptome in poslabšanja, ter odzivu na zdravljenje (Nhlbi, 2007).

Na svetovni ravni je prevalenca astme v razvitih državah 15–20 % in v manj razvitih državah 2–4 % (Hashmi, Tariq in Cataletto, 2022). V Sloveniji ima diagnosticirano astmo okoli 16 % odraslih, starih 18–65 let (Morgan, 2013). Jasen vzrok za nastanek astme ni znan, je pa poznanih mnogo dejavnikov tveganja, ki vplivajo na njen razvoj. Pri tem ima pomembno vlogo genetika, saj je astma dedna v razponu 35–95 % (Ober in Yao, 2011). Pomemben dejavnik tveganja je tudi atopija, dedna nagnjenost k preobčutljivosti (Maslan in Mims, 2014). Drugi dejavniki tveganja za razvoj astme so virusne okužbe dihalnih poti v zgodnjih letih življenja, izpostavljenost onesnaženemu zraku (izpuhi, tobačni dim in ozon), spremembe v mikrobiomu, pomanjkanje vitamina D, kemikalije, spremembe v prehrani, debelost in čustveni stres (Alhassan idr., 2016; Mims, 2015).

Posamezniki z astmo so v povprečju manj telesno dejavni v primerjavi s posamezniki brez bolezni (Cordova-Rivera idr., 2018; Xu idr., 2021). Bronhokonstrikcija je eden izmed glavnih znakov astmatičnega napada in se ob telesnem naporu pojavlja pri od 60–90 % astmatikov vseh starosti, pogosteje in resneje pri tistih z neustreznim nadzorom astme. Prav zato se veliko oseb z astmo izogiba telesni dejavnosti, čeprav ta z različnih vidikov pozitivno vpliva na astmatike. Do zdaj izvedene raziskave preiskujejo vplive različnih tipov telesne dejavnosti z različno intenzivnostjo, pogostostjo in trajanjem na številne izide astme, pri čemer ni povsem jasno, katera intervencija je najučinkovitejša za izboljšanje simptomov in znakov astme.

Namen raziskave je bil izvesti sistematični pregled literature, ki vključuje pregledne članke o vplivu telesne dejavnosti na simptome in znake pri osebah z astmo. Cilj raziskave je bil ovrednotiti učinke različnih intervencij (aerobna vadba, joga, dihalne vaje in krepitev inspiratornih mišic) na izbrane

spremenljivke (pljučna funkcija, aerobna zmogljivost, kakovost življenja, simptomi astme in uporaba zdravil) pri osebah z astmo. Pri tem smo si postavili štiri raziskovalna vprašanja: 1. Ali aerobna vadba pri astmatikih izboljša pljučno funkcijo, aerobno zmogljivost in kakovost življenja ter zmanjša simptome astme in uporabo zdravil? 2. Ali joga pri astmatikih izboljša pljučno funkcijo, aerobno zmogljivost in kakovost življenja ter zmanjša simptome astme in uporabo zdravil? 3. Ali dihalne vaje pri astmatikih izboljšajo pljučno funkcijo, aerobno zmogljivost in kakovost življenja ter zmanjšajo simptome astme in uporabo zdravil? 4. Ali krepitev inspiratornih mišic pri astmatikih izboljša pljučno funkcijo, aerobno zmogljivost in kakovost življenja ter zmanjša simptome astme in uporabo zdravil?

## Metode

### Iskanje literature

Literaturo smo iskali v bazah podatkov PubMed, Web of Science, Cochrane Lybrary in Scopus decembra 2023. Iskanje literature smo omejili na pregledne članke in metaanalize, napisane v angleščini ter objavljene med letoma 2012 in 2023. Iskalna kombinacija ključnih besed je bila: *(asthma) AND »physical activity« OR exercise OR »physical therapy« OR yoga OR »inspiratory muscle training« OR IMT OR »aerobic exercise« OR »breathing exercise«*.

### Vključitveni kriteriji

Vključitvene kriterije smo zastavili z upoštevanjem orodja PICOS (Methley idr., 2014). Vključili smo študije, ki so imele populacijo oseb z diagnosticirano astmo vseh starosti, za intervencijo aerobno vadbo, krepitev inspiratornih mišic, dihalne vaje in jogo ter za kontrolno skupino osebe z astmo, ki niso izvajale intervencije ali so izvajale drugi tip intervencije. Vključili smo raziskave, ki so kot izid vrednotile pljučno funkcijo (forsirani ekspiratorni volumen v prvi sekundi (FEV1), forsirana vitalna kapaciteta (FVC), največji pretok zraka med izdihom (PEF), forsirani izdih med 25 % in 75 % vitalne kapacitete (FEF25–75 %) idr.), aerobno zmogljivost (maksimalna poraba kisika, srčna frekvenca idr.), kakovost življenja, simptome astme in uporabo zdravil. Izbrali smo pregledne članke, ki so vključevali kontrolirane randomizirane študije.

### Postopek pregleda literature

Zadetke, pridobljene s pomočjo iskalnega niza, smo izvozili v program Mendeley,

v katerem smo sprva odstranili dvojnike. Nato smo po pregledu ustreznosti naslovov in izvlečkov odstranili raziskave, ki niso ustrezale vključitvenim kriterijem. V naslednjem koraku smo preostale raziskave prebrali v celotnem besedilu in določili končni izbor preglednih člankov.

Za vsak pregledni članek smo izpisali avtorja in leto izdaje, število vključenih študij, število in starost preiskovancev, tip intervencije, trajanje in intenzivnost intervencije, kontrolno skupino, izide in glavne ugotovitve. Na podlagi izpisanih podatkov smo pregledne članke poenotili glede na tip intervencije in njihov učinek na pljučno funkcijo, aerobno zmogljivost, kakovost življenja, simptome astme in uporabo zdravil.

## Ocena pristranskosti vključenih preglednih člankov

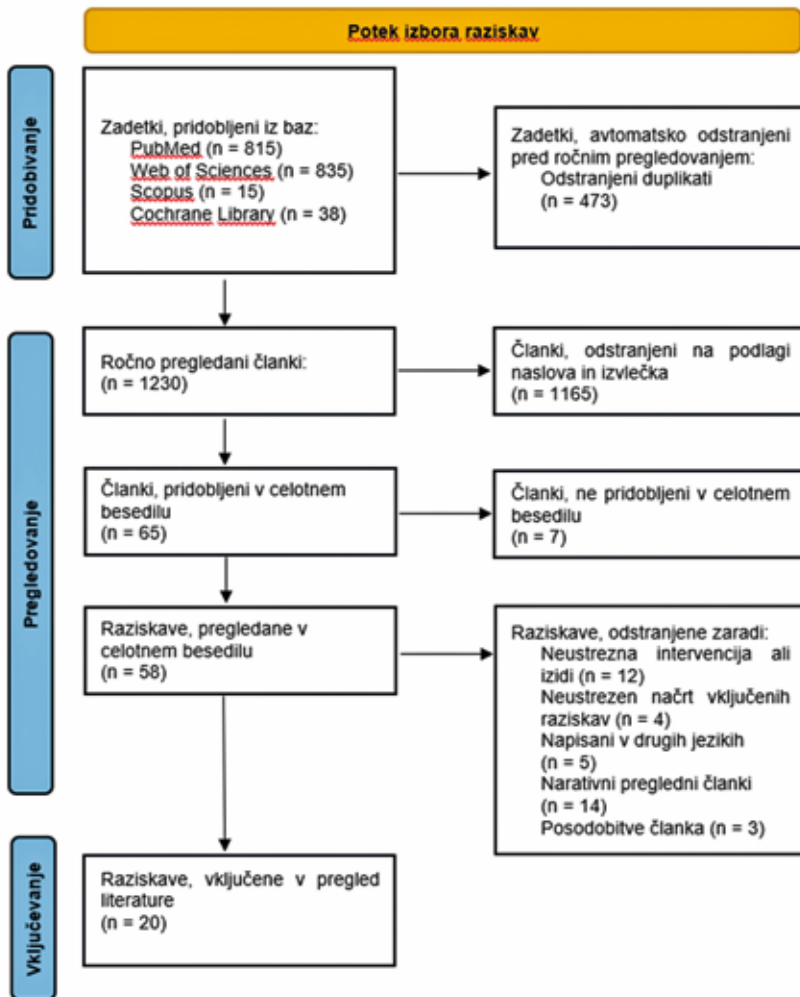
Kakovost in pristranskost vključenih preglednih člankov smo vrednotili z uporabo ocenjevalnega obrazca AMSTAR-2 (Shea idr., 2017). Obrazec je sestavljen iz 16 postavk. Ocena kakovosti raziskav temelji na doseganju oz. nedoseganju kritičnih in nekritičnih postavk ocenjevalnega obrazca. Kritične postavke obrazca so 2, 4, 7, 9, 11, 13 in 15. Glede na doseganje kritičnih oziroma nekritičnih postavk prepoznamo štiri ravni kakovosti: visoka, srednja, nizka in kritično nizka. Kot raziskave visoke kakovosti ocenimo raziskave z največ eno nedoseženo nekritično postavko. Če več kot ena nekritična postavka ni dosežena, raziskavo ocenimo kot srednje kakovosti (če ni doseženih več nekritičnih postavk, se lahko ocena zmanjša s srednje na nizko raven). Če ena kritična postavka ni dosežena (neodvisno od nekritičnih postavk), raziskavo ocenimo kot nizke kakovosti. Če več kot ena kritična postavka ni dosežena (neodvisno od nekritičnih postavk), raziskavo ocenimo kot kritično nizke kakovosti.

## Rezultati

Z iskalnim nizom smo v izbranih podatkovnih bazah pridobili 1702 zadetka, od tega smo jih v končni izbor vključili 20. Potek izločanja člankov je razviden na Grafu 1.

Izmed 20 preglednih člankov jih je sedem vključevalo študije, izvedene na otrocih, osem jih je vključevalo odrasle in pet tako otroke kot odrasle.

Vpliv na pljučno funkcijo je preučevalo 18 preglednih člankov (intervencija: aerobna



Graf 1. Potek izločanja rezultatov

vadba, joga, dihalne vaje, krepitev inspiratornih mišic), vpliv na aerobno zmogljivost je ocenjevalo sedem preglednih člankov (intervencija: aerobna vadba), vpliv na kakovost življenja je vrednotilo 17 preglednih člankov (intervencija: aerobna vadba, joga, dihalne vaje), vpliv na simptome astme je opazovalo osem preglednih člankov (intervencija: aerobna vadba, joga, dihalne vaje, krepitev inspiratornih mišic), vpliv na uporabo zdravil so preiskovali štiri pregledni članki (intervencija: aerobna vadba, joga, dihalne vaje, krepitev inspiratornih mišic). Kontrolna skupina večine študij, vključenih v pregledne članke, je obiskovala šolo o astmi, prejemala običajno nego, izvajala placebo intervencijo ali je bila neaktivna.

Podroben opis rezultatov pregledanih člankov je v Preglednicah 2 (učinki aerobne vadbe), 3 (učinki dihalnih vaj), 4 (učinki joge), 5 (učinki vadbe inspiratornih mišic)

in 6 (učinki kombinacije različnih telesnih dejavnosti).

## Ocena pristranskosti vključenih preglednih člankov

Na podlagi ocenjevalnega obrazca AMSTAR-2 je bila ena raziskava ocenjena kot visoke kakovosti (Kruder idr., 2021) in ena raziskava kot nizke kakovosti (Zhang idr., 2020). Preostale raziskave so bile ocenjene kot kritično nizke kakovosti. V treh preglednih raziskavah (15 %) so jasno zapisali, da so protokol članka zastavili pred začetkom pregleda literature in, kadar je bilo potrebno, tudi opisali odstopanje od načrtovanega protokola (postavka 2). Trije pregledni članki (15 %) so nezadostno opisali protokol iskanja literature (postavka 4). Manj kot polovica (35 %) vključenih pregledov je predložila seznam izključenih študij in utemeljila izključitev (postavka 7). Večina

pregledov (85 %) je uporabila zadovoljivo tehniko za oceno pristranskosti vključenih študij (postavka 9). Vsi pregledi, ki so izvedli metaanalizo (75 %), so za izvedbo uporabili ustrezne statistične metode (postavka 11). Oceno morebitnega vpliva pristranskosti na opisne rezultate so izvedli skoraj vsi pregledi (90 %) (postavka 13). Preiskavo pristranskosti publikacij vključenih študij in njenem možnem vplivu na rezultate metaanalize so izvedli štiri pregledi (20 %) (postavka 15). Ocena pristranskosti vključenih sistematičnih preglednih člankov je za vsako domeno lestvice AMSTAR-2 ločeno predstavljena v Tabeli 1.

## Razprava

Namen raziskave je bil preučiti učinke telesne vadbe na simptome in znake astme. Aerobna vadba je pozitivno vplivala na aerobno zmogljivost astmatikov, medtem ko ni imela konsistentnega vpliva na kazalnike pljučne funkcije (FEV1, FVC in PEF) ter na kakovost življenja. Izvajanje joge je pozitivno vplivalo na kakovost življenja, medtem ko so si rezultati pri pljučni funkciji nasprotovali. Prav tako so dihalne vaje vplivale predvsem na izboljšanje kakovosti življenja. Krepitev inspiratornih mišic je vsaj delno zmanjšala uporabo zdravil in simptome astme ter izboljšala pljučno funkcijo, merjeno z maksimalnim pritiskom med vdihom, medtem ko ni imela konsistentnega vpliva na pljučno funkcijo (FEV1, FVC in PEF). Zaradi nizke kakovosti večine vključenih raziskav je treba dobljene rezultate interpretirati s previdnostjo.

Večina vključenih preglednih člankov je preučevala vpliv aerobne vadbe, medtem ko je občutno manj raziskav zajemalo intervencijo joge, krepitev inspiratornih mišic in dihalnih vaj. Prav tako je bila med študijami izrazita heterogenost mer izida oziroma uporabe testov, zaradi česar je bilo primerjanje rezultatov med študijami oteženo. Večina študij, vključenih v pregledne članke, je poročala o kratkotrajnih učinkih telesne dejavnosti na simptome in znake astme. Zgolj Kuder idr. (2021), Cramer idr. (2014), Yang idr. (2016) ter Zhang idr. (2021) so v pregled vključili tudi študije, katerih intervencija je trajala leto dni ali več. Dodatno so študije pogosto imele nezadostno število preiskovancev. Na podlagi pregleda literature ne moremo sklepati o optimalnem protokolu vadbene intervencije, saj so v manj kot polovici vključenih študij opredelili trajanje in intenzivnost izvajanja inter-

Tabela 1.

Ocena pristranskosti vključenih preglednih člankov

Avtor	Postavke obrazca AMSTAR-2															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Beggs idr. (2013)	da	ne	ne	delno da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne	ne
Bruurs idr. (2013)	da	ne	ne	delno da	da	da	ne	ne	ne	ne	brez MA	brez MA	ne	da	brez MA	da
Carson idr. (2013)	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	ne	da	da	da	da	ne	da
Cramer idr. (2014)	da	ne	ne	delno da	da	da	ne	delno da	da	ne	da	ne	da	da	da	ne
Crosbie (2012)	ne	ne	ne	delno da	ne	ne	ne	delno da	da	ne	brez MA	brez MA	da	da	brez MA	da
Das idr. (2019)	da	ne	ne	delno da	da	da	ne	delno da	da	da	da	ne	da	da	ne	da
Feng idr. (2021)	ne	ne	ne	delno da	da	da	ne	delno da	da	ne	da	ne	ne	da	ne	da
Geiger in Henschke (2015)	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne	da	ne	ne	da
Hansen idr. (2020)	da	da	ne	delno da	da	ne	ne	delno da	da	ne	da	ne	da	da	ne	da
Jing idr. (2023)	da	da	ne	delno da	da	da	ne	delno da	da	ne	da	da	da	ne	ne	da
Kuder idr. (2021)	ne	da	ne	delno da	da	da	da	delno da	da	ne	brez MA	brez MA	da	da	brez MA	da
Liu idr. (2020)	da	ne	ne	ne	da	da	ne	delno da	da	ne	da	da	da	da	da	da
Macedo idr. (2016)	da	ne	ne	delno da	da	da	da	delno da	da	da	da	ne	da	da	ne	da
Pacheco idr. (2012)	da	ne	ne	delno da	da	da	ne	delno da	da	ne	brez MA	brez MA	da	ne	brez MA	da
Prem idr. (2012)	ne	ne	ne	delno da	ne	ne	ne	delno da	ne	ne	brez MA	brez MA	da	ne	brez MA	da
Santino idr. (2020)	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne	ne
Silva idr. (2013)	da	ne	ne	delno da	da	da	da	da	da	ne	da	da	da	da	ne	da
Wu idr. (2020)	da	ne	ne	delno da	da	da	ne	delno da	da	ne	da	da	da	da	da	da
Yang idr. (2016)	da	ne	ne	delno da	da	da	da	delno da	da	ne	da	ne	da	ne	ne	ne
Zhang idr. (2020)	da	da	ne	da	da	da	ne	delno da	da	ne	da	ne	da	da	da	da

MA: metaanaliza

Tabela 2.

Učinki aerobne vadbe na izbrane spremenljivke

Avtor in leto	Število vključenih študij in preiskovancev	Intervencija	Trajanje in intenzivnost intervencije	Kontrolna skupina	Izidi	Ugotovitve
Beggs (2013)	8 Š 262 otrok, starih 5–18 let	plavanje	30–90 minut, 2–3-krat tedensko, 6–12 tednov (7 Š); 30 minut, 6-krat tedensko (1 Š) zmerno do visoko intenzivna aerobna vadba	običajna nega ali golf	pljučna funkcija, aerobna zmogljivost, kakovost življenja	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (PEF (2 Š)), FEF25–75 % (4 Š)); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (5 od 6 Š), FVC (4 od 9 Š)), aerobna zmogljivost (VO <sub>2max</sub> delovna obremenitev, srčna frekvenca (4 od 5 Š)); <b>brez izboljšanja:</b> kakovost življenja (1 Š)
Bruurs (2013)	21 Š (11 Š vključuje neopredeljena telesno vadbo) 300 otrok (7 Š) in 292 odraslih (4 Š)	telesna vadba	30–90 minut, 1–3-krat tedensko, 6 tednov–3 mesecev	običajna nega, šola o astmi, drug tip vadbe, brez intervencije	pljučna funkcija, aerobna zmogljivost, kakovost življenja, simptomi astme, uporaba zdravil	<b>izboljšanje:</b> aerobna zmogljivost (VO <sub>2max</sub> (3 Š)); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (1 od 9 Š), FVC (1 od 7 Š), PEF (1 od 4 Š)), kakovost življenja (5 od 6 Š), SA (2 od 3 Š), uporaba zdravil (1 od 3 Š);
Carson (2013)	21 Š 379 otrok (13 Š) in 343 odraslih (8 Š)	aerobna vadba (tek, gimnastika, plavanje in hoja), neopredeljena aerobna vadba, dvigovanje uteži	vsaj 20–30 minut, 2–3-krat tedensko, v trajanju 6–16 tednov zmerno do visoko intenzivna aerobna vadba (ne poročajo vse študije)	brez intervencije, šola o astmi ali običajna nega	pljučna funkcija, aerobna zmogljivost, kakovost življenja, simptomi astme	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (največja ventilacija (1 Š)), aerobna zmogljivost (VO <sub>2max</sub> (3 Š), delovna zmogljivost (4 Š), največji srčni utrip (5 Š)); <b>delno izboljšanje:</b> kakovost življenja (4 od 5 Š), simptomi astme (3 od 9 Š); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1 (10 Š), FVC (8 Š), PEF (4 Š), minutna ventilacija ob naporu (5 Š), aerobna zmogljivost

Avtor in leto	Število vključenih študij in preiskovancev	Intervencija	Trajanje in intenzivnost intervencije	Kontrolna skupina	Izidi	Ugotovitve
Crosbie (2012)	16 Š 516 otrok, starih 6–18 let	plavanje, košarka, tek, kolesarjenje ter neopredeljena aerobna vadba in igre	15–90 minut, 2–6-krat tedensko, v trajanju 6–12 tednov zmerno do visoko intenzivna aerobna vadba (ne poročajo vse študije)	brez intervencije, običajna nega, šola o astmi, tehnike relaksacije in dihanja	pljučna funkcija, aerobna zmogljivost, kakovost življenja	<b>izboljšanje:</b> kakovost življenja (6 Š); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (1 od 11 Š)), aerobna zmogljivost (VO <sub>2max</sub> in vadbena obremenitev (8 od 9 Š)); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FVC (11 Š))
Feng (2021)	10 Š 418 odraslih	aerobna vadba, aerobna vadba in raztezanje, HIIT, pljučna rehabilitacija	8 tednov–3 mesecev	placebo vadba, običajna nega, dieta, dihalne vaje, šola o astmi, brez intervencije	pljučna funkcija, aerobna zmogljivost, kakovost življenja, simptomi astme	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (PEF (2 Š)), aerobna zmogljivost (VO <sub>2max</sub> , 6-MTH (8 Š)), kakovost življenja (6 Š) <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FVC (3 od 4 Š)), simptomi astme (3 od 5 Š) <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1 (7 Š))
Geiger (2015)	8 Š 262 otrok	plavanje	vsaj 20 minut, vsaj 1-krat tedensko, vsaj 4 tedne	običajna nega ali golf	pljučna funkcija, aerobna zmogljivost, kakovost življenja	<b>izboljšanje:</b> aerobna zmogljivost (VO <sub>2max</sub> (2 Š)) <b>brez izboljšanja:</b> kakovost življenja (1 Š), pljučna funkcija (FEV1 (4 Š))
Hansen (2020)	11 Š 543 odraslih	kolesarjenje na sobnem kolesu, tek na tekalni stezi, hoja, mešana aerobna vadba	vsaj 2-krat tedensko, v trajanju 8–12 tednov povprečna intenzivnost vadbe pri večini študij 70 % največje porabe kisika	brez intervencije	pljučna funkcija	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (10 Š))
Jing (2023)	9 Š 496 otrok, starih 6–18 let	HIIT, aerobna vadba (tekaška steza, kolesarjenje, taj čiči, košarka, plavanje, nogomet)	30–60 minut, 1–3-krat tedensko, v trajanju 6–12 tednov		aerobna zmogljivost, pljučna funkcija, kakovost življenja, SA 6 Š))	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FVC (5 od 6 Š), FEF25–75% (2 Š)), SA (3 od 5 Š) <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (4 od 5 Š)) <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1/FVC (4 Š), PEF (2 Š))
Kruder (2021)	20 Š 1409 odraslih	hoja, tek, krožna vadba, neopredeljena aerobna vadba, vadba proti uporu 9 študij je vključevalo tudi dihalne vaje ali izgubo telesne mase ali dieto ali dodajanje vitaminov	1–7-krat tedensko, 6 tednov–12 mesecev zmerno do visoko intenzivna aerobna vadba in HIIT (omenjeno v 5 Š)	placebo vadba, običajna nega, šola o astmi, dodajanje vitamina D, dieta, dihalne vaje, neopredeljeno	pljučna funkcija, kakovost življenja	<b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FVC, FEV1, FEV1/FVC, totalna pljučna kapaciteta (6 od 18 Š)), kakovost življenja (7 od 11 Š)
Liu (2021)	22 Š 1346 otrok	plavanje, igre z žogo, skakanje s kolesnico, tek, kolesarjenje, vadba moči, ravnotežja in koordinacije	20–60 minut, 2–7-krat tedensko, 2–24 tednov	običajna nega, prehranska podpora, dihalne vaje, aktivnost, ki ne vključuje telesne dejavnosti	pljučna funkcija, kardiorespiratorna funkcija, kakovost življenja	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FVC (15 Š), PEF (11 Š)), aerobna zmogljivost (6-MTH (5 Š)), največja moč (3 Š), kakovost življenja (10 Š) <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1 (18 Š), FEV1/FVC (7 Š))
Wu (2020)	22 Š 874 preiskovancev (12 Š) otroci (10 Š) odrasli (10 Š)	kolesarjenje, hoja na tekalni stezi, plavanje, košarka, mešana aerobna vadba	20–90 minut, 2–3-krat tedensko, v trajanju vsaj 4 tedne zmerne intenzivnosti, določena kot 50–80 % največje srčne frekvenca (ne poročajo vse študije)	brez intervencije, običajna nega, šola o astmi	pljučna funkcija, kakovost življenja	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FVC (16 Š), PEF (6 Š), FEF25–75 % (5 Š)), kakovost življenja (7 Š); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (12 od 16 Š)); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1/FVC (7 Š))

Š: študija, FEV1: forsirani ekspiratorni volumen v prvi sekundi, FVC: forsirana vitalna kapaciteta, PEF: največji pretok zraka med izdihom, FEF 25–75 %: forsirani izdih med 25 % in 75 % vitalne kapacitete, FEV1/FVC: Tiffeneaujev indeks, VO<sub>2max</sub>: največja poraba kisika, 6-MTH: 6-minutni test hoje, HIIT: visoko intenzivna intervalna vadba, SA: simptomi astme

Tabela 3.

Učinki joge na izbrane spremenljivke

Avtor in leto	Število vključenih študij in preiskovancev	Intervencija	Trajanje in intenzivnost intervencije	Kontrolna skupina	Izidi	Ugotovitve
Cramer (2014)	14 študij (824 odraslih)	joga dihanje, drže in meditacija, meditacija	1–7-krat tedensko, 2 tedna–54 mesecev	običajna nega, placebo joga, enako intenzivne dihalne vaje, ki ne temeljijo na jogi ali psihološke intervencije	pljučna funkcija, kakovost življenja, simptomi astme, uporaba zdravil	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (PEF, FEV1/FVC (14 št)); <b>delno izboljšanje:</b> kakovost življenja (5 od 8 št), SA (6 od 8 št)
Yang (2016)	15 študij (1048 odraslih)	joga dihanje, drže in meditacija,	15 minut–4 ure, 2-krat dnevno–2-krat tedensko, 2 tedna–54 mesecev	običajna nega, brez intervencije, placebo intervencija	pljučna funkcija, kakovost življenja, simptomi astme	<b>izboljšanje:</b> kakovost življenja (8 št); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FVC (6 od 8 št), PEF (8 od 10 št)), SA (6 od 7 št), uporaba zdravil (6 od 9 št); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1 (12 št), FEV1/FVC (7 št), FEF25–75 % (4 št))

Š: študija, FEV1: forsiran ekspiratorni volumen v prvi sekundi, FVC: forsirana vitalna kapaciteta, PEF: največji pretok zraka med izdihom, FEF25–75 %: forsiran izdih med 25 % in 75 % vitalne kapacitete, FEV1/FVC: Tiffeneaujev indeks, VO2max: največja poraba kisika, 6-MTH: 6-minutni test hoje, SA: simptomi astme

Tabela 4.

Učinki dihalnih vaj na izbrane spremenljivke

Avtor in leto	Število vključenih študij in preiskovancev	Intervencija	Trajanje in intenzivnost intervencije	Kontrolna skupina	Izidi	Ugotovitve
Bruurs (2013)	21 študij (9 na temo dihalnih vaj) 98 otrok (2 št) 626 odraslih (7 št)	nosno dihanje, metoda Papworth, Butejkova metoda, jogijsko dihanje, diafragmalno dihanje in zadrževanje diha	4–28 tednov	običajna nega, šola o astmi, neaktivna kontrolna skupina ali drugi tip vadbe	pljučna funkcija, kakovost življenja, simptomi astme, uporaba zdravil	<b>izboljšanje:</b> kakovost življenja (5 št); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (1 od 6 št), PEF (1 od 4 št)), simptomi astme (3 od 5 št), uporaba zdravil (2 od 4 št); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FVC (3 št))
Das (2019)	10 študij (466 otrok, starih 6–14 let)	Butejkova metoda, metoda Papworth ali drugo manipuliranje dihanja (nekateri so dodali tudi intervencijo joge)	30–90 minut, 2-krat dnevno–2-krat tedensko, 2 dni–3 mesecev	placebo, dodatna intervencija	pljučna funkcija, kakovost življenja, simptomi astme, uporaba zdravil	<b>izboljšanje:</b> kakovost življenja (2 št); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (PEF po 4 do 6 tednih (2 od 5 št), PEF (2 od 4 št), FVC (1 od 4 št)), simptomi astme (2 od 3 št), uporaba zdravil (2 od 3 št); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1 (3 št), FVC (4 št), FEF25–75 % (1 št); FEV1 (5 št), FEF25–75 % (2 št), PEF, FEV1, FVC in FEF25–75 % (1 št))
Macedo (2016)	3 študij (112 otrok)	lateralno dihanje, diafragmalno dihanje, manipulacija in spiratornega vzorca in dihanje skozi priprte ustnice	25–60 minut, 1-krat dnevno–2-krat tedensko, 2 dni–2 mesecev	placebo vadba, šola o astmi, obiski zdravnikov	pljučna funkcija, kakovost življenja, simptomi astme, uporaba zdravil	<b>izboljšanje:</b> kakovost življenja (1 št), SA (2 št), UZ (2 št); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FVC, FEV1, PEF, FEF25–75 %, vitalna kapaciteta (2 od 3 št)); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (funkcionalna rezidualna kapaciteta, rezidualni volumen, totalna pljučna kapaciteta (1 št))
Prem (2013)	3 študij (254 odraslih)	diafragmalno dihanje, nosno dihanje in učenje dihanja	10–75 minut, 1-krat dnevno–2-krat tedensko, 5–6 mesecev	šola o astmi, običajna nega	kakovost življenja	<b>izboljšanje:</b> kakovost življenja (3 št)
Santino (2020)	22 študij (2880 odraslih)	pranajama, učenje dihanja, Butejkova metoda, metoda Papworth, globoko diafragmalno dihanje	10–65 minut, 2-krat dnevno–2-krat tedensko, 2 tedna–6 mesecev	običajna nega, šola o astmi	pljučna funkcija, kakovost življenja, simptomi astme	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (PEF po 3 mesecih (16 št)), kakovost življenja (10 št); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 po 3 mesecih (4 od 9 št)), simptomi astme (2 od 7 št); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1 (3 št), PEF (2 št))

Š: študija, FEV1: forsiran ekspiratorni volumen v prvi sekundi, FVC: forsirana vitalna kapaciteta, PEF: največji pretok zraka med izdihom, FEF25–75 %: forsiran izdih med 25 % in 75 % vitalne kapacitete, FEV1/FVC: Tiffeneaujev indeks, VO2max: največja poraba kisika, 6-MTH: 6-minutni test hoje, SA: simptomi astme

Tabela 5.

Učinki krepitve inspiratornih mišic na izbrane spremenljivke

Avtor in leto	Število vključenih študij in preiskovancev	Intervencija	Trajanje in intenzivnost intervencije	Kontrolna skupina	Izidi	Ugotovitve
Bruurs (2013)	21 Š (3 na temo krepitve inspiratornih mišic) 50 otrok (1 Š) in 103 odraslih (2 Š)	1 Š samo krepitev inspiratornih mišic, 1 Š krepitev inspiratornih mišic in telesna vadba ter 1 Š krepitev inspiratornih mišic in dihalne vaje	6–8 tednov	brez intervencije	pljučna funkcija, SA, uporaba zdravil	<b>izboljšanje:</b> pljučna funkcija (največji inspiratorni pritisk (2 Š)), SA (1 Š), uporaba zdravil (1 Š); <b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (PEF (1 od 2 Š))
Silva (2013)	5 Š 133 odraslih	obremenitev s pretočnim uporom in obremenitev s tlačnim uporom	30 vdihov pri 50 % največjega inspiratornega pritiska, 2-krat dnevno, 3 tedne 10 minut dihanja proti uporu pri 40 % največjega inspiratornega pritiska, 3-krat tedensko, 6 tednov 30 minut dihanja proti uporu pri 15 % največjega inspiratornega pritiska (tedensko stopnjevanje upora za 5–10 % do končnega upora 60 %) 1-krat dnevno, 6 dni v tednu, 12–25 tednov	placebo intervencija krepitev inspiratornih mišic, brez intervencije ali drugačna intenzivnost krepitev inspiratornih mišic	pljučna funkcija, SA, uporaba zdravil	<b>izboljšanje:</b> uporaba zdravil (3 Š), <b>delno izboljšanje:</b> SA (3 od 4 Š); <b>brez izboljšanja:</b> pljučna funkcija (FEV1, FVC, PEF (1 Š))

Š: študija, FEV1: forsirani ekspiratorni volumen v prvi sekundi, FVC: forsirana vitalna kapaciteta, PEF: največji pretok zraka med izdihom, FEF25–75 %: forsirani izdih med 25 % in 75 % vitalne kapacitete, FEV1/FVC: Tiffeneaujev indeks, VO2max: največja poraba kisika, 6-MTH: 6-minutni test hoje

Tabela 6.

Učinki kombiniranih intervencij na izbrane spremenljivke

Avtor in leto	Število vključenih študij in preiskovancev	Intervencija	Trajanje in intenzivnost intervencije	Kontrolna skupina	Izidi	Ugotovitve
Pa-checo (2012)	10 Š (7 Š aerobna vadba, 3 Š dihalne vaje) 170 otrok (4 Š) in 457 odraslih (6 Š)	aerobna vadba: košarka, kolesarjenje, tek, kondicijska vadba, kombinacija aerobne vadbe, vadbe moči, ravnotežja in koordinacije, dihalne vaje Papworth, joga, neopredeljene dihalne vaje	30–90 minut, 2–7-krat tedensko, 6 tednov–3 mesece zmerno do visoko intenzivna aerobna vadba (ne poročajo vse Š)	običajna nega, šola o astmi ali nespecifičen vadbeni program	kakovost življenja	<b>delno izboljšanje:</b> kakovost življenja (9 od 10 Š)
Zhang (2021)	18 Š (16 Š aerobna vadba, 1 Š dihalne vaje in 1 Š krepitev inspiratornih mišic) 711 otrok (631 aerobna vadba, 30 dihalne vaje ter 50 krepitev inspiratornih mišic in dihalne vaje)	aerobna vadba: hoja, tek, plavanje, plazenje, kolesarjenje, košarka, nogomet, taj čī in kombinacije različnih vadb, dihalne vaje, krepitev inspiratornih mišic	20–90 minut, 1–3-krat tedensko, 5 tednov–12 mesecev	brez telesne vadbe	pljučna funkcija	<b>delno izboljšanje:</b> pljučna funkcija (FEV1 (6 od 16 Š), FVC (8 od 10 Š), PEF (4 od 9 Š))

Š: študija, FEV1: forsirani ekspiratorni volumen v prvi sekundi, FVC: forsirana vitalna kapaciteta, PEF: največji pretok zraka med izdihom, FEF25–75 %: forsirani izdih med 25 % in 75 % vitalne kapacitete, FEV1/FVC: Tiffeneaujev indeks, VO2max: največja poraba kisika, 6-MTH: 6-minutni test hoje

vencije. Pet vključenih preglednih člankov je poročalo o neopredeljenem tipu intervencij posameznih študij (Hansen idr., 2020; Wu idr., 2020; Zhang idr., 2020; Pacheco idr., 2012; Bruurs idr., 2013). O slabo opredeljenem trajanju intervencij posameznih študij so poročali štirje pregledni članki (Hansen idr., 2020; Kuder idr., 2021; Feng idr., 2021; Bruurs idr., 2013).

V končni pregled literature smo vključili 20 raziskav, od teh je bila ena ocenjena kot vi-

soke kakovosti (Kruder idr., 2021) in ena kot nizke kakovosti (Zhang idr., 2020). Vse preostale vključene raziskave so imele kritično nizko kakovost, saj niso dosegale več kot ene kritične postavke. Kljub nizki kakovosti dokazov o učinkovitosti telesne vadbe ima ta določeno vlogo pri preventivi in rehabilitaciji astmatikov. Na podlagi pregleda literature lahko sklepamo, da aerobna vadba pozitivno vpliva na aerobno zmogljivost astmatikov, medtem ko ostaja vpliv preo-

stalih intervencij na aerobno zmogljivost nejasen. Prav tako so si rezultati o vplivu intervencij na pljučno funkcijo nasprotujejo. Zanimljivo izboljšanje pljučne funkcije pri izvajanju aerobne vadbe so pokazali Carson idr. (2013), Crosbie idr. (2012) ter Bruurs idr. (2013), ki temeljijo na starejših študijah (napisanih med letoma 1972 in 2012). V nasprotju s tem pa novejša raziskava kažejo vsaj delno izboljšanje pljučne funkcije ob izvajanju aerobne vadbe. Naj-

manjši vpliv se kaže na FEV1, medtem ko se kaže vsaj delno izboljšanje FVC in PEF. Dva pregledna članka sta pokazala vsaj delno izboljšanje v pljučni funkciji (PEF) ob izvajanju joge, pri čemer oba vključena pregledna članka temeljita na istih 11 vključenih študijah. Prav tako so si nasprotujoči rezultati glede vpliva dihalnih vaj na kazalnike pljučne funkcije, kot so PEF, FEV1 in FVC. Vpliv krepitev inspiratornih mišic na pljučno funkcijo sta preučevala dva pregledna članka, katerih rezultati so si nasprotujoči. Silva idr. (2013) niso poročali o izboljšanju vrednosti FEV1, FVC in PEF, Bruurs idr. (2013) pa so poročali o izboljšanju največjega inspiratornega pritiska ter o delnem izboljšanju vrednosti PEF. Ker so Silva idr. (2013) iz svojega pregleda izključili študije, ki so jih vključili Bruurs idr. (2013) zaradi neustrezne intervencijske skupine, neuporabe zunanje naprave za izvajanje vadbe in zaradi slabše kakovosti raziskav, lahko sklepamo, da so rezultati Silve idr. (2013) kakovostnejši. Izhajajoč iz tega lahko zaključimo, da se pljučna funkcija z izvajanjem krepitev inspiratornih mišic najverjetneje ne izboljša v večji meri, z izjemo možnega izboljšanja največjega inspiratornega pritiska. Študije so pokazale, da je za izboljšanje pljučne funkcije možen tudi vpliv trajanja intervencije. Študije v preglednem članku Santino idr. (2020) so na primer pokazale izboljšanje PEF po treh mesecih izvajanja dihalnih vaj.

Vse intervencije, ki vključujejo aerobno vadbo, jogo, dihalne vaje in krepitev inspiratornih mišic, vsaj delno izboljšajo simptome astme, kot je dispneja. Nakazuje se, da krepitev inspiratornih mišic vpliva na zmanjšano uporabo zdravil (Silva idr. 2013), medtem ko vpliva aerobne vadbe na zmanjšano uporabo ne moremo potrditi, saj je to preučeval zgolj en članek (Bruurs idr., 2013), ki je pokazal delno izboljšanje.

Čeprav je na voljo dovolj literature, ki kaže, da telesna vadba izboljša simptome in znake astme, ostaja potreba po novih, kakovostnih študijah, predvsem na temo joge, krepitev inspiratornih mišic in dihalnih vaj. Tudi na področju aerobne vadbe, ki je do zdaj najbolj raziskano, je zaznati potrebo po novih študijah, ki bi navajale poenotene mere izida. Zaradi heterogenosti študij namreč nekaterih rezultatov ni mogoče poenotiti. Prav tako bi bilo v prihodnje smiselno primerjati vplive zmerno intenzivne vadbe in visoko intenzivne intervalne vadbe na simptome in znake astme, saj se ta kaže kot učinkovita in varna za osebe z nadzorovano astmo. Za bolj specifične

rezultate bi lahko v okviru nadaljnega raziskovanja izvedli pregled člankov ali študij zgolj z določeno specifikom (npr. samo otroci, samo ženske ali samo osebe z zmerno astmo) ter tako dokazali vpliv telesne dejavnosti na simptome in znake astme pri osebah z določenimi specifikami.

Izvedena raziskava ima določene omejitve. V pregled literature smo vključili zgolj študije, napisane v angleškem jeziku. V pregled literature nismo vključili sive literature (npr. doktorskih disertacij in javnih dokumentov), pa tudi ne konferenčnih prispevkov, kar se lahko odraža v selektivni pristranskosti. Prepokrivanja študij, vključenih v sistematične preglede, nismo ločeno vrednotili, zaradi česar obstaja tveganje za podvajanje rezultatov. To se lahko odraža v večjem številu preiskovancev in študij, vključenih v končni izbor. Prav tako nismo navedli podrobnih rezultatov iz posameznih študij, vključenih v sistematične preglede, temveč smo predstavili zgolj skupne rezultate sistematičnih pregledov. Rezultate smo prikazali opisno in ne s pomočjo kvantitativnih pristopov, kar lahko zmanjša kakovost podanih zaključkov.

Za prihodnje raziskave svetujemo, da so zasnovane kot randomizirane klinične študije, sledijo smernicam CONSORT (angl. *Consolidated Standards of Reporting Trials*) (Schulz idr., 2010) z namenom zagotavljanja kakovostnih raziskav. Raziskave naj se usmerijo v primerjanje učinkovitosti različnih vadbenih intervencij z jasno opredeljenimi vadbenimi parametri (frekvenca, intenzivnost, trajanje in tip vadbe) pri osebah z različnimi stopnjami bolezni. Na ta način bi lahko zasnovali bolj specifična priporočila za izvajanje tako telesne vadbe kot dihalne vadbe glede na potrebe pacienta. Predvsem se kaže pomanjkanje v študijah, ki preučujejo učinkovitost dihalne vadbe pri astmatikih. Prav tako bi bilo treba podrobneje analizirati učinkovitost in varnost izvajanja visoko intenzivne vadbe pri astmatikih.

## ■ Zaključek

Namen raziskave je bil izvesti sistematični pregled razpoložljivih preglednih člankov na temo vpliva telesne dejavnosti na simptome in znake pri osebah z astmo. Pri tem smo se osredotočili na vpliv aerobne vadbe, joge, dihalnih vaj in krepitev inspiratornih mišic na aerobno zmogljivost, pljučno funkcijo, kakovost življenja, simptome astme in uporabo zdravil.

Ugotovili smo, da izvajanje zmerno do visoko intenzivne aerobne vadbe pozitivno vpliva predvsem na aerobno zmogljivost astmatikov, medtem ko nima konsistentnega vpliva na pljučno funkcijo in kakovost življenja. Preiskovanci so v okviru aerobne vadbe najpogosteje izvajali hojo, kolesarjenje, tek, plavanje ter igre z žogo, in sicer vsaj dvakrat na teden po 30–90 minut. Izvajanje joge in dihalnih vaj pripomore predvsem k izboljšanju kakovosti življenja. Izvajanje krepitev inspiratornih mišic pa lahko ublaži simptome astme in delno zmanjša uporabo zdravil. Zgolj en vključen pregled literature je bil visoke kakovosti, kar omejuje zanesljivost dobljenih rezultatov.

Astmatiki se pogosto izogibajo telesni dejavnosti zaradi strahu pred poslabšanjem simptomov, kot je dispneja. Posledično so astmatiki manj telesno dejavni v primerjavi s posamezniki brez astme (Cote idr., 2018), kar lahko še dodatno slabša simptome in znake bolezni ter vodi v začarani krog, ki ga je težko prekiniti. Prav zato je astmatike pomembno izobraziti o pozitivnem vplivu telesne dejavnosti tako na splošno zdravje kot na potek bolezni.

## ■ Literatura

1. Alhassan, S., Hattab, Y., Bajwa, O., Bihler, E., & Singh, A. C. (2016). Asthma. *Critical Care Nursing Quarterly*, 39(2), 110–123. <https://doi.org/10.1097/CNQ.0000000000000104>
2. Beggs, S., Foong, Y. C., Le, H. C. T., Noor, D., Wood-Baker, R., & Walters, J. A. E. (2013). Swimming training for asthma in children and adolescents aged 18 years and under. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, CD009607. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009607.pub2>
3. Bruurs, M. L. J., Van Der Giessen, L. J., & Moed, H. (2013). The effectiveness of physiotherapy in patients with asthma: A systematic review of the literature. *Respiratory Medicine*, 107(4), 483–494. <https://doi.org/10.1016/j.RMED.2012.12.017>
4. Carson, K. V., Chandratilleke, M. G., Picot, J., Brinn, M. P., Esterman, A. J., & Smith, B. J. (2013). Physical training for asthma. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, CD001116. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001116.pub4>
5. Cordova-Rivera, L., Gibson, P. G., Gardiner, P. A., & McDonald, V. M. (2018). A Systematic Review of Associations of Physical Activity and Sedentary Time with Asthma Outcomes. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 6(6), 1968–1981.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2018.02.027>



6. Cote, A., Turmel, J., Boulet, L.-P. P., Côté, A., Turmel, J., & Boulet, L.-P. P. (2018). Exercise and Asthma. *SEMINARS IN RESPIRATORY AND CRITICAL CARE MEDICINE*, 39(1), 19–28. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1606215>
7. Cramer, H., Posadzki, P., Dobos, G., & Langhorst, J. (2014). Yoga for asthma: A systematic review and meta-analysis. *ANNALS OF ALLERGY ASTHMA & IMMUNOLOGY*, 112(6), 503–U121. <https://doi.org/10.1016/j.anaai.2014.03.014>
8. Crosbie, A. (2012). The effect of physical training in children with asthma on pulmonary function, aerobic capacity and health-related quality of life: A systematic review of randomized control trials. *Pediatric Exercise Science*, 24(3), 472–489. <https://doi.org/10.1123/pes.24.3.472>
9. Das, R. R., Sankar, J., & Kabra, S. K. (2019). Role of Breathing Exercises and Yoga/Pranayama in Childhood Asthma: A Systematic Review. *Current Pediatric Reviews*, 15(3), 175–183. <https://doi.org/10.2174/1573396315666190121122452>
10. Feng, Z. Z., Wang, J. J., Xie, Y., & Li, J. S. (2021). Effects of exercise-based pulmonary rehabilitation on adults with asthma: A systematic review and meta-analysis. *RESPIRATORY RESEARCH*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01627-w>
11. Geiger, K. R., & Henschke, N. (2015). Swimming for children and adolescents with asthma. *British Journal of Sports Medicine*, 49(12), 835–836. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093397>
12. Grande, A. J., Silva, V., Andrioli, B. N. G., Riera, R., Parra, S. A., & Peccin, M. S. (2014). Water based exercise for adults with asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010456.pub2>
13. Hansen, E. S. H., Pitzner-Fabricius, A., Toennesen, L. L., Rasmussen, H. K., Hostrup, M., Hellsten, Y., Backer, V., & Henriksen, M. (2020). Effect of aerobic exercise training on asthma in adults: A systematic review and meta-analysis. *The European Respiratory Journal*, 56(1). <https://doi.org/10.1183/13993003.00146-2020>
14. Jing, Z., Wang, X., Zhang, P., Huang, J., Jia, Y., Zhang, J., Wu, H., & Sun, X. (2023). Effects of physical activity on lung function and quality of life in asthmatic children: An updated systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Pediatrics*, 11, 1074429. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1074429>
15. Kuder, M. M., Clark, M., Cooley, C., Prieto-Centurion, V., Danley, A., Riley, I., Siddiqi, A., Weller, K., Kitsiou, S., & Nyenhuis, S. M. (2021). A Systematic Review of the Effect of Physical Activity on Asthma Outcomes. *JOURNAL OF ALLERGY AND CLINICAL IMMUNOLOGY-IN PRACTICE*, 9(9), 3407–+. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.04.048>
16. Liu, Y., Zhao, Y., Liu, F., & Liu, L. (2021). Effects of Physical Exercises on Pulmonary Rehabilitation, Exercise Capacity, and Quality of Life in Children with Asthma: A Meta-Analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2021, 5104102. <https://doi.org/10.1155/2021/5104102>
17. Macedo, T. M. F., Freitas, D. A., Chaves, G. S. S., Holloway, E. A., Mendonca, K., Macêdo, T. M. F., Freitas, D. A., Chaves, G. S. S., Holloway, E. A., & Mendonça, K. M. P. P. (2016). Breathing exercises for children with asthma. *COCHRANE DATABASE OF SYSTEMATIC REVIEWS*, 4(4), CD011017. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011017.pub2>
18. Maslan, J., & Mims, J. W. (2014). What is asthma? Pathophysiology, demographics, and health care costs. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 47(1), 13–22. <https://doi.org/10.1016/J.OTC.2013.09.010>
19. Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R., & Cheraghi-Sohi, S. (2014). PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Services Research*, 14. <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0>
20. Mims, J. W. (2015). Asthma: Definitions and pathophysiology. *International Forum of Allergy and Rhinology*, 5, S2–S6. <https://doi.org/10.1002/ALR.21609>
21. Morgan, T. (2013). Astma—Osnovne značilnosti bolezni in temelji zdravljenja. *Farmaceutski Vestnik, številka 2*(64), 124–128.
22. NHLBI. (2007). *National Heart, Lung, and Blood Institute National Asthma Education and Prevention Program Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma Full Report 2007*.
23. Ober, C., & Yao, T. C. (2011). The genetics of asthma and allergic disease: A 21st century perspective. *Immunological Reviews*, 242(1), 10–30. <https://doi.org/10.1111/J.1600-065X.2011.01029.X>
24. Pacheco, D. R. R., Silva, M. J. B., Alexandrino, A. M. S., & Torres, R. M. T. (2012). Exercise-Related Quality of Life in Subjects with Asthma: A Systematic Review. *JOURNAL OF ASTHMA*, 49(5), 487–495. <https://doi.org/10.3109/02770903.2012.680636>
25. Prem, V., Sahoo, R. C., & Adhikari, P. (2013). Effect of diaphragmatic breathing exercise on quality of life in subjects with asthma: A systematic review. *PHYSIOTHERAPY THEORY AND PRACTICE*, 29(4), 271–277. <https://doi.org/10.3109/09593985.2012.731626>
26. Santino, T. A., Chaves, G. S., Freitas, D. A., Fregonezi, G. A., & Mendonça, K. M. (2020). Breathing exercises for adults with asthma. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3(3), CD001277. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001277.pub4>
27. Schulz, K. F., Altman, D. G., Moher, D., & CONSORT Group. (2010). CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*, 8, 18. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-18>
28. Silva, I. S., Fregonezi, G. A. F., Dias, F. A. L., Ribeiro, C. T. D., Guerra, R. O., & Ferreira, G. M. H. (2013). Inspiratory muscle training for asthma. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013(9), CD003792. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003792.pub2>
29. Wu, X., Gao, S., & Lian, Y. (2020). Effects of continuous aerobic exercise on lung function and quality of life with asthma: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Thoracic Disease*, 12(9), 4781–4795. <https://doi.org/10.21037/jtd-19-2813>
30. Xu, M., Lodge, C. J., Lowe, A. J., Dharmage, S. C., Cassim, R., Tan, D., & Russell, M. A. (2021). Are adults with asthma less physically active? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Asthma*, 58(11), 1426–1443. <https://doi.org/10.1080/02770903.2020.1810273>
31. Yang, Z. Y., Zhong, H. Bin, Mao, C., Yuan, J. Q., Huang, Y. F., Wu, X. Y., Gao, Y. M., & Tang, J. L. (2016). Yoga for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016(4). [https://doi.org/10.1002/14651858.CD010346.PUB2/MEDIA/CDSR/CD010346/IMAGE\\_N/NCD010346-CMP-001-10.PNG](https://doi.org/10.1002/14651858.CD010346.PUB2/MEDIA/CDSR/CD010346/IMAGE_N/NCD010346-CMP-001-10.PNG)
32. Zhang, W., Wang, Q., Liu, L., Yang, W., & Liu, H. (2021). Effects of physical therapy on lung function in children with asthma: A systematic review and meta-analysis. In *Pediatric research* (Vol. 89, Issue 6, pp. 1343–1351). <https://doi.org/10.1038/s41390-020-0874-x>

dr. Matej Voglar

Fakulteta za vede o zdravju, Univerza na Primorskem  
matej.voglar@fvz.upr.si



**Peter Vitamvas,  
Matija Potočnik**

## Telesna aktivnost in sladkorna bolezen tipa 1

### Izvleček

Sladkorna bolezen ali diabetes je danes vse pogostejša bolezen, a ljudje kljub temu ne vedo osnovnih zadev o njej niti tega, kako se spoprijemati z njo. Namen tega preglednega članka je seznaniti ljudi s sladkorno boleznijo, z njenimi posledicami in s tem, kako lahko življenje bolnika izboljšamo ter olajšamo s telesno aktivnostjo in zdravim življenjskim slogom. Prav ta dva dejavnika sta odločilna pri zdravem spopadanju s sladkorno boleznijo. S telesno aktivnostjo ohranjamo kardiovaskularne in respiratorne funkcije na zdravih ravneh. Poleg tega pa ohranjamo mišično maso in mišično zmogljivost, kar je oboje lahko velika težava diabetikov (predvsem v poznejših življenjskih obdobjih). Poleg mišične atrofije se pri sladkornih bolnikih pogosto pojavljajo srčno-žilna obolenja, ki jih prav tako lahko vsaj delno preprečimo z redno telesno aktivnostjo in dobrim nadzorom sladkorja v krvi. Sladkor v krvi je lahko težava pri fizičnih naporih, saj se med temi drastično spremeni. Slabo uravnan sladkor v krvi pa lahko vodi do zapletov in bolezni, povezanih z diabetesom.

*Ključne besede:* Telesna aktivnost, sladkorna bolezen, zdrav življenjski slog



## Diabetes and physical activity

### Abstract

Diabetes, in today's world, is becoming increasingly prevalent and far from being a rare condition. Yet, many people lack fundamental knowledge about diabetes and how to cope with it. This is the purpose of this review article: to acquaint individuals with diabetes, its consequences, and how a life with diabetes can be improved and made easier through physical activity and a healthy lifestyle. Physical activity and a healthy lifestyle play a crucial role in effectively managing diabetes. Through physical activity, cardiovascular and respiratory functions are maintained at healthy levels. Additionally, it helps preserve muscle mass and muscle performance, which can be significant challenges for diabetics, especially in later stages of life. Apart from muscle atrophy, diabetics often face issues with cardiorespiratory functions, which can also be prevented through regular physical activity and good blood sugar control. Blood sugar levels, especially, can pose problems during physical exertion, as they undergo drastic changes during activity. Poorly managed blood sugar levels can lead to various complications and diabetes-related diseases.

*Ključne besede:* Physical activity, diabetes, healthy lifestyle

## ■ Sladkorna bolezen tipa 1

Poznamo več tipov sladkorne bolezni, ki ji s tujko pravimo diabetes mellitus ali kratko diabetes. Vsem tipom je skupno, da se spremeni kinetika prehoda glukoze (GLK) iz krvi v mišične in maščobne celice, kjer se lahko skladišči kot glikogen oziroma v obliki trigliceridov. V omenjene celice GLK potuje prek prenašalca GLUT-4, ki je od inzulina odvisen in prenaša GLK le v njegovi prisotnosti (glej Sliko 1). Po zaužitju ogljikovih hidratov ti v prebavnem traktu večinoma razpadejo do GLK, ta potem prehaja v kri in koncentracija GLK v krvi (KGK) naraste. Pri zdravih povečan KGK povzročijo, da celice  $\beta$  trebušne slinavke izločajo inzulin, ki po krvi doseže tarčne celice (skeletne mišične celice, maščobne celice), katerih membrana ob vezavi inzulina na inzulinske receptorje postane prepustna za GLK. S tem se GLK iz krvi premakne v tarčne celice in se v njih skladišči. Pri bolnikih s sladkorno boleznijo GLK ne more prehajati v tarčne celice, bodisi zaradi neobčutljivosti inzulinskih receptorjev za inzulin pri sladkorni bolezni tipa 2 (SB2) bodisi zaradi nezmožnosti celic  $\beta$  trebušne slinavke, da proizvajajo inzulin pri sladkorni bolezni tipa 1 (SB1). Posledično bolnik ne more uskladiščiti GLK, zato KGK ostaja visok. Običajno se SB1 razvije že v otroštvu (otroški diabetes), SB2 pa pri starejših (diabetes starejših).

SB1 je manj pogost (10 % vseh obolelih). Je avtoimunska bolezen in njen pojav ni odvisen od življenjskega sloga. Vzroki za SB1 še vedno niso povsem jasni, medtem ko za diabetes SB2 vemo, da so močno povezani s fizično neaktivnostjo ter nezdravimi prehranskimi navadami in življenjskim slogom posameznika. Nastanek SB2 velikokrat povezujemo s prekomerno telesno težo in s premalo telesne aktivnosti.

Trebušna slinavka izloča tudi hormon glukagon. Inzulin in glukagon delujeta nasprotno in uravnava KGK. Inzulin je odgovoren za nižanje KGK, medtem ko je glukagon, ki ga v kri izločajo celice  $\alpha$  trebušne slinavke, odgovoren za ravno nasprotno. Kljub zdravemu delovanju celic  $\alpha$  pa pri SB1 odpovejo celice  $\beta$  in s tem se poruši homeostaza sladkorja.

Normalno delovanje trebušne slinavke je odločilno za vzdrževanje normalnega KGK (euglikemije). Pri SB1 pride do popolne odpovedi trebušne slinavke in je zato tudi neozdravljiva bolezen. Ljudje s SB1 morajo

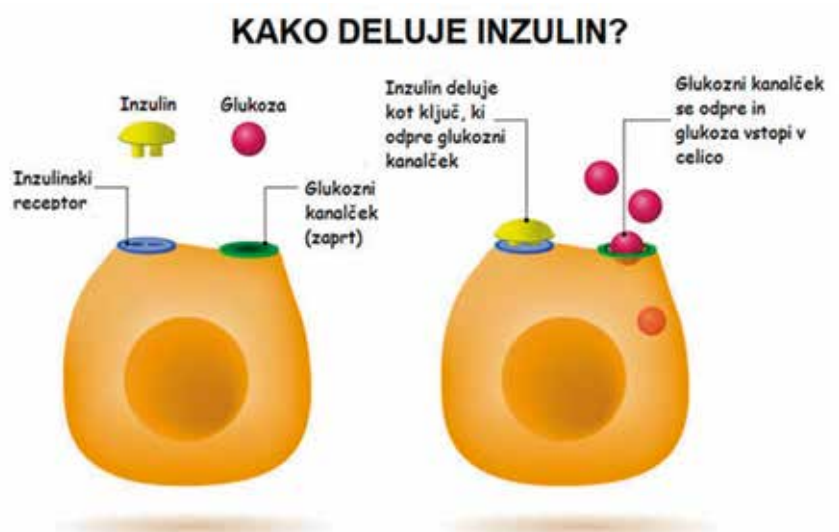
biti nenehno na inzulinski terapiji in brez nje ne morejo preživeti. Pri SB2 pa je zmanjšana občutljivost inzulinskih receptorjev za inzulin. Tudi bolniki s SB2 morajo prejemati inzulinsko terapijo, saj je pri povečani koncentraciji inzulina v krvi kljub zmanjšani občutljivosti inzulinskih receptorjev za inzulin prenos GLK v tarčne celice normalen (Karnieli in Armoni, 1990). Na potek SB2 lahko vplivamo z zdravim življenjskim slogom, to je z redno telesno aktivnostjo, zdravo prehrano, zdravimi življenjskimi navadami, z izgubo odvečne telesne teže.

Tudi bolnikom s SB1 se svetuje, da se redno ukvarjajo s športom, saj tako ohranjajo zdrav srčno-žilni sistem, mišično maso in se izogone kroničnim težavam SB1.

Glavne težave bolnikov z nezdravljeno sladkorno boleznijo so torej stalno visok KGK in prazne glikogenske rezerve v skeletnih mišicah in srcu. Visok KGK škodljivo vpliva na vse organske sisteme, saj spreminja metabolne procese, poveča oksidativni stres, stimulira nastajanje fruktoze, spreminja aktivnost nekaterih ključnih encimov (npr. proteinskih kinaz) in se veže na številne proteine v krvi (glikirani proteini) ter tako spreminja njihovo biološko aktivnost in mehanske lastnosti, kar skupaj privede do makrožilnih in mikrožilnih sprememb, ki se kažejo kot odpoved ledvic (nephropatija), preobčutljivost živčnega sistema (nevropatija), žilne poškodbe očesne mrežnice (retinopatije) (Giri, 2018). Izpraznjene gliko-

genske rezerve onemogočajo normalno mišično aktivnost. Bolniki s sladkorno boleznijo, ki so zdravljeni s sintetičnim inzulinom, v glavnem dobro zapolnijo glikogenske rezerve, njihova težava pa je, da lahko neuravnotežen vnos inzulina v telo povzroči velika nihanja v KGK in vodi do akutnih življenjsko ogrožajočih situacij, povezanih s prenizkim (hipoglikemija) ali previsokim (hiperglikemija) KGK (Murphy, 2019).

S pojmom glikemija ali KGK se diabetiki srečujejo ves čas. Pri zdravih se KGK v obdobju med hranjenji (v postprandialni dobi) uravna pri 5,0 mmol/ ali 90 mg/dl, čemur pravimo evglikemija (Murphy, 2019). Evglikemija se pri zdravih vzpostavi ne glede na vnos ali porabo GLK, saj se inzulin in glukagon izločata v pravih količinah. Pri SB1 pa moramo sintetični inzulin vnašati v telo od zunaj, in sicer z inzulinsko črpalko ali bolusnim vnosom. Težko je ravno ob pravem času vnesti v telo ravno prav inzulina, da bi bolniki npr. po vnosu hrane, ki dvigne raven krvnega GLK, ostali evglikemični. Za kar najboljši nadzor KGK pri SB1 je zato nujno jemati krvne vzorce večkrat na dan in glede na trenutno vrednost KGK prilagoditi vnos inzulina. Novejša metoda nadzora KGK pri bolnikih s sladkorno boleznijo poskuša kar najbolje posnemati normalno uravnavanje KGK, kar pomeni, da se stalno nadzira vrednost KGK in se posreduje inzulinski črpalki, ki prek posebnih algoritmov samodejno prilagodi vnos inzulina trenutnim



Slika 1. Delovanje inzulina na tarčno celico (skeletna mišična celica, srčna mišična celica, maščobna celica)

Opomba. Iz »Kaj je sladkorna bolezen in kako jo zdravimo«, 2021, SEMOS (<https://www.semos.si/sladkorna-bolezen/>).



Slika 2. Senzor za neprekinjeno merjenje krvnega sladkorja

Opomba. Iz »Država nepravilna do otrok s sladkorno boleznijo«, Helena Primic, 2019, Ringaraja.net ([https://www.ringaraja.net/clanek/drzava-nepravilna-do-otrok-s-sladkorno-bolezniyo\\_9008.html](https://www.ringaraja.net/clanek/drzava-nepravilna-do-otrok-s-sladkorno-bolezniyo_9008.html)).

potrebam. V sodobni obravnavi bolnika s SB1 uporabljamo metodo kontinuiranega merjenja GLK v podkožju (glej Sliko 2), ki je dobro merilo KGK, kar občutno zmanjša količino odvzemov krvi pri teh bolnikih.

Tako uravnavanje sladkorja v krvi je kljub uporabi sodobne tehnologije manj natančno in počasnejše kot pri zdravih, zato pri diabetikih določimo območje normalne glikemije med 3,9 in 7,8 mmol/l (70–140 mg/dl). Če se KGK bolnika s SB1 giblje v okviru omenjenih mej (TIR – time in range), je torej to normalno območje (Murphy, 2019). Če je KGK nad mejo 10 mmol/l ali 180 mg/dl, govorimo o hiperglikemiji ali povišani ravni sladkorja v krvi – in nasprotno, vse, kar je pod 3,0 mmol/l ali 54 mg/dl, štejemo za hipoglikemijo. Tako hiper- kot hipoglikemija škodljivo vplivata na zdravje bolnikov s SB1 in sta lahko življenjsko ogrožajoči (Murphy, 2019).

Najpogostejši simptomi hipoglikemije so: tahikardija (pospešen srčni utrip), mrzel pot, bled obraz, glavobol, občutek hude lakote, drgetanje (občutek šibkosti v kolenih), živčnost ali tesnoba in težave pri koncentraciji (zmedenost). Na drugi strani štejemo med simptome hiperglikemije ekstremno žejo, pogosto uriniranje, utrujenost, slabost, omotico in brezbržnost. Je pa znano, da je hipoglikemija bolj akutno nevarna in je težava predvsem pri športu, saj mišična

aktivnost kar za 50- do 100-krat poveča od inzulina neodvisen privzem GLK v aktivno mišično celico (Norman, 2022), ki ostane povečan tudi še v obdobju okrevanja po vadbi. Mehanizem tega povečanega privzema GLK v povezavi s telesno aktivnostjo še ni popolnoma pojasnjen, najverjetneje se v membrani skeletne mišične celice poveča število od inzulina neodvisnih prenašalcev za GLK (Norman, 2022).

## ■ Zdravje mišično-skeletnega in srčno-žilnega sistema

Zdravje mišično-skeletnega sistema in telesna pripravljenost imata pomembno vlogo pri vadbi bolnikov s SB1. Inzulini je glavni regulator sinteze beljakovin v skeletnih mišicah, predvsem po intenzivni vadbi. Vendar pa lahko SB1 negativno vpliva na morfologijo, presnovo, delovanje in obnovo skeletnih mišic, zlasti če nadzor glikemije in zdravljenje z insulinom nista optimalna (Monaco, Gingrich in Hawke, 2019). Slab nadzor SB1 povzroči številne presnovne nepravilnosti, ki zmanjšajo sposobnost mišic za izkoriščanje inzulina, kar ustvarja začarani krog neaktivnosti in zdravstvenih težav. Vendar pa redna vadba, ki vključuje povečanje mase skeletnih mišic, izboljša mišično funkcijo in poveča občutljivost za insulin, kar je odločilno za ohranjanje

zdravja bolnikov s SB1. Kljub izzivom pri obvladovanju ravni GLK med telesno vadbo in po njej je redna vadba bistvenega pomena za izboljšanje zdravja mišično-skeletnega sistema in občutljivosti za inzulin. Z razumevanjem in pravilno vadbo se lahko ljudje s SB1 udeležujejo športnih tekmovanj na najvišji ravni in uživajo v športnih aktivnostih. Poznanih je kar nekaj profesionalnih športnikov iz vseh športov, kot so Jay Cutler (ameriški nogomet), Patrick Peterson (prav tako ameriški nogomet), Pamela Fernandes (olimpijsko zlato v plavanju), Alexander Zverev (olimpijsko zlato v tenisu) ...

Pri SB1 se sočasno s trajanjem sladkorne bolezni razvija atrofija skeletnih mišic in posledično je zmanjšana mišična moč, kar imenujemo diabetična miopatija. Tudi kostna gostota se pri teh posameznikih lahko kritično zmanjša, zlasti po 40. letu. Poleg tega se pri SB1 opažajo tudi povišane ravni kreatinske kinaze, kar kaže na mišično poškodbo med vadbo ter zmanjšano zmogljivost diferenciacije satelitskih celic (Dial idr., 2021).

Glede na aerobno vadbo imajo posamezniki s SB1 največkrat manjšo maksimalno porabo kisika (Nguyen idr., 2015) in se počasneje prilagajajo na vadbo (Lespagnol idr., 2020), kar je posledica mitohondrijske disfunkcije skeletnih mišic (Cree-Green idr., 2015). Že mladi posamezniki, stari od 17 do 30 let, s SB1 imajo oslabiljeno delovanje mitohondrijev. V poznejših življenjskih obdobjih pa je zmanjšana tudi gostota mitohondrijev v skeletnih mišicah (Monaco idr., 2018).

So pa raziskave pokazale, da se pri starejših zelo aktivnih posameznikih s SB1 kaže normalna oziroma včasih celo rahlo povišana mitohondrijska funkcija (Monaco idr., 2018). To dokazuje, da se lahko skeletne mišice skozi daljše obdobje delovanja v okolju SB1 nanj razmeroma dobro prilagodijo, vendar le ob redni telesni dejavnosti in dobri glikemični kontroli.

Učinkovit nadzor krvnega sladkorja in redna telesna vadba zmanjšata naštetih kroničnih posledic SB1. Večinoma so vsi bolniki s SB1 dobro vodeni glede nadzora KGK, manj pa je zavedanja o pomembnosti telesne vadbe pri teh bolnikih. Z rednim izvajanjem vaj za moč z utežmi ali lastno telesno težo v kombinaciji z aerobnim treningom ne le zavremo zmanjševanje mišične moči, temveč izboljšamo tudi delovanje srčno-žilnega sistema, kognitivne funkcije, kakovost spanja in izboljšamo glikemično kontrolo (Riddell in Peters, 2023).

## ■ Koristi in tveganja redne vadbe

Telesna dejavnost je katerakoli dejavnost, ki porabi več energije kot počitek, medtem ko se vadba nanaša na načrtno in strukturirano telesno aktivnost. Priporoča se, da najstniki in odrasli s SB1 izvajajo tako aerobno vadbo kot vadbo z utežmi. Tveganja vadbe za ljudi s SB1 vključujejo predvsem možnost nastanka hipoglikemije ali hiperglikemije, povezane z vadbo, poškodbe mišično-skeletnega sistema in redko primere srčno-žilnih težav, kot je akutna angina pectoris ali miokardni infarkt. Kljub tem tveganjem je telesna vadba posameznikov s SB1 brez pridruženih bolezni varna, vendar je smiselno pred začetkom redne vadbe posameznika povprašati o njegovih gibalnih navadah ter o tem, ali pri telesnih aktivnostih opaža kakšne simptome. V teh primerih ali če se posameznik v preteklosti ni popolnoma nič gibal, se priporoča, da pred vključitvijo v vadbene programe bolnik opravi obremenitveno testiranje.

Priporoča se tedensko izvajanje aerobne vadbe z zmerno do visoko intenzivnostjo, ki naj traja najmanj 150 minut, razporejenih na vsaj 3 dni na teden, vadba z utežmi pa naj bi se izvajala 2-do 3-krat na teden. Vadba z zmernim do velikim obsegom aerobne dejavnosti je povezana z občutno manjšim tveganjem za srčno-žilne bolezni, izboljšanim nadzorom ravnih sladkorja v krvi in manjšim tveganjem za mikrovaskularne zaplete, povezane s sladkorno boleznijo. Vadba z utežmi je učinkovitejša za starejše posameznike s SB1, saj pomaga ohranjati kostno gostoto, mišično maso, mišično moč, mišično vzdržljivost in ravnotežje, ki se zmanjšujejo že samo zaradi staranja (Momeni, Logan, Sigal in Yardley, 2021).

Kljub koristim redne vadbe številni odrasli s SB1 ne sledijo priporočenim smernicam, kar je deloma posledica strahu pred hipoglikemijo, ki se lahko pojavi med vadbo, pa tudi pomanjkanja podpore strokovnjakov (kineziologov). Tveganja za hipoglikemijo in hiperglikemijo med vadbo in po njej je odvisno od več dejavnikov, vključno z vrsto vadbe, časom dneva, trajanjem in intenzivnostjo vadbe, ravnijo inzulina, zaužito hrano, stresom in drugimi spremenljivkami.

### Presnovni odzivi na vadbo

Presnovni odzivi na vadbo so pri SB1 odvisni predvsem od tipa, trajanja in intenzivnosti vadbe. Poleg teh dejavnikov so

pomembni še drugi, na primer stres, ki povzroči hormonsko neravnovesje v telesu (adrenalin, kortizol) in vpliva na nadzor krvnega sladkorja. Vse vrste vadbe imajo več skupnih lastnosti. Ena od glavnih ugotovitev je, da se med vadbo občutno poveča privzem GLK v delujočo mišico. To se najverjetneje zgodi zaradi premika receptorjev GLUT4 v sarkolemo mišičnih celic v odsotnosti inzulina, ki ga sproži mišična kontrakcija (Norman, 2022). Poleg tega je po končani vadbi povečana občutljivost mišičnih celic za inzulin, ki lahko traja do 48 ur (Kjøbsted, 2015). To pripomore k obnovi zaloga mišičnega glikogena, a lahko hkrati privede do hipoglikemije. Z redno vadbo se aktivirajo »molekularni stroji« za privzem in oksidacijo GLK v mišicah. To vodi do dramatičnih izboljšav v mišičnem inzulinskem signaliziranju ter izboljšanja splošne občutljivosti za inzulin. Vadba pa ima tudi pozitiven vpliv na izločanje različnih signalnih molekul, imenovanih miokini, ki pomagajo izboljšati srčno-žilno, presnovno, imunsko in nevrološko zdravje (Chow, Gerszten, Taylor idr., 2022).

Vadbo v grobem razdelimo na aerobno in anaerobno. Prva temelji na porabi kisika in celičnem dihanju za pridobivanje energije, druga pa na hitreje dostopnih virih energije, kot so ATP, shranjen v celici, kreatinski fosfat in anaerobna razgradnja glikogena. Seveda pa delitev vadbe v praksi ni tako jasna. Večino časa se energijski sistemi prekrivajo in izmenjujejo. Anaerobni energijski sistemi se vklopijo vsakič, ko se poveča intenzivnost vadbe, tudi če je obremenitev nizka, saj so aerobni procesi počasni in energije v trenutku povečane intenzivnosti ne morejo zagotoviti dovolj hitro. To pomeni, da je vsaka vrsta vadbe vsaj v začetnem delu do neke mere anaerobna.

Vadbo delimo na vzdržljivostno vadbo, vadbo za moč, visoko intenzivno intervalno vadbo ter vadbo proti upor. Vsak tip vadbe sproži drugačen presnovni odziv.

### Vzdržljivostna vadba

Vzdržljivostna vadba je v osnovi aerobna vadba. Težavnost vadbe v praksi velikokrat opišemo z metaboličnim ekvivalentom (MET). En MET je opredeljen kot 1 kcal/kg/h ali kot 3,5 ml/kg/min, oboje pa opredeljuje mirno sedenje, s tem, da se prvi nanaša na porabo energije in drugi na porabo kisika. Na podlagi tega ločimo tri podvrste vzdržljivostne vadbe: nizko intenzivno (1,5–3,0 MET), zmerno (3,0–6,0 MET) in visoko intenzivno (> 6,0 MET).

Zmerna do visoko intenzivna vzdržljivostna vadba (hitra hoja, tek, kolesarjenje) se pri SB1 priporoča predvsem zaradi vzdrževanja srčno-žilnega zdravja in dokazano zmanjšuje splošno umrljivost, kot to velja tudi za zdravo populacijo. Vpliv redne vzdržljivostne vadbe na mikrožilje preprečuje nastajanje mikrožilnih zapletov (npr. v ledvicah, očesu, koži), ki so pri SB1 pogostejši kot pri zdravi populaciji. Redna vzdržljivostna vadba znižuje raven glikiranega hemoglobina (HbA1c) v krvi, kar nakazuje na dolgoročno boljšo urejenost krvnega sladkorja.

Pri vzdržljivostni vadbi mora sladkorni bolnik paziti na hidracijo, zlasti če je v hiperglikemiji, saj se zaradi osmozne diureze pri hiperglikemiji poveča izločanje vode z urinom, kar vodi do hitrejše dehidracije kot pri normalnem KGK. Priporočen vnos je od 0,5 do 0,8 L/h (Riddell in Peters, 2023).

V večini primerov med zmerno intenzivno vzdržljivostno vadbo KGK v krvi rahlo upade (Slika 3), razen kadar si vadeči zniža raven inzulina v krvi ali med vadbo zaužije ogljikove hidrate. Pri vadbi visoke intenzivnosti (> 8,0 MET) GLK običajno ne upade, saj se pod vplivom kateholaminov poveča izločanje GLK iz jeter, poraba pa je zaradi vse bolj anaerobnih razmer zmanjšana (Riddell idr., 2020). Treba pa je biti previden predvsem po dolgotrajnih zmernih naporih (> 45 min), saj je zaradi povečane občutljivosti za inzulin veliko tveganje za nastanek hipoglikemije med spanjem.

### Eksplozivna vadba

Medtem ko so za vzdržljivostno vadbo značilna ciklična gibanja in prevladujejo aerobni procesi, je pri eksplozivni vadbi drugače – gre za maksimalne napore in čim hitrejšo izvedbo gibov, torej sprinte, poskoke in dvigovanje maksimalnih bremen, ki trajajo od 10 do 20 sekund in presega 10 MET. Pri tem tipu vadbe energetske potrebe krijejo anaerobni procesi. Eksplozivna gibanja so povezana z močno povišano aktivnostjo simpatičnega živčevja in s povišanim KGK (glej Slika 3), zato je eksplozivna vadba odlična kot uvod in zaključek vzdržljivostne vadbe, saj ublaži morebitno hipoglikemijo (Riddell in Peters, 2023).

Če je po koncu eksplozivne vadbe GLK previsok, je potreben dodaten inzulin, je pa posledično večja nevarnost pozne hipoglikemije od 12 do 24 ur po vadbi, zaradi česar se priporoča pogostejše nadziranje GLK v tem obdobju.

## Visoko intenzivna intervalna vadba

Visoko intenzivna intervalna vadba (VIIV) je sestavljena iz visoko intenzivnih intervalov, ki trajajo od 10 sekund pa vse do 5 minut. Med intervali je počitek v obliki vadbe lahke intenzivnosti ali mirovanja, npr. tek in veslanje, ko maksimalnemu naporu sledi okrevanje, in to se ponavlja (Gibala, 2021). Ta oblika treninga je časovno najučinkovitejša, saj v kratkem vadbenem času dosežemo velik vadbeni učinek na telo, in je za bolnike s SB1 precej ugodna, saj je povezana z razmeroma stabilnim KKGK (glej Sliko 3), seveda pa lahko v različnih okoliščinah privede tako do hipoglikemije kot hiperglikemije. Pri SB1 opisujemo dve slabosti omenjene vadbe: prva je, da se po njej velikokrat pojavijo lažni simptomi hipoglikemije (znojenje, tresenje, dezorientacija in vrtoglavica), čeprav te ni (Potashner idr., 2019). Druga slabost pa je, da je povezana z nočno hipoglikemijo, zlasti če se izvaja pozno popoldne ali če se izvede korekcija inzulina takoj po vadbi ob prisotni hiperglikemiji. VIIV se ne priporoča zjutraj, pred zajtrkom, saj je v tem primeru velika verjetnost hiperglikemije, ki se v fazi okrevanja obrne v hipoglikemijo.

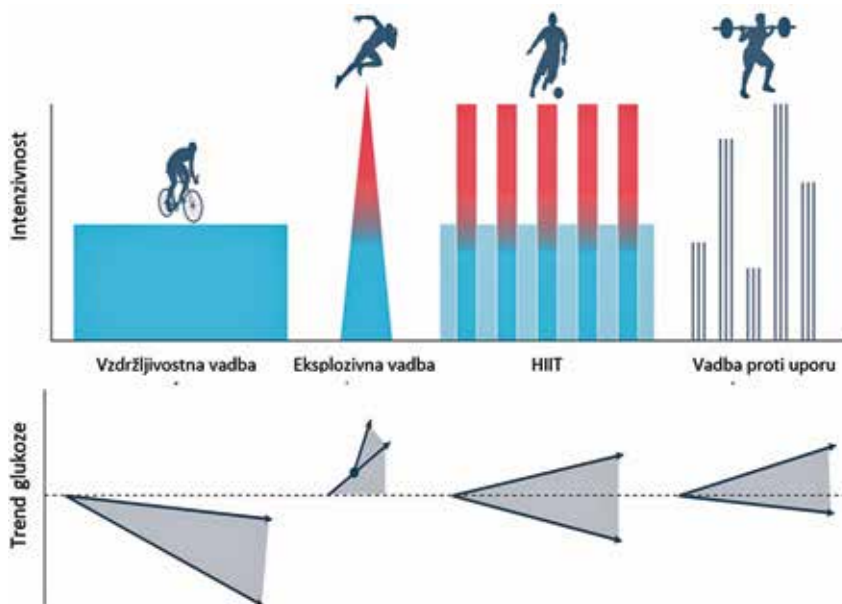
## Vadba proti uporu

Vadba proti uporu vključuje tako vaje z utežmi kot vaje z lastno težo. Tipično se nanaša na vadbo, pri kateri je cilj hipertrofija mišic in povečanje mišične moči. Primer take vadbe je dvigovanje uteži. Pri bolnikih s SB1 je vadba proti uporu pomembna, saj učinkovito prepreči razvoj diabetične miopatrije. Svetuje se še zlasti starejši populaciji bolnikov zaradi ohranjanja mišične mase in kostne gostote (Momeni idr., 2021).

Glede na vzdržljivostno vadbo in VIIV vadba proti uporu najmanj vpliva na spremembe GLK (glej Sliko 3). Med vadbo proti uporu je GLK precej stabilen, zato je priporočljiv del redne vadbe sladkornih bolnikov, predvsem pri uporabi zmernih bremen.

## Vzdržljivostna vadba in glikogen

Vzdržljivostne dejavnosti pri zmernih do visokih intenzivnostih, ki trajajo 30 minut ali več, so močno odvisne od GLK v krvi kot goriva in s tem povzročajo največjo nevarnost za hipoglikemijo pri bolnikih s SB1 (Riddell idr., 2020). Ker lahko oksidacija GLK doseže vrednost do 1,5 g/kg telesne teže na uro aktivnosti, naše telo pa v danem trenutku v krvnem obtoku in intersticij-



Slika 3. Trend spreminjanja GLK v odvisnosti od intenzivnosti vadbe

Opomba. Povzeto po »Exercise in adults with type 1 diabetes mellitus«, M. C. Riddell in A. L. Peters, 2022, Nat Rev Endocrinol 19, 98–111 (<https://doi.org/10.1038/s41574-022-00756-6>).

skem prostoru zadržuje le 10 do 15 gramov GLK, je ta primanjkljaj treba nadomeščati z glikogenom iz jeter ali z uživanjem ogljikovih hidratov med vadbo. Jetrni glikogen je razvejeni polimer GLK, njegov namen pa je oskrbovati krvni obtok z GLK med postom in med vzdržljivostno vadbo, da prepreči upad GLK. Za učinkovito izločanje glikogena iz jeter se morajo ravni inzulina znižati, ravni glukagona in drugih protiregulacijskih hormonov pa zvišati (Riddell idr., 2020). To pomanjkanje glikogena med vadbo lahko povzroči hipoglikemijo in izčrpanost tudi pri zdravih posameznikih, predvsem pri vadbi na tešče. Pri SB1 je med vadbo torej velika težava trenutno previsoka koncentracija inzulina v krvi (insulin on board), saj prepreči izločanje glikogena iz jeter in hkrati niža raven krvnega sladkorja. Zato je pri bolnikih s SB1 tveganje za hipoglikemijo med vadbo povečano uro do tri ure po obroku z visoko vsebnostjo ogljikovih hidratov, ko se običajno vzame bolus (odmerek/količina) inzulina.

## Dejavniki, ki vplivajo na odziv koncentracije glukoze v krvi med vadbo

Dejavnikov, ki vplivajo na glikemijo, je mnogo. Treba je vedeti, da lahko določen obrok, vadba ali pa celo katerikoli dogodek vsak dan drugače vpliva na glikemični odziv. Prav tako se odzivi posameznikov med seboj močno razlikujejo. Glikemični odziv na

vadbo na tešče ob bazalnih (osnovni pogojih) inzulina je precej konstanten. Takoj ko pojemo določen obrok, spremeni mo čas vadbe ali dodamo bolus inzulina, se lahko vpliv iste vadbe na glikemijo močno spremeni.

## Dejavniki, ki vplivajo na odziv glukoze med vadbo:

- vrsta, trajanje in intenzivnost vadbe
- čas vadbe v dnevu
- trenutna koncentracija inzulina v krvi
- način zdravljenja z inzulinom
- zaužita hrana v zadnjih 3 urah
- hitrost spremembe glikemije pred vadbo
- glikemija pred vadbo
- tekmovalni stres
- spol
- stanje telesne pripravljenosti
- čas in kakovost spanca

Slika 4. Dejavniki, ki vplivajo na odziv GLK med vadbo

Vzemimo za primer trening nogometa. Že iz prejšnjih odstavkov vemo, da bosta struktura in trajanje treninga močno vplivala na glikemični odziv. Če bomo razvijali kondicijo in tekl, je hipoglikemija verjetnejša. Pri intervalnem treningu in treningu z žogo lahko pričakujemo razumno stabilnost GLK v krvi, pri eksplozivnem treningu pa lahko pričakujemo hiperglikemijo. Slednje lahko povzroči še veliko drugih dejavnikov. Tekmovalni stres močno spodbuja hiperglikemijo (Riddell in Peters, 2023), tudi stres v vsakdanjem življenju velikokrat vodi do hiperglikemije. Poleg vseh omenjenih dejavnikov seveda ne smemo pozabiti na prehrano, dovajanje inzulina in trenutne koncentracije inzulina v krvi (glej Sliko 4).

## ■ Strategije uravnava-nja krvnega sladkorja

Danes je tehnologija za nadzorovanje glikemije že dobro razvita. Poleg klasičnih merilnikov krvnega sladkorja iz krvi iz prsta poznamo še senzorje GLK. Tega si posameznik lahko namesti na več različnih delov telesa, najpogosteje na zgornjo tretjino zadnje strani nadlahti ali na zadnjico, saj je tam senzor najmanj moteč. Senzorji po namestitvi delujejo dva tedna in ves čas merijo GLK. Zelo dobra lastnost senzorjev za merjenje GLK je, da imamo podatke za glikemijo 24 ur na dan. Poleg tega nam prikažejo tudi trend spreminjanja GLK in kako hitro se spreminja. Njihova slaba lastnost pa je, da merijo GLK v intersticijski tekočini, in ne neposredno v krvi. Torej rezultati niso povsem natančni, zato moramo upoštevati rahla odstopanja v primerjavi z meritvami krvnega sladkorja iz krvi v prstu (Moser idr., 2020).

Tudi na področju dodajanja inzulina se tehnologija in pripomočki nenehno izboljšujejo. Medtem ko smo še pred desetimi leti poznali dovajanje inzulina samo z inzulinskimi injekcijami, danes poznamo avtomatske črpalke za dovajanje inzulina, in sicer so te dveh vrst. Prve delujejo neodvisno od senzorja in z njim niso povezane, glede na glikemijo moramo sami dovajati količine potrebnega inzulina. Druga, novejša vrsta je povezana s senzorjem in glede na ravni krvnega sladkorja, izmerjene s senzorjem, sama doda potreben odmerek inzulina. Pomanjkljivost tega sistema se pojavi predvsem pred in med vadbo ter po njej. V teh primerih se GLK nenehno spreminja in črpalko je treba obvestiti o aktivnostih, ki jih želimo izvajati. Glikemijo želimo na-

mreč primerno uravnovati glede na tip, intenzivnost in čas trajanja vadbe. Večina trenutnih črpalk, povezanih s senzorjem, je naravnana na glikemijo 6,4 mmol/l (115 mg/dl). Pred vzdržljivostno vadbo pa naj bi bile vrednosti glikemije okoli 8,0 do 10,0 mmol/l (145 do 180 mg/dl), saj pričakujemo močan upad v glikemiji ali celo hipoglikemijo (Riddell in Peters, 2023). V tem primeru ni dobro, da nam črpalka samodejno zniža sladkor v krvi.

Vsi ti vplivi in smernice pa se od posameznika do posameznika močno razlikujejo. Vsak bolnik s SB1 mora dobro poznati svoje telo in telesne odzive na vadbo. Čim bolj morajo biti sposobni začutiti hipoglikemijo in imeti stalni nadzor nad svojim krvnim sladkorjem. Če med vadbo čutijo upad sladkorja v krvi, lahko to nadomeščajo z ogljikovimi hidrati. Ko pa krvni sladkor doseže vrednosti, nižje od 3,5 mmol/l (65 mg/dl), je treba vadbo prekiniti in posameznik mora zaužiti hitro delujoče ogljikove hidrate (ogljikovi hidrati z visokim glikemičnim indeksom).

## ■ Sklepi

Redna vadba poveča občutljivost za inzulin in kardiorespiratorno sposobnost, omogoči vzdrževanje zdrave telesne teže in potencialno izboljšan nadzor glikemije pri posameznikih s SB1. Slabo urejena glikemija pri SB1 je povezana z zmanjšano aerobno pripravljenostjo, povečano razgradnjo skeletnih mišic, zmanjšano mišično oksidativno zmogljivostjo in poslabšanjem sposobnosti mišic, da se prilagodijo in regenerirajo zaradi intenzivne vadbe. Te spremembe, povezane s slabo vodenim SB1, je mogoče izravnati z izboljšanjem presnovnega nadzora z intenzivno inzulinsko terapijo, skupaj z vzdržljivostno, eksplozivno in intervalno vadbo ter vadbo proti odporu, ki obsega 150 minut ali več aerobne telesne dejavnosti pri zmerni do visoki intenzivnosti, skupaj z vadbo za moč dvakrat do trikrat na teden. Vzdržljivostna vadba pogosto povzroči hipoglikemijo. To lahko preprečimo z višjo glikemijo pred vadbo, ustrezno nižjo koncentracijo inzulina v krvi in vmesnim uživanjem ogljikovih hidratov. Eksplozivna vadba, HIIT in vadba za moč večinoma ne spodbujajo hipoglikemije, lahko pa v nekaterih primerih spodbujajo hiperglikemijo v zgodnjem okrevanju, kar je mogoče odpraviti s korekcijo inzulina po vadbi. Na odziv KGK v povezavi s telesno vadbo vpliva več dejavnikov. To so način vadbe, vključno

z uro dneva, ko se vadba izvaja, trenutna koncentracija inzulina v krvi, vnos hranil, izpostavljenost hipoglikemiji v zadnjih 24 urah in telesna pripravljenost. Strategije nadzora KGK pri posameznikih s sladkorno boleznijo se nenehno izboljšujejo in jim omogočajo vse boljši nadzor nad glikemijo ter s tem čim bolj normalno življenje. Zaradi biološke variabilnosti pa se odzivi posameznika s SB1 na različne strategije uravnavanja KGK in na telesno vadbo lahko zelo razlikujejo. Pomemben je individualiziran pristop pri vodenju SB1, hkrati pa je izjemno pomembno, da se bolniki sami naučijo prepoznati spremembe v počutju, povezane s spremenjenim KGK. Za varno telesno vadbo pri SB1 moramo upoštevati v članku omenjena priporočila za vadbo in hkrati bolnike spodbujati k dobremu poznavanju njihovega odziva na vadbo ter na druge vplive, ki spreminjajo KGK.

## ■ Literatura

1. Chow, L. S., Gerszten, R. E., Taylor, J. M., Pedersen, B. K., van Praag, H., Trappe, S., Febbraio, M. A., Galis, Z. S., Gao, Y., Haus, J. M., Lanza, I. R., Lavie, C. J., Lee, C.-H., Lucia, A., Moro, C., Pandey, A., Robbins, J. M., Stanford, K. I., Thackray, A. E., Villeda, S., Watt, M. J., Xia, A., Zierath, J. R., Goodpaster, B. H., in Snyder, M. P. (2022). Exerkines in health, resilience and disease. *Nature Reviews Endocrinology*, 18, 273–289. <https://doi.org/10.1038/s41574-022-00641-2>
2. Cree-Green, M., Newcomer, B. R., Brown, M. S., Baumgartner, A. D., Bergman, B., Drew, B., Regensteiner, J. G., Pyle, L., Reusch, J. E., in Nadeau, K. J. (2015). *Delayed skeletal muscle mitochondrial ADP recovery in youth with type 1 diabetes relates to muscle insulin resistance*. *Diabetes*, 64(2), 383–392. <https://doi.org/10.2337/db14-0765>
3. Dial, A. G., Grace, K. G., Cynthia, M. F. M., et al. (2021). Alterations in skeletal muscle repair in young adults with type 1 diabetes mellitus. *American Journal of Physiology – Cell Physiology*, 321, C876–C883.
4. Gibala, M. J. (2021). Physiological basis of interval training for performance enhancement. *Experimental Physiology*, 106, 2324–2327.
5. Giri, B., Dey, S., Das, T., Sarkar, M., Banerjee, J., Dash, S. K. Chronic hyperglycemia mediated physiological alteration and metabolic distortion leads to organ dysfunction, infection, cancer progression and other pathophysiological consequences: An update on glucose toxicity. *Biomed Pharmacother*. 2018 Nov; 107:306–328. Epub 2018 Aug 8. PMID: 30098549. doi: 10.1016/j.biopha.2018.07.157

6. Jabbour, S., Stephens, E. A., in Hirsch, I. B. (Irl B. (2008). Type 1 diabetes in adults: principles and practice. Informa Healthcare.
7. Karnieli, E., in Armoni, M. (1990). *Regulation of glucose transporters in diabetes. Hormone Research*, 33(2–4), 99–104. <https://doi.org/10.1159/000181491>
8. Kjøbsted, R., Treebak, J. T., Fentz, J., Lantier, L., Viollet, B., Birk, J. B., Schjerling, P., Bjørnholm, M., Zierath, J. R., in Wojtaszewski, J. F. Prior AICAR stimulation increases insulin sensitivity in mouse skeletal muscle in an AMPK-dependent manner. *Diabetes*. 2015 Jun;64(6):2042–55. Epub 2014 Dec 31. PMID: 25552597. doi: 10.2337/db14-1402
9. Lespagnol, E., Dauchet, L., Pawlak-Chaouch, M., Balestra, C., Berthoin, S., Feelisch, M., Roustit, M., Boissière, J., Fontaine, P., in Heyman, E. (2020). Early endothelial dysfunction in type 1 diabetes is accompanied by an impairment of vascular smooth muscle function: A meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 203. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00203>
10. Momeni, Z., Logan, J. E., Sigal, R. J., in Yardley, J. E. (2021). Can resistance exercise be a tool for healthy aging in post-menopausal women with type 1 diabetes? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8716.
11. Monaco, C. M. F., Gingrich, M. A., in Hawke, T. J. (2019). Considering type 1 diabetes as a form of accelerated muscle aging. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 47, 98–107.
12. Monaco, C. M. F., Hughes, M. C., Ramos, S. V., et al. (2018). Altered mitochondrial bioenergetics and ultrastructure in the skeletal muscle of young adults with type 1 diabetes. *Diabetologia*, 61, 1411–1423. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4602-6>
13. Moser, O., Riddell, M. C., Eckstein, M. L., et al. (2020). Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: Position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Diabetologia*, 63(12), 2501–2520. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05263-9>
14. Murphy, H. R. (2019). Continuous glucose monitoring targets in type 1 diabetes pregnancy: Every 5% time in range matters. *Diabetologia*, 62(7), 1123–1128. <https://doi.org/10.1007/s00125-019-4904-3>
15. Nguyen, T., Obeid, J., Walker, R. G., Krause, M. P., Hawke, T. J., McAssey, K., Vandermeulen, J., in Timmons, B. W. (2015). Fitness and physical activity in youth with type 1 diabetes mellitus in good or poor glycemic control. *Pediatric Diabetes*, 16(1), 48–57. <https://doi.org/10.1111/pedi.12117>
16. Norman, N. J., Ghali, J., Radzyukevich, T., Landero, J., Heiny, J. An Exercise-Driven, Insulin-Independent Glucose Uptake Pathway in Contracting Skeletal Muscle. *The FASEB Journal*. 2022 Vol36, Issue S1. doi: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R5513
17. Potashner, D., Brown, R. E., Li, A., Riddell, M. C., in Aronson, R. (2019). Paradoxical rise in hypoglycemia symptoms with development of hyperglycemia during high-intensity interval training in type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 42, 2011–2014.
18. Riddell, M. C., in Peters, A. L. (2023). Exercise in adults with type 1 diabetes mellitus. In *Nature Reviews Endocrinology* (Vol. 19, Issue 2, pp. 98–111). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41574-022-00756-6>
19. Riddell, M. C., Scott, S. N., Fournier, P. A., Colberg, S. R., Gallen, I. W., Moser, O., Stettler, C., Yardley, J. E., Zaharieva, D. P., Adolfsson, P., in Bracken, R. M. (2020). The competitive athlete with type 1 diabetes. *Diabetologia*, 63(8), 1475–1490. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05183-8>
20. Nacionalni center za biotehnoške informacije. Pridobljeno s <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279510/>
21. Wikipedia. (n.d.). List of sportspeople with diabetes. Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_sportspeople\\_with\\_diabetes](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_sportspeople_with_diabetes).

Matija Potočnik; študent kineziologije na Fakulteti za šport, Univerza v Ljubljani; [matija.potocnik11@gmail.com](mailto:matija.potocnik11@gmail.com)





David Kukovica

## Gibalna pismenost – temelj zdravja in dobrega počutja

### Izvleček

Gibalna pismenost, ki je vse bolj priznana kot ključni element pri spodbujanju zdravja in dobrega počutja na svetovni ravni, združuje motivacijo, samozavest, telesno kompetenco ter znanje in razumevanje, ki posamezniku omogočajo vrednotenje in odgovorno sodelovanje v gibalnih aktivnostih skozi vse življenje. Čeprav poznamo različne definicije gibalne pismenosti, ki lahko otežijo merjenje in interpretacijo ugotovitev, se strokovnjaki strinjajo, da je pomembna za zmanjševanje tveganja za kronične bolezni ter za spodbujanje telesne, psihološke, družbene in kognitivne blaginje. Ta članek poudarja kompleksnost gibalne pismenosti, ki zajema telesno, psihološko, družbeno in kognitivno področje, ter njen pomen pri spodbujanju zdravega življenjskega sloga in izboljšanju javnega zdravja. Raziskave kažejo povezave med visoko stopnjo gibalne pismenosti in boljšimi zdravstvenimi kazalniki, vključno z indeksom telesne mase, obsegom pasu, telesno maso, močjo prijema in srčno-dihhalno zmogljivostjo. Poleg tega gibalna pismenost spodbuja vsakodnevno gibalno aktivnost in zmanjšuje sedentarno vedenje, kar je ključno za preprečevanje sodobnih zdravstvenih težav. Za izboljšanje gibalne pismenosti in javnega zdravja so potrebni celoviti pristopi, ki vključujejo razvoj gibalnih veščin od zgodnjega otroštva, uvedbo gibalnih aktivnosti v izobraževalne sisteme ter spodbujanje politik in programov, ki podpirajo te cilje.

*Ključne besede:* gibalna pismenost, gibalna dejavnost, zdravje in dobro počutje, javno zdravje



Foto: Mateja Videmšek

## Physical literacy – as a key element in promoting health and well-being

### Abstract

Physical literacy, increasingly recognised as a key element in promoting health and well-being on a global level, combines motivation, confidence, physical competence, knowledge and understanding to enable individuals to value and responsibly participate in physical activity throughout their lives. Although there are different definitions of physical literacy, which can make measurement and interpretation of findings difficult, experts agree that it is important for reducing the risk of chronic diseases and promoting physical, psychological, social and cognitive well-being. This article highlights the complexity of physical literacy, which encompasses physical, psychological, social and cognitive domains, and its importance in promoting healthy lifestyles and improving public health. Research shows a link between high levels of physical literacy and better health indicators, including body mass index, waist circumference, body weight, grip strength and cardiorespiratory fitness. In addition, physical literacy promotes daily physical activity and reduces sedentary behaviour, which is crucial for the prevention of modern health problems. Improving physical literacy and public health requires comprehensive approaches that include the development of physical activity skills from early childhood, the integration of physical activity into education systems and the promotion of policies and programmes to support these goals.

*Keywords:* physical literacy, physical activity, health and well-being, public health

## ■ Uvod

Gibalni pismenosti pripisujejo vse večji pomen v številnih državah, pri čemer število znanstvenih objav o tej temi strmo narašča. Organizacije in raziskovalci po vsem svetu zagovarjajo, da bi morali gibalni pismenosti pripisati enako izobraževalno vrednost kot pismenosti in numerični pismenosti. Kljub temu pa se opredelitve gibalne pismenosti med različnimi organizacijami, raziskovalnimi skupinami in vladami po svetu razlikujejo, kar lahko ovira smiselno merjenje gibalne pismenosti in interpretacijo ugotovitev ter preprečuje kopičenje raziskovalnih ugotovitev.

Raziskave potrjujejo, da gibalna aktivnost zmanjšuje tveganje za hipertenzijo (James idr., 2009), rakavo obolenje, zlasti dojk in debelega črevesa (Heath in Brown, 2009), bolezni srca in žilja ter srčni infarkt (Holtermann idr., 2010), presnovni sindrom (Metzger idr., 2010), diabetes in zvišane ravni holesterola (Zhang idr., 2010) ter tudi osteoporozo (Morseth idr., 2010), kar poudarja pomen spodbujanja gibalne pismenosti kot ključne priložnosti za pridobivanje pomembnih zdravstvenih koristi.

Poznamo veliko definicij gibalne pismenosti, ki se nanašajo na vseživljenjsko sodelovanje v gibalnih aktivnostih. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) opredeljuje gibalno aktivnost kot „katero koli telesno gibanje, ki ga proizvedejo skeletne mišice in zahteva porabo energije“ (WHO, 2017). Pomembno je ločiti med gibalno pismenostjo in gibalno aktivnostjo, saj gibalna pismenost, kot poudarja Margaret Whitehead (2013), obsega razpoloženje za izkoriščanje naše utelešene človeške sposobnosti, pri katerem ima posameznik motivacijo, samozavest, gibalno uspešnost, znanje in razumevanje, da ceni in prevzame odgovornost za vzdrževanje smiselnih gibalnih dejavnosti in aktivnosti skozi vse življenje.

Razumevanje gibalne pismenosti kot osnove za zdrav življenjski slog in vseživljenjsko udeležbo v gibalnih aktivnostih je ključno za spodbujanje dobrega zdravja in blaginje. Kot takšna gibalna pismenost ponuja priložnost za pomembne zdravstvene koristi, pri čemer je izboljšanje gibalne aktivnosti posameznikov lahko ključno za znižanje stroškov za zdravstveni sistem in izboljšanje akademske uspešnosti (Erker in Ličen, 2014).

## ■ Opredelitev definicije gibalne pismenosti

Margaret Whitehead (2019) je v svojem delu gibalno pismenost opredelila takole:

*“Glede na posameznikove zmožnosti lahko gibalno pismenost opišemo kot motivacijo, samozavest, gibalne sposobnosti, znanje in razumevanje za ohranjanje gibalne dejavnosti skozi celotno življenje.”*

Podrobneje koncept zajema naslednje lastnosti gibalno pismene osebe, ki so bile oblikovane na podlagi raziskav na tem področju:

Gibalna pismenost pomeni motivacijo za izkoriščanje gibalnih sposobnosti za izboljšanje kakovosti življenja. Gibalno pismeni posamezniki imajo pozitiven odnos do gibalne dejavnosti in zaupanje v svoje gibalne sposobnosti. Te osebe sodelujejo v gibalnih dejavnostih skozi celotno življenjsko obdobje, kar prispeva k splošni kakovosti življenja in podaljšuje aktivno življenje. Gibalna pismenost je pomembna za vse ljudi, ne glede na starost, sposobnosti ali kulturni kontekst. Specifičen izraz te pismenosti je odvisen od posameznikovih sposobnosti in kulture, v kateri živijo, vendar lahko vsi razvijajo in izboljšujejo svojo gibalno pismenost (Whitehead, 2019).

Gibalno pismeni posamezniki imajo dobro koordinacijo in nadzor nad svojimi gibalnimi sposobnostmi, kar se kaže v različnih gibalnih dejavnostih, od vsakodnevnih nalog do specifičnih spretnosti. Gibalno pismene osebe lahko „berejo“ fizično okolje in se nanj ustrezno odzivajo. Razvite gibalne sposobnosti jim omogočajo, da predvidevajo potrebe po gibanju ter se inteligentno in domiselno odzivajo na različne situacije (Whitehead, 2019).

Positivne izkušnje v gibalni dejavnosti vodijo k razvoju pozitivne samopodobe in samozavesti. Gibalno pismeni posamezniki sprejemajo svojo telesno naravo kot pomemben del svoje osebnosti in s tem rastejo v globalni samozavesti. Gibalno pismeni posamezniki se samozavestno izražajo skozi neverbalno komunikacijo. Ta sposobnost jim omogoča empatične in dojemljive interakcije z drugimi, saj zlahka zaznajo in razumejo čustva drugih ljudi (Whitehead, 2019).

Gibalno pismeni posamezniki prepoznajo bistvene lastnosti, ki vplivajo na učinkovitost njihovih gibalnih sposobnosti, in razumejo načela telesnega zdravja. Imajo

znanje o vadbi, spanju in prehrani, kar jim omogoča premišljeno izboljševanje gibalnih sposobnosti in celostno skrb za svoje zdravje. Gibalna pismenost je tako ključna za kakovostno življenje skozi celotno življenjsko obdobje, saj omogoča pozitivno samopodobo, samozavest, učinkovito interakcijo z okoljem in drugimi ljudmi ter celostno razumevanje telesnega zdravja (Whitehead, 2019).

## ■ Področja gibalne pismenosti

Gibalna pismenost je kompleksen konstrukt, ki obsega štiri ključna področja: telesno, kognitivno, družbeno in psihološko. Vsako izmed teh področij obsega raznovrstne elemente, ki skupaj tvorijo temelje za razvoj gibalnih kompetenc. Koncept gibalne pismenosti pristopa k razvoju teh kompetenc na holističen način (*Physical Literacy For Life – področja in elementi*, 2024).



### Telesno področje

*Sposobnosti in kondicija, ki jo posameznik pridobiva in uporablja med gibanjem.*

Telesno področje se osredotoča na gibalne sposobnosti in spretnosti, telesni nadzor in splošno telesno pripravljenost, ki jih oseba pridobi in uporablja skozi gibanje. Vključuje usklajevanje in uporabo teh veščin za izvajanje potrebnih gibanj v različnih situacijah in okoljih. Na primer, na kopnem, v vodi, na ledu ali snegu (*Physical Literacy For Life – področja in elementi*, 2024).



### Kognitivno področje

*Posameznikovo razumevanje tega, kako, zakaj in kdaj se giba.*

Kognitivno področje se osredotoča na razvoj in razumevanje, ki ga zahtevata giba-

nje in gibalna dejavnost. Razvija posameznikovo razumevanje o tem, kako, kdaj in zakaj se gibati na določen način ter kako se prilagoditi in biti inovativen ob srečanju z novimi gibalnimi izzivi. To vključuje tako reševanje problemov in sprejemanje odločitev pri igrah kot tudi znanje o prednostih gibanja in gibalnih dejavnosti ter zavedanje o tem (*Physical Literacy For Life – področja in elementi*, 2024).



## Družbeno področje

*Posameznikov vpliv na okolje in druge v odnosu do gibanja.*

Družbeno področje se osredotoča na razvoj družbenih veščin, vključno s sodelovanjem, pošteno igro, prepoznavanjem varnosti in tveganja ter komunikacijo. Razvoj teh veščin nam lahko pomaga, da uživamo v sodelovanju in učinkoviteje sodelujemo z drugimi, med drugim z učitelji, trenerji, soigralci, nasprotniki in sodniki (*Physical Literacy For Life – področja in elementi*, 2024).



## Psihološko področje

*Odnos in čustva, ki jih ima posameznik razvije do gibanja, ter njihov vpliv na samozavest in motivacijo za gibanje.*

Psihološko področje se osredotoča na počutje, vrednote in odnos do gibanja in gibalnih dejavnosti. Vključuje razvoj samozavesti, samospoštovanja in motivacije ter razumevanje čustvenih odzivov, povezanih z gibanjem in gibalno dejavnostjo (*Physical Literacy For Life – področja in elementi*, 2024).

Motivacija in samozavest sta ključni sestavini gibalne pismenosti. Čeprav se morda zdi, da je gibalna spretnost sama po sebi dovolj za telesno aktivnost, v resnici ne gre le za to. Z napredovanjem v gibalni spretnosti sicer raste tudi motivacija in samozavest, vendar samo obvladovanje gibanja ni vse, kar zajema gibalna pismenost. Prava magija se zgodi, ko iz gibalnih spretnosti izvira zadovoljstvo, ko nam gibalna dejav-

nost prinese veselje in zadovoljstvo, kar nas spodbudi k nadaljnjemu sodelovanju v takšnih aktivnostih (Whitehead, 2013).

Cilj vseh, ki se trudijo za spodbujanje gibalne pismenosti, je, da bi vsak posameznik našel tako veselje in strast do gibanja, da bi gibalna aktivnost postala naraven del njegovega vsakdana. Gre za ustvarjanje pozitivne spirale, pri čemer vsaka nova gibalna izkušnja ne prinaša le boljše telesne pripravljenosti, temveč tudi večje zadovoljstvo in željo po več. Ko odkrijemo radost, ki jo gibalna aktivnost lahko prinese v naše življenje, se odpre nov svet možnosti za bolj zdrav in srečno življenje. To ni samo vaja ali rutina, temveč priložnost za igro, raziskovanje in učenje skozi gibanje, ki nas lahko obogati na mnogo načinov (Whitehead, 2013).

## Gibalna pismenost in zdravje

Raziskave, ki preučujejo odnos med gibalno pismenostjo in zdravjem posameznika, razkrivajo kompleksno povezanost med različnimi zdravstvenimi kazalniki in gibalno pismenostjo. Ključni kazalniki, kot so indeks telesne mase (ITM), obseg pasu, telesna masa, moč prijema in srčno-dihalna zmogljivost, se izkažejo kot napovedniki ravni gibalne pismenosti. To pomeni, da boljše zdravstveno stanje posameznika predstavlja višjo stopnjo gibalne pismenosti in obratno (Comeau idr., 2017; Delisle Nyström idr., 2018).

Posebno zanimiva je povezava med gibalno pismenostjo in vsakodnevnimi navadami ter vplivom na zdravje. Otroci, ki dosegajo višje ocene gibalne pismenosti, so namreč bolj nagnjeni k izpolnjevanju priporočil za dnevno telesno aktivnost in manj sedentarnemu vedenju. Kot kaže ta vzorec – višja je gibalna pismenost, manjša je verjetnost za prekomerno sedenje, kar je pomembno za preprečevanje številnih sodobnih zdravstvenih težav (Belanger idr., 2018; Saunders idr., 2018).

Raziskave tudi kažejo, da telesna masa močno vpliva na gibalno pismenost. Osebe z zdravo telesno maso imajo tendenco dosegati višje ocene gibalne pismenosti v primerjavi s prekomerno težkimi posamezniki. Ta ugotovitev poudarja pomen ohranjanja zdrave telesne mase za izboljšanje gibalne pismenosti (Comeau idr., 2017; Delisle Nyström idr., 2018; Holler idr., 2019).

V kontekstu srčno-dihalne zmogljivosti raziskave ugotavljajo, da njena visoka raven prispeva k večji gibalni pismenosti prek vseh njenih domen, neodvisno od starosti ali spola udeležencev. Ta zmogljivost je povezana tudi s pozitivnim dojetanjem gibalne aktivnosti, kar nakazuje, da je fizična pripravljenost ključna za celostno razumevanje in izvajanje gibalne pismenosti (Lang idr., 2018; MacDonald idr., 2018).

Intervencijske študije, ki so uporabile domene gibalne pismenosti kot osnovo za telesne dejavnosti, so pokazale pozitivne rezultate. Študije, ki so vključevale celostne vadbene programe, so ugotovile izboljšanje pri vedenjskih in čustvenih vidikih gibalne pismenosti, kot sta samozavest in samoučinkovitost. Prav tako je bilo opazno pomembno povečanje splošne gibalne pismenosti in izboljšanje v motivaciji ter znanju in razumevanju med udeleženci (Holler idr., 2019; Kwan idr., 2019).

V kontekstu kroničnih bolezni raziskave kažejo, da otroci z določenimi zdravstvenimi motnjami, kot so duševne zdravstvene motnje in epilepsija, dosegajo nižje ocene pri nekaterih domenah gibalne pismenosti. (Fortnum idr., 2018; Pohl idr., 2019).

Skupno te ugotovitve osvetljujejo tesno povezanost med gibalno pismenostjo in zdravjem ter poudarjajo pomen celovitih pristopov k spodbujanju gibalne pismenosti kot ključnega dejavnika za izboljšanje javnega zdravja.

## Zaključek

Gibalna pismenost je koncept, ki v zadnjem času pridobiva pomen zaradi svojega vseobsegajočega vpliva na zdravje in dobro počutje posameznikov. Je kompleksen konstrukt, ki združuje motivacijo, zaupanje, telesno kompetenco, znanje in razumevanje ter tako omogoča posamezniku, da se odgovorno vključuje v gibalne aktivnosti skozi vse življenje. Razumevanje in razvijanje gibalne pismenosti je ključno ne le za ohranjanje zdravja s preprečevanjem kroničnih bolezni, ampak tudi za spodbujanje psihične in čustvene blaginje.

Pomen gibalne pismenosti presega zgolj individualno raven; kaže se v njenem pozitivnem učinku na družbo kot celoto, saj lahko pripomore k zmanjšanju zdravstvenih stroškov ter izboljšanju akademske uspešnosti in socialnega vključevanja. Gibalna pismenost je temelj za celovito razumevanje in izvajanje gibalne aktivnosti, kar

se odraža v boljših zdravstvenih kazalnikih, kot so indeks telesne mase, obseg pasu, telesna masa, moč prijema in srčno-dihalna zmogljivost.

Poziv k ukrepanju za izboljšanje gibalne pismenosti je namenjen tako posameznikom kot družbi v širšem smislu. Za posameznike je pomembno, da najdejo veselje in strast do gibanja, kar bo gibalno aktivnost spremenilo v naraven del njihovega vsakdanjika. Ustvarjanje pozitivne spirale, pri čemer gibalna izkušnja prinaša zadovoljstvo in spodbuja k nadaljnji udeležbi v aktivnostih, je ključno za dolgoročno vzdrževanje gibalne pismenosti (Whitehead, 2013).

Na družbeni ravni je ključno spodbujanje politik in programov, ki omogočajo razvoj gibalnih veščin vse od zgodnjega otroštva, in to v varnem in spodbudnem okolju. Vključevanje celovitih vadb in gibalnih aktivnosti v izobraževalne sisteme in skupnosti lahko pomembno pripomore k izboljšanju gibalne pismenosti in s tem javnega zdravja. Prav tako je pomembna implementacija raziskav, ki bodo omogočile boljše razumevanje gibalne pismenosti in njenega vpliva na zdravje, da bi lahko razvili učinkovitejša strategija za njeno promocijo.

Gibalna pismenost je temelj za izboljšanje kakovosti življenja posameznikov in družbe kot celote. Njena promocija in razvoj bi morala biti prednostna naloga na vseh ravneh družbe, da bi lahko izkoristili njene številne koristi za zdravje, dobro počutje in družbeno blaginjo.

## Literatura

- Belanger, K., Barnes, J. D., Longmuir, P. E., Anderson, K. D., Bruner, B., Copeland, J. L., Gregg, M. J., Hall, N., Kolen, A. M., in Lane, K. N. (2018). The relationship between physical literacy scores and adherence to Canadian physical activity and sedentary behaviour guidelines. *BMC Public Health*, 18, 1–9.
- Comeau, M. E., Bouchard, D. R., Levesque, C., Jonhson, M. J., Rioux, B. V., Mayo, A., in Sénéchal, M. (2017). Association between functional movements skills and health indicators in children aged between 9 and 12 years old. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9), 1010.
- Delisle Nyström, C., Traversy, G., Barnes, J. D., Chaput, J.-P., Longmuir, P. E., in Tremblay, M. S. (2018). Associations between domains of physical literacy by weight status in 8-to 12-year-old Canadian children. *BMC Public Health*, 18, 1–8.
- Erker, R. S., in Ličen, S. (2014). Dejavniki gibalne aktivnosti in z zdravjem povezane kakovosti življenja. *Obzornik zdravstvene nege*, 48(2).
- Fortnum, K., Furzer, B., Reid, S., Jackson, B., in Elliott, C. (2018). The physical literacy of children with behavioural and emotional mental health disorders: A scoping review. *Mental Health and Physical Activity*, 15, 95–131.
- Heath, G. W., in Brown, D. W. (2009). Recommended levels of physical activity and health-related quality of life among overweight and obese adults in the United States, 2005. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(4), 403–411.
- Holler, P., Jaunig, J., Amort, F.-M., Tuttner, S., Hofer-Fischanger, K., Wallner, D., Simi, H., Müller, A., Van Poppel, M. N. M., in Moser, O. (2019). Holistic physical exercise training improves physical literacy among physically inactive adults: a pilot intervention study. *BMC Public Health*, 19, 1–14.
- Holtermann, A., Mortensen, O. S., Burr, H., Søgaard, K., Gyntelberg, F., in Suadicani, P. (2010). Fitness, work, and leisure-time physical activity and ischaemic heart disease and all-cause mortality among men with pre-existing cardiovascular disease. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 366–372.
- James, D., Mills, H., Crone, D., Johnston, L. H., Morris, C., in Gidlow, C. J. (2009). Factors associated with physical activity referral completion and health outcomes. *Journal of sports sciences*, 27(10), 1007–1017.
- Kwan, M. Y., Graham, J. D., Bedard, C., Bremer, E., Healey, C., in Cairney, J. (2019). Examining the effectiveness of a pilot physical literacy-based intervention targeting first-year university students: the PLUS program. *Sage Open*, 9(2), 2158244019850248.
- Lang, J. J., Chaput, J.-P., Longmuir, P. E., Barnes, J. D., Belanger, K., Tomkinson, G. R., Anderson, K. D., Bruner, B., Copeland, J. L., in Gregg, M. J. (2018). Cardiorespiratory fitness is associated with physical literacy in a large sample of Canadian children aged 8 to 12 years. *BMC Public Health*, 18, 1–13.
- MacDonald, D. J., Saunders, T. J., Longmuir, P. E., Barnes, J. D., Belanger, K., Bruner, B., Copeland, J. L., Gregg, M. J., Hall, N., in Kolen, A. M. (2018). A cross-sectional study exploring the relationship between age, gender, and physical measures with adequacy in and predilection for physical activity. *BMC Public Health*, 18, 1–8.
- Metzger, J. S., Catellier, D. J., Evenson, K. R., Treuth, M. S., Rosamond, W. D., in Siega-Riz, A. M. (2010). Associations between patterns of objectively measured physical activity and risk factors for the metabolic syndrome. *American Journal of Health Promotion*, 24(3), 161–169.
- Morseth, B., Emaus, N., Wilsgaard, T., Jacobsen, B. K., in Jørgensen, L. (2010). Leisure time physical activity in adulthood is positively associated with bone mineral density 22 years later. The Tromsø study. *European journal of epidemiology*, 25, 325–331.
- Physical Literacy For Life – Infografika*. (2024). Športna unija Slovenije. <https://www.slovenijavgibanju.si/?t=7110000098>
- Physical Literacy For Life – področja in elementi*. (2024). Športna unija Slovenije. <https://www.slovenijavgibanju.si/?t=7110000080>
- Pohl, D., Alpous, A., Hamer, S., in Longmuir, P. E. (2019). Higher screen time, lower muscular endurance, and decreased agility limit the physical literacy of children with epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, 90, 260–265.
- Saunders, T. J., MacDonald, D. J., Copeland, J. L., Longmuir, P. E., Barnes, J. D., Belanger, K., Bruner, B., Gregg, M. J., Hall, N., in Kolen, A. M. (2018). The relationship between sedentary behaviour and physical literacy in Canadian children: a cross-sectional analysis from the RBC-CAPL Learn to Play study. *BMC Public Health*, 18, 1–21.
- Whitehead, M. (2013). Definition of physical literacy and clarification of related issues. *Ics-spe Bulletin*, 65(1.2).
- Whitehead, M. (2019). Definition of physical literacy: Developments and issues. In *Physical literacy across the world* (pp. 8–18). Routledge.
- WHO. (2017). World Health Organization Obesity and Overweight. In: WHO Geneva, Switzerland.
- Zhang, L., Qin, L.-Q., Liu, A.-P., in Wang, P.-Y. (2010). Prevalence of risk factors for cardiovascular disease and their associations with diet and physical activity in suburban Beijing, China. *Journal of epidemiology*, 20(3), 237–243.

David Kukovica, mag. prof. šp. vzg.  
Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta,  
david.kukovica@um.si



Zala Svete,  
Matevž Arčon<sup>1</sup>

## Vpliv hormonskih kontraceptivov na zmogljivost vzdržljivostnih športnic

### Izvleček

Hormonske kontraceptive v obliki tablet uporablja veliko žensk po vsem svetu. Poleg učinkov na uravnavanje menstrualnega cikla in nosečnosti lahko jemanje teh sredstev vpliva tudi na njihovo telesno zmogljivost. Zato smo opravili pregled znanstvene literature, da bi proučili vpliv uporabe hormonskih kontraceptivov na zmogljivost vzdržljivostnih športnic. Zaradi velike heterogenosti tako v zasnovi kot rezultatih posameznih študij smo posebej analizirali: študije, v katerih so primerjali skupino, ki je jemala hormonske kontraceptive, s skupino z redno menstruacijo; študije, v katerih so primerjali rezultate pred jemanjem hormonskih kontraceptivov in po njem; ter študije, v katerih so primerjali posamezne merjene parametre v različnih fazah cikla. V splošnem smo ugotovili, da trendi kažejo na spremembe v zmogljivosti po dolgotrajnem obdobju jemanja hormonskih kontraceptivov; največ dokazov kaže na znižanje najvišje vrednosti porabe kisika med obremenilnim testom, vendar so učinki majhni in rezultati posameznih študij preveč različni, zato ne moremo z gotovostjo govoriti o vplivu jemanja kontraceptivov na zmogljivost. Za natančnejše razumevanje vplivov in dokončne zaključke je potrebno dodatno raziskovanje.

*Ključne besede:* hormonski kontraceptivi, eksogeni hormoni, zmogljivost



<https://www.stocksy.com/>

## The impact of hormonal contraceptives on athletic performance in female endurance athletes

### Abstract

Hormonal contraceptives are used by many women worldwide. In addition to their effects on regulating the menstrual cycle and pregnancy, taking these contraceptives may also influence their physical performance. Therefore, we conducted a review to examine the impact of hormonal contraceptive use on performance in female endurance athletes. Due to the high heterogeneity in both the design and results of individual studies, we specifically analysed studies comparing a group taking hormonal contraceptives and a group with regular menstruation; studies comparing results before and after taking hormonal contraceptives; and studies comparing specific measured parameters at different phases of the cycle. Overall, we found trends indicating changes in performance after a prolonged period of hormonal contraceptive use; most evidence points to a decrease in peak oxygen consumption, but the effects are trivial and results between studies are too varied so we cannot speak with certainty about the impact of contraceptive use on athletic performance. Further research is needed for more accurate understanding of the impact of hormonal contraceptives and to provide definitive conclusions.

*Keywords:* hormonal contraceptives, exogenous hormones, performance

<sup>1</sup>Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju, Izola, Slovenija

## Uvod

V zadnjih desetletjih sta se šport in na splošno telesna aktivnost močno razširila tudi med žensko populacijo. Zaradi hormonskega delovanja in številnih negativnih posledic telesne nedejavnosti se ženskam vseh starosti priporoča vsaj 30 minut zmerno intenzivne vadbe vsak dan v tednu (Bull idr., 2020). Z visoko intenzivno vadbo, treningi in tekmovanji se zaradi fiziološke kompleksnosti delovanja ženskega telesa povečuje tveganje za težave oziroma nenormalnost menstrualnega cikla (Bullen idr., 1985; Loucks idr., 1998), kar skupaj s kronično nizko koncentracijo hormonov jajčnikov poveča tveganje za pojav več kroničnih bolezni (Drinkwater idr., 1984). Za optimizacijo športnega dosežka je pomembno natančno razumevanje hormonskih sprememb, ki jih uravnavajo mehanizmi povratnih zank, in njihovega vpliva na zmogljivost športnic (Messinis, 2006).

Mesečni menstrualni cikel, ki najpogosteje traja od 21 do 35 dni, je razdeljen na dve fazi, folikularno in lutealno (Reed in Carr, 2000). Zaradi številnih hormonskih okolij, ki se pojavljajo znotraj enega cikla, se omenjeni fazi pogosto razdelita na več podfaz – zgodnja in pozna folikularna, ovulacijska ter zgodnja, srednja in pozna lutealna faza (Pitchers in Elliott-Sale, 2019). Evmenoreične ženske so med vsakim ciklusom pod vplivom izrazitih sprememb in nihanja steroidnih hormonov estroгена in progesterona

## Seznam kratic

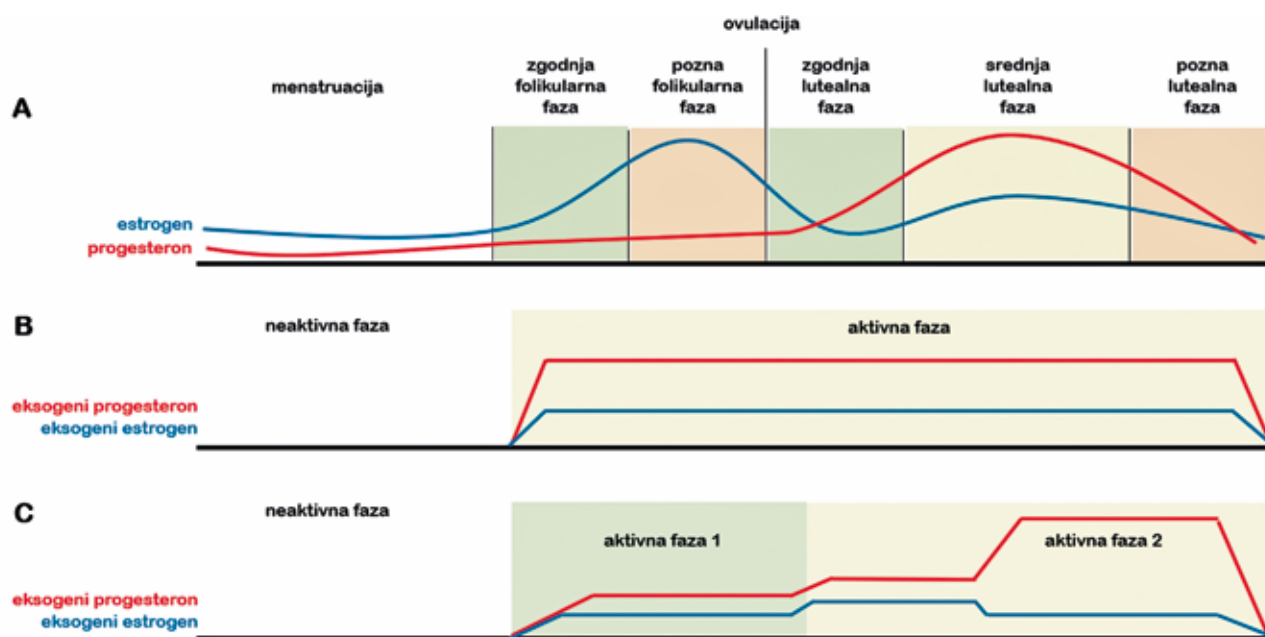
VO<sub>2</sub>max maximal oxygen consumption, največja poraba kisika

VO<sub>2</sub>peak peak oxygen consumption, najvišja vrednost porabe kisika med obremenilnim testom

dnih hormonov estroгена in progesterona (Hansen, 2018). V zgodnji folikularni fazi je raven obeh hormonov nizka, medtem ko se sproščata folikle stimulirajoči in luteinizirajoči hormon, ki spodbujata nastajanje estroгена. V pozni folikularni fazi se poviša raven estroгена, raven progesterona ostaja nizka. Zviševanje ravni estroгена izzove velik porast luteinizirajočega hormona, kar sproži ovulacijo (Kissow idr., 2022). Po ovulacijski sledi lutealna faza, v kateri se izločata estrogen in progesteron, njuna koncentracija proti koncu cikla upada (Stricker idr., 2006). Doslej je bilo že večkrat dokazano, da koncentracija estroгена in progesterona vpliva na več fizioloških procesov, kot so uravnavanje presnove, telesnih tekočin, dihanja in telesne temperature, to pa vpliva tudi na telesno zmogljivost (Kendrick in Ellis, 1991). Ker sta odziv telesa na številne fiziološke spremembe in variabilnost koncentracije obeh steroidnih hormonov med posameznicami različna in nepredvidljiva, se pojavlja vprašanje o učinkih uporabe hormonskih kontraceptivov, kar bi zagotovilo stabilnejše okolje in s tem optimizacijo športnega nastopa (Hackney, 1999).

Hormonske kontraceptive v obliki tablet uporablja veliko žensk po vsem svetu.

Medtem ko se številne za to odločijo zaradi uravnavanja menstrualnega cikla in nosečnosti, so čedalje pogosteje uporabljene tudi v zdravstvene namene (Berenson idr., 2001; Wanichsetakul idr., 2002). Z uporabo tovrstnih tablet lahko športnice z uravnavanjem menstruacije kompenzirajo močne menstrualne krvavitve in pomanjkanje železa, kar lahko v nasprotnem negativno vpliva na njihovo zmogljivost. Čedalje več posameznic se odloča za njihovo uporabo, bodisi neprekinjeno bodisi v prekinjenih ciklih (Martin idr., 2018). Najpogosteje uporabljena vrsta so enofazne tablete. Te vključujejo sedemdnevni interval brez jemanja (neaktivna faza cikla), ki mu sledi 21 dni neprekinjenega uživanja tablet z odmerjeno in skozi celoten cikel enako vsebnostjo eksogenih spolnih hormonov, estroгена in progesterona. Kot eksogeni hormon je v vsakem kontraceptivu dodan etinil estradiol, medtem ko je možnosti eksogenih progesteronov več (Burrows in Peters, 2007). Poleg enofaznih se pogosto uporabljajo tudi trifazne kontracepcijske tablete, pri katerih se koncentracija eksogenega estroгена in progesterona znotraj cikla spreminja, s čimer bolje posnemajo nihanje hormonov jajčnikov skozi naravni



Slika 1. Spreminjanje koncentracij estroгена in progesterona skozi posamezne faze menstrualnega cikla (A), cikla jemanja enofaznih (B) in trifaznih (C) kontracepcijskih tablet (povzeto po Antero idr. (2023))

menstrualni cikel (Fotherby, 1996). Spreminjanje koncentracij estrogena in progesterona skozi posamezne faze menstrualnega cikla ter cikla jemanja enofaznih ali trifaznih kontracepcijskih tablet je prikazano na Sliki 1. Zaužiti eksogeni progesteron zavira sproščanje hormona gonadotropina iz hipotalamusa, kar nadalje zavira izločanje luteinizirajočega hormona iz hipofize in prepreči ovulacijo (Teal in Edelman, 2021). Dodatno eksogeni progesteron z zgoščevanjem sluzi materničnega vratu onemogoča preživetje moških spolnih celic. Eksogeni estrogen dopolnjuje delovanje eksogenega progesterona, saj dodatno preprečuje sproščanje gonadotropinov in folikle stimulirajočega hormona ter s tem zavira razvoj folikla (Lee in Syed, 2022).

Tako kot je na posamezne faze razdeljen menstrualni cikel, je enako tudi s ciklom jemanja kontraceptivov. V posameznih fazah, v katerih so ravni hormonov različne, prihaja do drugačnega vpliva zaužitih tablet. Med aktivno fazo jemanja tablet zaužiti eksogeni hormoni zavirajo proizvodnjo endogenih hormonov, zato je celokupna koncentracija obeh spolnih hormonov odvisna od odmerka uporabljenih kontraceptivov, medtem ko spremenjena koncentracija hormonov v neaktivni fazi omogoča ume tarjeno izzvano krvavitev, ki posnema menstruacijo (Constantini idr., 2005). Z različnimi oblikami kontracepcijskih tablet v telo vnesemo različne odmerke estrogena in progesterona, kar ima za posledico različne učinke na žensko telo (Kuhl, 1996). Koncentracija zaužitih eksogenih hormonov, ki naj bi bili biološko bolj aktivni kot endogeni (Sitruk-Ware in Nath, 2011; van Hylckama Vlieg idr., 2009), je lahko tudi do šestkrat večja, kot je koncentracija naravno proizvedenih endogenih estrogenov in progesteronov (Burrows in Peters, 2007). Ker sta raven in nihanje spolnih hormonov med ciklom mogoča vzroka za spremenjeno telesno zmogljivost, je pomembno natančno razumeti njihov specifični učinek. Uživanje omenjenih eksogenih spolnih hormonov lahko negativno vpliva na telesno zmogljivost, saj naj bi ti hormoni vplivali na srčno-žilni, dihalni in presnovni sistem (Sims in Heather, 2018). Dosedanja dognanja na tem področju navajajo nasprotujoče si rezultate, največkrat se omenja neposredni vpliv na spremembe v vrednostih največje porabe kisika (angl. maximal oxygen consumption, VO<sub>2</sub>max) ter v porabi ogljikovih hidratov in maščob med telesno dejavnostjo (Giacomoni in Falgairette, 2000). Zaradi heterogenosti dosedanjih ugotovitev smo

se lotili sistematičnega pregleda znanstvene literature z namenom proučiti vpliv jemanja hormonskih kontracepcijskih tablet na zmogljivost telesno aktivnih žensk.

## Metode

Iskanje literature je bilo opravljeno v marcu in aprilu 2024. Pregledana je bila baza podatkov PubMed z uporabo naslednjega iskalnega niza: ("oral contraceptive\*" OR "horm\* contraceptive\*") AND ("athletic performance" OR "sports performance" OR "aerobic" OR "aerobic capacity" OR "aerobic power" OR "aerobic performance" OR "endurance" OR "endurance capacity" OR "endurance power" OR "endurance performance"). Vse zadetke smo uvozili v program Zotero in izločili dvojnike, nato pa vire uvozili v program Microsoft Excel Software. Ustreznost zadetkov smo ročno pregledali v treh korakih: (1) preverjanje ustreznosti na podlagi naslova; (2) preverjanje ustre-

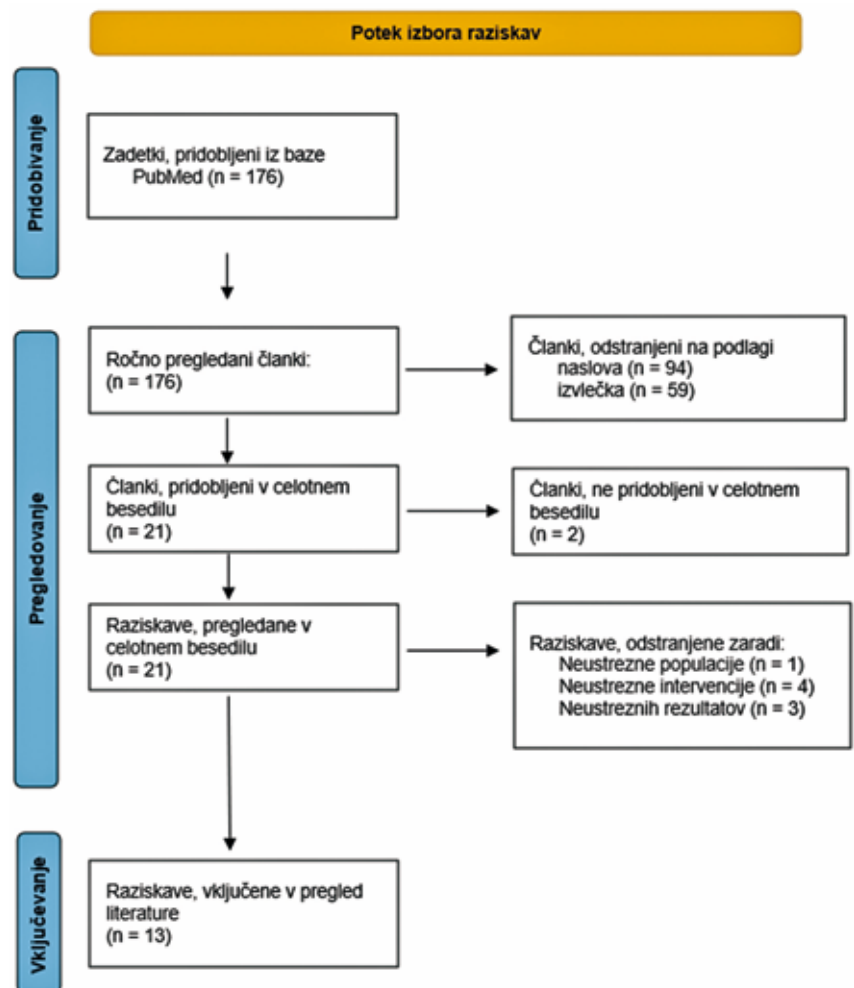
znosti na podlagi izvlečka; (3) preverjanje ustreznosti na podlagi v celoti prebranega članka. Članki, ki so ustrezali vključitvenim kriterijem, so bili vključeni v naš pregled literature.

V pregled literature smo vključili študije, ki (1) so bile opazovalne ali eksperimentalne vrste; (2) so vključevale ženske, vsaj rekreativno aktivne vzdržljivostne športnice, z redno menstruacijo oziroma rednim jemanjem hormonskih kontracepcijskih tablet; in (3) študije, pri katerih so izvedli obremenilni test in med njim merili parametre aerobne vzdržljivosti.

## Rezultati

### Rezultati iskanja in izbora literature

Z opisano strategijo iskanja literature smo pridobili 176 zadetkov. V prvem koraku smo pregledali dobljene zadetke na podlagi na-



Slika 2. Potek izbora literature

## Rezultati študij

Vir	Preiskovanci	Namen in potek študije	Mere izida	Rezultati
Joyce <i>idr.</i> (2013)	Zdrave, rekreativno aktivne ženske Kontracepcijska (OC) skupina (n = 8); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 12 mesecev; starost 22 ± 3 leta Nekontracepcijska (CON) skupina z redno menstruacijo (n = 8); starost 20 ± 2 leti	Namen študije je bil preučiti učinke dolgotrajne uporabe kontraceptivov na zmogljivost. Obe skupini sta izvedli obremenilni test do izčrpanosti (drugi dan menstruacije za CON oziroma dva dni po prenehanju jemanja aktivnih tablet za OC) ter test submaksimalne obremenitve na kolesarskem ergometru (drugi dan menstruacije naslednjega cikla za CON oziroma dva dni po prenehanju jemanja aktivnih tablet naslednjega cikla za OC ter še enkrat tri dni pozneje). V vmesnem času, med testiranjem, so preiskovanke nadaljevale običajni program telesne aktivnosti.	VO <sub>2</sub> peak [L/min], najvišji srčni utrip [število utripov/min], VO <sub>2</sub> AT [L/min], koncentracija laktata v krvi [mmol/L], RER, največja moč [W], VE [L/min].	Med obremenilnim testom do izčrpanosti je imela skupina CON statistično značilno višje vrednosti VO <sub>2</sub> peak (p = 0,03) in VO <sub>2</sub> AT (p = 0,02) kot skupina OC; pri istem testu niso ugotovili statističnih razlik v najvišjem srčnem utripu (p = 0,16), RER (p = 0,10), VE (p = 0,85) in največji moči (p = 0,08). Pri testu submaksimalne obremenitve med skupinama ni bilo statistično značilnih razlik v maksimalnem srčnem utripu, koncentraciji laktata v krvi in največji moči (p > 0,05).
Rebello <i>idr.</i> (2010)	Telesno aktivne zdrave ženske in ženske s pretežno sedentarnim življenjskim slogom Aktivna kontracepcijska skupina (n = 20); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 18 mesecev; starost 23,1 ± 2,9 leta Sedentarna kontracepcijska skupina (n = 23); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 18 mesecev; starost 24,4 ± 4,2 leta Aktivna nekontracepcijska skupina z redno menstruacijo (n = 23); starost 20,5 ± 3,8 leta Sedentarna nekontracepcijska skupina z redno menstruacijo (n = 22); starost 24,6 ± 4,0 leta	Namen študije je bil preučiti učinke jemanja kontraceptivov na največjo aerobno zmogljivost pri telesno aktivnih in sedentarnih mladih ženskah. Preiskovanke so opravile neprekinjeni stopnjevani test do izčrpanosti na kolesarskem ergometru; posamezne parametre so izmerili po tistem, ko so dosegle anaerobni prag, in pri največji aerobni zmogljivosti.	Srčni utrip [število utripov/min], relativni in absolutni VO <sub>2</sub> [mL/min/kg; mL/min], RER, izhodna moč [W], V <sub>E</sub> [L/min].	Za nobeno izmed mer izida niso bile ugotovljene statistično značilne razlike med skupinami (p > 0,05). Razlike v vrednosti relativnega in absolutnega VO <sub>2</sub> so bile različne le med skupinama z različno ravnijo aktivnosti, pri čemer so bile vrednosti višje v obeh aktivnih skupinah.
Isacco <i>idr.</i> (2015)	Rekreativno aktivne ženske Kontracepcijska (OC+) skupina (n = 11); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 6 mesecev; starost 21,2 ± 1,9 leta Nekontracepcijska (OC-) skupina z redno menstruacijo (n = 10); starost 22,9 ± 3,6 leta	Namen študije je bil raziskati razlike med kontracepcijsko skupino in skupino z redno menstruacijo v srčno-žilnih parametrih pri anaerobnem pragu in največji aerobni zmogljivosti ter razlike v intenzivnosti vadbe, pri kateri je hitrost oksidacije lipidov največja. Preiskovanke so opravile tri testiranja v razmaku enega meseca: skupina OC+ je testiranje opravila v fazi uživanja tablet in skupina OC- v lutealni fazi (med 18. in 22. dnevom menstrualnega cikla). Na kolesarskem ergometru so izvedle obremenilni test do izčrpanosti. Posamezne parametre so izmerili po tistem, ko so preiskovanke dosegle anaerobni prag, in pri največji aerobni zmogljivosti.	Absolutni in relativni VO <sub>2</sub> max [mL/min; mL/min/kg], absolutni in relativni VO <sub>2</sub> AT [mL/min; mL/min/kg], srčni utrip [število utripov/min], RER, izhodna moč [W], V <sub>E</sub> [mg/min/kg puste telesne mase].	Absolutni (p = 0,66) in relativni (p = 0,65) VO <sub>2</sub> max, srčni utrip (p = 0,38), RER (p = 0,19), izhodna moč (p = 0,14) in V <sub>E</sub> (p = 0,38) pri anaerobnem pragu ter absolutni (p = 0,10) in relativni (p = 0,12) VO <sub>2</sub> AT, srčni utrip (p = 0,48), RER (p = 0,92), izhodna moč (p = 0,06) in V <sub>E</sub> (p = 0,28) pri največji aerobni zmogljivosti se med skupinama niso statistično značilno razlikovali. Lipox <sub>max</sub> (p < 0,001) in MLOR (p < 0,01) sta bili v skupini OC+ statistično značilno višji.



Vir	Preiskovanci	Namen in potek študije	Mere izida	Rezultati
Quinn idr. (2018)	Zdrave, rekreativno aktivne ženske Kontracepcijska (OC) skupina (n = 8); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 12 mesecev; starost 21 ± 3 leta Nekontracepcijska (NOC) skupina z redno menstruacijo (n = 8); starost 22 ± 3 leta	Namen študije je bil raziskati učinke dolgotrajne uporabe kontraceptivov na možgansko oksigenacijo med obremenjenim testom z meritvijo srčno-žilnih parametrov. Te so izmerili ob dosegu prvega in drugega laktatnega praga ter ob izčrpanosti. Preiskovanke so opravile neprekinjeni stopnjevani test do izčrpanosti na kolesarskem ergometru. Skupina NOC je test izvedla v zgodnji folikularni fazi (med 4. in 10. dnevom), skupina OC med fazo aktivnega jemanja tablet (med 10. in 28. dnevom cikla).	Absolutni in relativni VO <sub>2</sub> max [mL/min/kg], srčni utrip [število utripov/min], koncentracija laktata v krvi [mmol/L], VE, čas do izčrpanosti [min].	Pred začetkom intervencije so bile v merjenih parametrih med aktivnimi športnicami in sedentarno kontrolno skupino statistično značilne razlike. V nobeni izmed skupin po 10-mesečnem obdobju ni bilo statistično značilnih (p > 0,05) razlik.
Rickenlund idr. (2004)	Ženske, vzdržljivostne športnice Oligomenoreične športnice (n = 13); starost 19,8 ± 4,6 leta Športnice z redno menstruacijo (n = 13); starost 21,5 ± 4,0 leta Sedentarna kontrolna skupina (n = 12); starost 20,9 ± 4,2 leta	Namen študije je bil raziskati, ali uporaba kontraceptivov vpliva na telesno zmogljivost športnic. Preiskovanke so 10 mesecev jemale enake kontraceptive (enofazne tablete); testiranje telesne zmogljivosti, ki je vključevalo stopnjevani tek na tekalni stezi in »beep test«, so opravile pred omenjenim obdobjem in po njem.	Absolutni in relativni VO <sub>2</sub> max [mL/min/kg], srčni utrip [število utripov/min], koncentracija laktata v krvi [mmol/L], VE, čas do izčrpanosti [min].	Pred začetkom intervencije so bile v merjenih parametrih med aktivnimi športnicami in sedentarno kontrolno skupino statistično značilne razlike. V nobeni izmed skupin po 10-mesečnem obdobju ni bilo statistično značilnih (p > 0,05) razlik.
Casazza idr. (2002)	Rekreativno aktivne ženske (n = 6) z redno menstruacijo; starost 25,5 ± 1,5 leta	Namen študije je bil preučiti učinke faze menstrualnega cikla in uporabe kontraceptivov na največjo telesno zmogljivost. Preiskovanke so štiri polne cikle jemale enake kontraceptive (trifazne tablete); testiranje telesne zmogljivosti, ki je vključevalo obremenilni test na kolesarskem ergometru, so opravile v zgodnji folikularni in srednji lutealni fazi pred jemanjem kontraceptivov ter ob koncu štritedenskega obdobja, v fazi neaktivnih tablet in drugem tednu faze aktivnega jemanja tablet.	Absolutni in relativni VO <sub>2</sub> peak [mL/min/kg], srčni utrip [število utripov/min], VE [L/min], RER, izhodna moč [W].	Pri vseh preiskovankah je po štritedenskem obdobju jemanja kontraceptivov prišlo do statistično značilnega (p < 0,05) upada tako absolutne kot relativne vrednosti VO <sub>2</sub> peak, ne glede na fazo cikla, v kateri je bilo izvedeno testiranje. Za preostale spremenljivke niso ugotovili statistično značilnih razlik (p > 0,05).
Lebrun idr. (2003)	Ženske, športnice z redno menstruacijo; starost 18–40 let Kontracepcijska (OC) skupina (n = 7) Placebo skupina (n = 7)	Namen študije je bil preučiti značilnosti športne uspešnosti ob uporabi kontraceptivov pri telesno aktivnih ženskah. Po začetnem testiranju v zgodnji folikularni in srednji lutealni fazi menstrualnega cikla, ki je vključevalo obremenilni tek na tekalni stezi do izčrpanosti, so bile preiskovanke naključno razdeljene v eno izmed dveh skupin. Nato so dva meseca uživale bodisi kontracepcijske (trifazne tablete) bodisi placebo tablete (faza tritedenskega aktivnega jemanja, nato teden dni trajajoča faza neaktivnih tablet). Po dveh mesecih sta skupini ponovili testiranje.	Absolutni in relativni VO <sub>2</sub> max [mL/min/kg], najvišji srčni utrip [število utripov/min], VE [L/min], RER.	Tako v skupini OC kot v placebo skupini je prišlo do statistično značilnih sprememb absolutnih in relativnih vrednosti VO <sub>2</sub> max (p = 0,050; p = 0,019); pri tem so se vrednosti v skupini OC znižale, v placebo skupini pa zvišale. Za preostale spremenljivke niso ugotovili statistično značilnih razlik (p > 0,05).
Vaiksaar idr. (2011)	Rekreativno aktivne veslačice (n = 8); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 3 mesecev; starost 21,0 ± 2,8 leta	Namen študije je bil preučiti učinke aktivne in neaktivne faze jemanja kontraceptivov na telesno zmogljivost ter porabo substratov med enournu submaksimalno vadbo. Dan pred vadbo so preiskovanke opravile predhodni preizkus; testiranje so izvedle v aktivni (med 7. in 11. dnevom) in neaktivni fazi (med 22. in 24. dnevom) jemanja kontraceptivov. Submaksimalno vadbo so izvedle na veslaškem ergometru, intenzivnost je bila stopnjevana.	Najvišji srčni utrip [število utripov/min], VO <sub>2</sub> [L/min], % VO <sub>2</sub> max, VE [L/min], koncentracija laktata v krvi [mmol/L]; poraba OH [kcal/min], poraba M [kcal/min], povprečna moč [W].	Za nobenega izmed merjenih parametrov niso ugotovili statistično značilnih razlik med aktivno in neaktivno fazo.

Vir	Preiskovanci	Namen in potek študije	Mere izida	Rezultati
Castro idr. (2022)	Zdrave odrasle, vzdržljivostno trenirane ženske (n = 16); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 6 mesecev; starost 25,3 ± 4,7 leta	Namen študije je bil analizirati srčno-dihalni odziv na vadbo skozi cikel jemanja kontraceptivov pri vzdržljivostno treniranih športnicah. Preiskovanke so testirane, ki je vključevalo obremenilni test na tekalni stezi, izvedle trikrat; prvo testiranje je bilo namenjeno seznanitvi s potekom testa, nato so opravile dve testiranjii v dveh različnih fazah jemanja kontraceptivov – aktivni in neaktivni fazi. Vse parametre so izmerili med ogrevanjem in ohlajanjem.	Absolutni in relativni VO <sub>2</sub> max [mL/min; mL/(min/kg)], VE [L/min], RER, srčni utrip [število utripov/min], stopnja zaznanega napora [0–10].	Preiskovanke so imele med aktivno fazo jemanja kontraceptivov statistično značilno višje vrednosti VE in stopnjo zaznanega napora (p < 0,001) kot med neaktivno fazo. Za vse preostale spremenljivke niso ugotovili statistično značilnih razlik.
Rechichi in Dawson (2012)	Ženske, plavalke in vaterpolistke (n = 6); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 12 mesecev; starost 26 ± 6 leta	Namen študije je bil ugotoviti, v kolikšni meri je telesna zmogljivost odvisna od hormonskega nihanja, nastalega zaradi jemanja kontraceptivov. Preiskovanke so testirane, ki je vključevalo 200 m plavanja v poljubni tehniki, izvedle trikrat; prvi testni dan je bil v fazi aktivnega jemanja tablet (med 17. in 21. dnevom cikla), preostala testna dneva v neaktivni fazi jemanja tablet (2. ali 3. ter 6. ali 7. dan faze).	Najvišji srčni utrip [število utripov/min], koncentracija laktata v krvi [mmol/L], koncentracija glukoze v krvi [mmol/L].	Koncentracija laktata v krvi je bila v neaktivni fazi statistično značilno (p < 0,05) nižja kot v aktivni fazi jemanja tablet. Za preostale parametre niso ugotovili statistično značilnih razlik (p > 0,05).
Rechichi idr. (2008)	Ženske, kolesarke in triatlonke (n = 13); jemanje kontraceptivov (enofazne tablete) > 6 mesecev; starost 34 ± 7 let	Namen študije je bil ugotoviti, ali na telesno zmogljivost vplivajo hormonska nihanja, nastala zaradi jemanja kontraceptivov. Preiskovanke so testirane, ki je vključevalo 8-minutni test na kolesarskem ergometru z intenzivnostjo na prvem laktatnem pragu, izvedle trikrat; prvi testni dan je bil v fazi aktivnega jemanja tablet (med 13. in 17. dnevom cikla), preostala testna dneva v neaktivni fazi jemanja tablet (2. ali 3. ter 6. ali 7. dan faze).	Povprečni srčni utrip [število utripov/min], % najvišjega srčnega utripa, povprečna VE [L/min], povprečni VO <sub>2</sub> [mL/kg/min], povprečna koncentracija laktata v krvi [mmol/L], povprečna koncentracija glukoze v krvi [mmol/L], povprečni RER, povprečna izhodna moč [W].	Povprečna VE in koncentracija laktata v krvi sta bili v aktivni fazi statistično značilno (p < 0,05) višji kot med obema testiranjema v neaktivni fazi jemanja tablet. Za preostale parametre niso ugotovili statistično značilnih razlik (p > 0,05).
Redman in Weatherby (2004)	Elite in subelite veslačice (n = 5); jemanje kontraceptivov (trifazne tablete) > 12 mesecev; starost 20,0 ± 1,9 leta	Namen študije je bil preučiti vpliv jemanja kontraceptivov na anaerobno zmogljivost. Preiskovanke so testirane, ki je vključevalo 1000-metrsko simulirano veslanje na veslaškem ergometru, izvedle v dveh različnih fazah cikla; prvi testni dan je bil v aktivni fazi (med 16. in 18. dnevom cikla), drugi v neaktivni fazi jemanja kontraceptivov (med 26. in 28. dnevom cikla). Posamezne parametre so oba dneva izmerili pred testom in po njem.	Koncentracija laktata v krvi [mmol/L], koncentracija glukoze v krvi [mmol/L], koncentracija trigliceridov v krvi [mmol/L], največja moč [W].	Koncentracija glukoze v krvi je bila med neaktivno fazo statistično značilno (p < 0,01) višja kot med aktivno fazo. Koncentracija trigliceridov v krvi se je po vadbi statistično značilno (p < 0,01) povečala tako med aktivno kot neaktivno fazo, vendar med posameznimi fazami ni bilo statistično značilnih razlik (p = 0,57). Tudi koncentracija laktata v krvi se je po vadbi statistično značilno (p = 0,00) povečala, vendar ni bilo statistično značilnih razlik med posameznimi fazami cikla (p = 0,45). Največja moč je bila višja med neaktivno fazo (p < 0,05).

Legenda: VO<sub>2</sub> max – največja poraba kisika; VO<sub>2</sub> – poraba kisika; VO<sub>2</sub>AT – največja poraba kisika pri anaerobnem pragu; RER – razmerje izmenjave dihalnih plinov; OC, OC+ – kontracepcijska skupina; NOC, OC – nekoncepcijska skupina; V<sub>E</sub> – pljučna ventilacija; OH – oglikovni hidrati; M – maščobe; Lipox<sub>max</sub> – intenzivnost vadbe; MLOF – največja hitrost oksidacije lipidov; p – statistična značilnost

slova in jih odstranili 94. Preostale zadetke smo pregledali na podlagi izvlečkov in odstranili dodatnih 59. Izmed preostalih 23 zadetkov smo dva izločili zaradi nedostopnosti celotnega besedila. Tako smo v celoti prebrali 21 člankov. Izmed teh smo jih v zadnjem koraku izločili še osem: štiri zaradi neustrezne intervencije, tri zaradi neustreznih rezultatov in enega zaradi neustrezne populacije. Iz opravljenega pregleda literature smo v naš pregled vključili 13 člankov. Postopek izbora literature je prikazan na Sliki 2.

## Povzetek značilnosti vključenih študij

V pregled literature smo vključili 13 študij. Skupno je bilo v vse raziskave vključenih 294 preiskovank. V petih študijah so primerjali skupino, ki je jemala kontraceptive, s skupino z redno menstruacijo (Isacco idr., 2015; Joyce idr., 2013; Quinn idr., 2018; Rebelo idr., 2010; Schaumberg idr., 2017), v dveh študijah so isto skupino preiskovank testirali pred jemanjem kontraceptivov in po njem (Casazza idr., 2002; Rickenlund idr., 2004), v eno študijo so vključili skupino, ki je jemala kontraceptive, in skupino, ki je jemala placebo (Lebrun idr., 2003), v petih študijah so isto skupino preiskovank, ki je jemala kontraceptive, testirali v različnih fazah cikla (Castro idr., 2022; Rechichi idr., 2008; Rechichi in Dawson, 2012; Redman in Weatherby, 2004; Vaiksaar idr., 2011). V desetih študijah so preiskovanke jemale enofazne (Castro idr., 2022; Isacco idr., 2015; Joyce idr., 2013; Quinn idr., 2018; Rebelo idr., 2010; Rechichi idr., 2008; Rechichi in Dawson, 2012; Rickenlund idr., 2004; Schaumberg idr., 2017; Vaiksaar idr., 2011) in v treh študijah trifazne kontracepcijske tablete (Casazza idr., 2002; Lebrun idr., 2003; Redman in Weatherby, 2004).

Podrobnejši opis preiskovank, namena, poteka in rezultatov vseh študij je predstavljen v Tabeli 1.

## Razprava

Na podlagi opravljenega pregleda znanstvene literature smo proučili vpliv uporabe hormonskih kontraceptivov na zmogljivost vzdržljivostnih športnic. Na splošno ugotavljamo, da lahko uporaba kontraceptivov nekoliko zmanjša zmogljivost, vendar so učinki majhni in rezultati med posameznimi študijami preveč različni, zato ne moremo z gotovostjo govoriti o vplivu jemanja kontraceptivov na zmogljivost. Ob

primerjavi enofaznih in trifaznih kontracepcijskih tablet ugotavljamo, da ima nekoliko večji vpliv na zmogljivost jemanje slednjih. Pomembno je dodati, da se je koncentracija eksogenih hormonov v zaužitih kontracepcijskih tabletah skozi leta spreminjala in je danes manjša, kot je bila v preteklosti, zato rezultati novejših študij kažejo, da zaradi zmanjšanih koncentracij zaužitih hormonov njihovo uživanje ne vpliva na zmogljivost vzdržljivostnih športnic (Mattu idr., 2020).

## Primerjava skupine, ki je jemala hormonske kontraceptive, s skupino z redno menstruacijo

Rezultati študij Joyce idr. (2013) ter Schaumberg idr. (2017), v katerih so primerjali skupino, ki je jemala enofazne kontraceptive, ter skupino, ki kontraceptivov ni jemala in je imela redno menstruacijo, kažejo, da je dolgotrajno jemanje kontraceptivov povezano z upadom najvišje vrednosti porabe kisika med obremenilnim testom (angl. peak oxygen consumption, VO<sub>2</sub>peak). Kot morebiten razlog za to navajajo nižje plazemske koncentracije adrenalina, noradrenalina in laktata s hkratnimi zmanjšanimi plazemskimi koncentracijami hormonov jajčnikov ter posledično zmanjšano aktivnost simpatičnega živčnega sistema (Schaal idr., 2011). Ker je pri študiji Joyce idr. (2013) v skupini, ki je jemala kontraceptive, prišlo do upada porabe kisika tudi pri anaerobnem pragu, lahko sklepamo, da je upad zmogljivosti privzema kisika posledica mehanizmov na ravni mišice, med drugimi pretoka krvi, sposobnosti odstranjevanja laktata in mitohondrijskega dihanja (Svedahl in MacIntosh, 2003). Schaumberg idr. (2017) so dodatno raziskali tudi dolgotrajnejše prilagoditve in nakazali, da lahko uporaba kontraceptivov prepreči upad najvišjih vrednosti posameznih parametrov do štiri tedne po končanem načrtovanem sklopu aerobnih treningov. Predpostavko, da lahko jemanje hormonskih kontraceptivov zmanjša submaksimalno in maksimalno aerobno zmogljivost, lahko podpremo tudi z ugotovitvijo študije Lebrun idr. (2003). Pri tej so skupino, ki je jemala trifazne kontraceptive, primerjali s skupino, ki je jemala placebo tablete, ter ugotovili zmanjšane vrednosti VO<sub>2</sub>max pri prvi in povišane vrednosti pri drugi; to bi lahko bilo posledica škodljivosti eksogenih estrogenov na aerobno zmogljivost (Bonkat idr., 1987). Ker niso dokazali vpliva na preostale parametre zmogljivosti, avtorji svojo študijo sklenejo z ugotovitvijo, da so

za določanje obsega učinka in morebitnih posledic jemanja hormonskih kontraceptivov na zmogljivost vzdržljivostnih športnic potrebne nadaljnje raziskave. Quinn idr. (2018) so preučevali vpliv jemanja enofaznih kontraceptivov na posamezne parametre aerobne vzdržljivosti in med skupinama niso ugotovili pomembnejših razlik. Ker so hkrati preučevali tudi oksigenacijo prefrontalnega korteksa in ugotovili njeno zmanjšanje, bi lahko slednje sprožilo signal za neposredno ali posredno zmanjšanje števila mišičnih enot ali proizvodnjo mišične sile (Rasmussen idr., 2007). Ker se, kot omenjeno, rezultati med skupino, ki je jemala kontraceptive, in skupino, ki jih ni, niso razlikovali, je vseeno malo verjetno, da bi bila zmanjšana oksigenacija mogoči mehanizem zmanjšane aerobne zmogljivosti, kar se sklada s predhodnimi ugotovitvami nekaterih drugih avtorjev (Billaut idr., 2010; Subudhi idr., 2007). Tudi rezultati preostalih dveh vključenih študij, v katerih so primerjali skupino, ki je jemala kontraceptive, in skupino z redno menstruacijo, se ujemajo, saj med skupinama ni bilo razlik v absolutnem in relativnem VO<sub>2</sub>max, srčnem utripu, razmerju izmenjave dihalnih plinov ter izhodni moči, s čimer dokazujejo, da uporaba enofaznih kontraceptivov v majhnih odmerkih ne vpliva na srčno-žilne parametre pri anaerobnem pragu in pri največji aerobni zmogljivosti (Isacco idr., 2015; Rebelo idr., 2010). Med vadbo srčno-žilni sistem na podlagi kardiogenega ukaza prilagodi količino kisika, ki ga pošlje do perifernih tkiv, in odstranjuje ogljikov dioksid, ki nastane kot produkt celične presnove (Dafoe, 2007). Z rezultati omenjenih dveh študij dokazujejo, da uporaba kontraceptivov na omenjeno interakcijo srčno-žilnega in presnovnega sistema ne vpliva.

## Primerjava parametrov vzdržljivosti pri preiskovankah pred jemanjem hormonskih kontraceptivov in po njem

V pregled smo vključili dve študiji, pri katerih so primerjali rezultate pred uporabo hormonskih kontraceptivov in po nekaj mesecih njihovega jemanja, a si izsledki študij nasprotujejo. V študiji Rickenlund idr. (2004) so preiskovanke jemale enofazne, v študiji Casazza idr. (2002) pa trifazne kontracepcijske tablete. Medtem ko so prvi ugotovili, da po določenem obdobju jemanja kontraceptivov v nobeni skupini ni bilo sprememb ne glede na telesno pripravljenost in menstrualni status, so drugi ugotovili, da se je tako absolutna kot relativna

vrednost VO<sub>2</sub>peak pri vseh preiskovankah znižala. Podrobnejša analiza teh sprememb v študiji Casazza idr. (2002) kaže, da so za spremembe in posledično zmanjšanje največje zmogljivosti odgovorna nihanja hormonov jajčnikov ter zmanjšana aktivnost simpatičnega živčnega sistema, skupaj z zmanjšano koncentracijo plazemskega kateholamina, ki neposredno sodeluje pri mobilizaciji glikogena med vadbo in katerega koncentracija v krvi se začne dvigovati šele pri višjih intenzivnostih vadbe (McMurray idr., 1993; Thong idr., 2000). Kot morebitne dejavnike za upad vrednosti VO<sub>2</sub>max v literaturi omenjajo zmanjšan pretok krvi v mišicah in s tem zmanjšano sposobnost prenosa kisika, nižje vrednosti hemoglobina ter spremembe v vzorcu uporabe substratov, vendar je po dosedanjih dognanjih o učinkih hormonskih kontraceptivov malo verjetno, da ti lahko sprožijo omenjene mehanizme. Dokazano je namreč bilo, da nadomestno zdravljenje z eksogenimi hormoni poveča utripni volumen srca (Kamali idr., 2000), poleg tega uporaba kontraceptivov dodatno poveča aktivnost sistema renin-angiotenzin-aldosteron v mirovanju (Oelkers idr., 2000), spremembe v koncentraciji hemoglobina in ravni železa v krvi pa naj bi bile posledica večje izgube krvi med menstruacijo (Larsson idr., 1992; Mooij idr., 1992).

## Primerjava parametrov vzdržljivosti pri preiskovankah med posameznimi fazami cikla

Zadnji sklop študij, vključenih v naš pregled literature, je preučeval zmogljivost preiskovank v različnih fazah cikla jemanja kontraceptivov. Kot že omenjeno v uvodu, lahko posamezni cikel razdelimo na aktivno in neaktivno fazo; slednja se za lažje razumevanje hormonskih vplivov še naprej deli na zgodnjo in pozno. V štirih študijah (Castro idr., 2022; Rechichi idr., 2008; Rechichi in Dawson, 2012; Vaiksaar idr., 2011) so preiskovanke jemale enofazne kontracepcijske tablete. Čeprav v študijah ni bilo večjih celokupnih razlik pri rezultatih testa, nekateri fiziološki parametri v posameznem ciklu niso bili konstantni. Rechichi idr. (2008) so ugotovili, da sta bili pljučna ventilacija in koncentracija laktata v krvi med aktivno fazo jemanja kontraceptivov višji kot med neaktivno fazo, kar potrjuje predhodne ugotovitve o tem, da povišana koncentracija progesterona povzroči povečanje dihalnih sposobnosti posameznika (England in Farhi, 1976). Višje vrednosti pljučne ventilacije med aktivno

fazo so s svojo študijo potrdili tudi Castro idr. (2022). V omenjeni fazi cikla preiskovanke s kontraceptivi neprekinjeno prejemajo odmerke eksogenega progesterona, kar poveča občutljivost kemoreceptorjev hipotalamusa, zniža prag dihalnega centra in poveča občutljivost za hipoksijo (Cagnacci idr., 2009; Sims in Heather, 2018; Winkler in Sudik, 2009). Dodatno so v omenjeni fazi ugotovili višjo stopnjo zaznanega napora, kar povezujejo s povišano pljučno ventilacijo (Nicolò idr., 2016). Pljučno ventilacijo namreč uravnavajo predmotorična in motorična področja možganov, ob projekciji teh področij v skeletno mišico pa pride do hkratne projekcije v senzorična področja možganov, kjer se ustvarja zaznava napora (Nicolò idr., 2014), zato je povečanje pljučne ventilacije in ocene zaznanega napora skoraj vedno sočasen pojav.

Skladni z ugotovitvami Rechichi idr. (2008) so tudi rezultati študije Rechichi in Dawson (2012), ki sta potrdila, da je koncentracija laktata v krvi višja med aktivno fazo jemanja kontraceptivov, ko so koncentracije endogenega progesterona najnižje in koncentracije eksogenega estrogena višje, kar pa se ne ujema z dotakratnimi dognanji. V preteklosti je bilo namreč ugotovljeno, da različne ravni estrogena skozi cikel jemanja kontraceptivov povzročijo spremenjeno presnovo ob telesni aktivnosti (Bonin idr., 1983; Bunt, 1990). Povečana koncentracija zaužitih estrogenov zavira glukoneogenezo in glikogenolizo, kar povzroči varčevanje z glikogenom ter večjo razpoložljivost in možnost uporabe lipidov (Bunt, 1990). Ker je laktat v krvi stranski produkt presnove ogljikovih hidratov, se njegove povišane vrednosti ne skladajo s predpostavko o varčevanju z glikogenom. Prav slednje potrjujejo rezultati študije Vaiksaar idr. (2011), s katero niso ugotovili sprememb v merjenih parametrih aerobne zmogljivosti skozi različne faze cikla. Ugotovili niso niti razlik v presnovi substratov med posameznimi fazami, medtem ko sta razlike v koncentraciji glukoze v krvi potrdila avtorja Redman in Weatherby (2004), ki sta dokazala povišane vrednosti glukoze v krvi med neaktivno fazo jemanja trifaznih kontraceptivov. Visoke koncentracije eksogenih hormonov povzročijo varčevanje z glikogenom ob zaviranju glukoneogeneze in glikogenolize tako med telesno aktivnostjo kot v mirovanju (Bonin idr., 1983; Bunt, 1990). Spremembe v koncentraciji glukoze in trigliceridov v plazmi so torej posledica zmanjšane nastajanja glukoze ter njene povečane shranjevanja v jetrih in mi-

šičnih tkivih (Ahmed-Sorour in Bailey, 1981). Za boljše razumevanje sprememb v porabi posameznih substratov in njihovega vpliva na zmogljivost športnic dodajamo še ugotovitve avtorjev Isacco idr. (2015). V študiji so preučevali stopnjo intenzivnosti vadbe, pri kateri je hitrost oksidacije lipidov največja, ter to primerjali med kontracepcijsko in nekontracepcijsko skupino. Med obremenilnim testom je bila hitrost oksidacije lipidov višja pri preiskovankah, ki so uživale hormonske kontraceptive. Razlog za to naj bi bil v višjih koncentracijah estrogenov, ki dodatno spodbudijo oksidacijo lipidov in hkrati zavirajo oksidacijo ogljikovih hidratov (D'Eon idr., 2002), kar so v preteklosti že dokazali tudi med moško populacijo (Devries idr., 2005; Hamadeh idr., 2005). Trémollières (2012) dodatno ugotavlja, da k večji hitrosti oksidacije lipidov prispeva povečano delovanje eksogenih spolnih hormonov, katerih delovanje je močnejše od endogenih. Zaradi vseh sprememb, povzročenih zaradi jemanja hormonskih kontraceptivov, naj bi bilo za vzdržljivostne športnice, ki redno jemljejo hormonske kontraceptive, optimalen športni rezultat mogoče doseči med aktivno fazo jemanja tablet (Redman in Weatherby, 2004).

Nedavni pregled literature o vplivu uporabe hormonskih kontraceptivov na športno zmogljivost športnic so avtorji Elliott-Sale idr. (2020) sklenili z ugotovitvami, da bi jemanje teh lahko povzročilo nekoliko slabšo zmogljivost v primerjavi z ženskami z redno menstruacijo, vendar so bili učinki majhni in spremenljivi, zato trenutni dokazi ne upravičujejo splošnih smernic o uporabi kontraceptivov v primerjavi z neuporabo. Avtorja Burrows in Peters (2007) sta prav tako opravila temeljit pregled literature o vplivu kontraceptivov na zmogljivost ženskih športnic. Kot smo ugotovili tudi v našem pregledu literature, sta tudi omenjena avtorja pregled zaključila z ugotovitvijo, da ne moremo dati enotnih zaključkov o vplivu kontraceptivov na številne fiziološke dejavnike, povezane z zmogljivostjo, in da se rezultati med posameznimi avtorji zelo razlikujejo. Omenjene razlike so lahko posledica več dejavnikov, med njimi so najverjetnejši (1) vrsta uporabljenih kontraceptivov in njihovih odmerkov, (2) majhnost vzorcev v posameznih študijah, (3) spremljanje žensk v majhnih časovnih okvirih ter (4) izbira faze cikla za izvedbo testiranja. Temu lahko dodamo še omejitve študij, vključenih v naš pregled, in sicer (1) pomanjkanje kakovostnih randomiziranih in nadzorovanih študij ter prevladovanje opazovalnih študij;

(2) pomanjkanje kontrolne skupine v večini vključenih študij, zato ne moremo z gotovostjo trditi, da so opažene spremembe posledica izključno jemanja kontraceptivov, ter (3) neenotnost poteka raziskav in testiranja med posameznimi vključenimi študijami. Kljub morebitnim nadaljnjim raziskavam na tem področju je verjetno, da bo odziv na uporabo hormonskih kontraceptivov odvisen od vsake posameznice posebej, zato svetujejo, da se jemanje kontraceptivov ob posvetu z zdravnikom in trenerji prilagodi vsaki posameznici, pri čemer je treba upoštevati tudi morebitne stranske učinke in vpliv na zdravje. Ker se v dosedanem raziskovanju kažejo potencialni učinki kontraceptivov na športno zmogljivost, je treba upoštevati individualni odziv športnice na različne odmerke in moč kontraceptivov ter najti kombinacijo, ki povzroča najmanj negativnih posledic za zmogljivost in zdravje.

## ■ Zaključek

Ker se čedalje več posameznic odloča za uporabo hormonskih kontraceptivov v obliki tablet, je za doseg optimalne telesne pripravljenosti pomembno razumeti njihov vpliv na telesno zmogljivost. S pregledom literature smo ugotovili, da lahko njihova uporaba zmanjša zmogljivost, vendar so učinki majhni in rezultati med posameznimi študijami preveč različni, da bi lahko z gotovostjo navedli trditve o vplivu kontraceptivov na zmogljivost. Kot najverjetnejši mehanizmi sprememb se omenjajo nihanja hormonov jajčnikov, zmanjšana aktivnost simpatičnega živčnega sistema ter spremembe v koncentraciji laktata v krvi, nastale kot posledica spremenjene porabe substratov, vključno s spremembami v vrednosti glukoze v krvi ter hitrosti oksidacije lipidov. Rezultati med posameznimi študijami so si preveč različni, da bi navedli enotne zaključke, ob tem pa je smiselno poudariti, da se koncentracija eksogenih hormonov, zaužitih s tabletami, spreminja in je danes manjša, kot je bila v preteklosti, zato predpostavljamo, da hormonski kontraceptivi na zmogljivost športnic ne vplivajo v večji meri. Ob tem je treba upoštevati, da se vsaka posameznica na hormonske kontraceptive odzove drugače, zato je pomembna individualna prilagoditev ob posvetovanju s trenerji in zdravniki.

## ■ Literatura

- Ahmed-Sorour, H. in Bailey, C. J. (1981). Role of ovarian hormones in the long-term control of glucose homeostasis, glycogen formation and gluconeogenesis. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 25(4), 208–212. <https://doi.org/10.1159/000176496>
- Antero, J., Golovkine, S., Niffoi, L., Meignié, A., Chassard, T., Delarochelambert, Q., Duclos, M., Maitre, C., Maciejewski, H., Diry, A. in Toussaint, J.-F. (2023). Menstrual cycle and hormonal contraceptive phases' effect on elite rowers' training, performance and wellness. *Frontiers in Physiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1110526>
- Berenson, A. B., Radecki, C. M., Grady, J. J., Rickert, V. I. in Thomas, A. (2001). A prospective, controlled study of the effects of hormonal contraception on bone mineral density. *Obstetrics and Gynecology*, 98(4), 576–582. [https://doi.org/10.1016/s0029-7844\(01\)01495-8](https://doi.org/10.1016/s0029-7844(01)01495-8)
- Billaud, F., Davis, J. M., Smith, K. J., Marino, F. E. in Noakes, T. D. (2010). Cerebral oxygenation decreases but does not impair performance during self-paced, strenuous exercise. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 198(4), 477–486. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2009.02058.x>
- Bonekat, H. W., Dombrov, M. L. in Staats, B. A. (1987). Progesterone-induced changes in exercise performance and ventilatory response. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(2), 118–123.
- Bonen, A., Haynes, F. J., Watson-Wright, W., Sopper, M. M., Pierce, G. N., Low, M. P. in Graham, T. E. (1983). Effects of menstrual cycle on metabolic responses to exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 55(5), 1506–1513. <https://doi.org/10.1152/jappl.1983.55.5.1506>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Bullen, B. A., Skrinar, G. S., Beitins, I. Z., von Mering, G., Turnbull, B. A. in McArthur, J. W. (1985). Induction of menstrual disorders by strenuous exercise in untrained women. *The New England Journal of Medicine*, 312(21), 1349–1353. <https://doi.org/10.1056/NEJM198505233122103>
- Bunt, J. C. (1990). Metabolic actions of estradiol: significance for acute and chronic exercise responses. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(3), 286–290.
- Burrows, M. in Peters, C. E. (2007). The Influence of Oral Contraceptives on Athletic Performance in Female Athletes. *Sports Medicine*, 37(7), 557–574. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737070-00001>
- Cagnacci, A., Ferrari, S., Tirelli, A., Zanin, R. in Volpe, A. (2009). Insulin sensitivity and lipid metabolism with oral contraceptives containing chlormadinone acetate or desogestrel: a randomized trial. *Contraception*, 79(2), 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.contraception.2008.09.002>
- Casazza, G. A., Suh, S.-H., Miller, B. F., Navazio, F. M. in Brooks, G. A. (2002). Effects of oral contraceptives on peak exercise capacity. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 93(5), 1698–1702. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2002>
- Castro, E. A., Rael, B., Romero-Parra, N., Alfaro-Magallanes, V. M., Rojo-Tirado, M. A., García-de-Alcaraz, A., Cupeiro, R., Peinado, A. B., in IronFEMME Study Group. (2022). Influence of oral contraceptive phase on cardiorespiratory response to exercise in endurance-trained athletes. *The European Journal of Contraception & Reproductive Health Care: The Official Journal of the European Society of Contraception*, 27(4), 308–316. <https://doi.org/10.1080/13625187.2021.2021176>
- Constantini, N. W., Dubnov, G. in Lebrun, C. M. (2005). The Menstrual Cycle and Sport Performance. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), e51–e82. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.01.003>
- Dafoe, W. (2007). Principles of Exercise Testing and Interpretation. *The Canadian Journal of Cardiology*, 23(4), 274.
- D'Eon, T. M., Sharoff, C., Chipkin, S. R., Grow, D., Ruby, B. C. in Braun, B. (2002). Regulation of exercise carbohydrate metabolism by estrogen and progesterone in women. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 283(5), E1046–E1055. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00271.2002>
- Devries, M. C., Hamadeh, M. J., Graham, T. E. in Tarnopolsky, M. A. (2005). 17beta-estradiol supplementation decreases glucose rate of appearance and disappearance with no effect on glycogen utilization during moderate intensity exercise in men. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 90(11), 6218–6225. <https://doi.org/10.1210/jc.2005-0926>
- Drinkwater, B. L., Nilson, K., Chesnut, C. H., Bremner, W. J., Shainholtz, S. in Southworth, M. B. (1984). Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes. *The New England Journal of Medicine*, 311(5), 277–281. <https://doi.org/10.1056/NEJM198408023110501>
- Elliott-Sale, K. J., McNulty, K. L., Ansdell, P., Goodall, S., Hicks, K. M., Thomas, K., Swinton, P. A. in Dolan, E. (2020). The Effects of Oral Contraceptives on Exercise Performance

- in Women: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(10), 1785–1812. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01317-5>
20. England, S. J. in Farhi, L. E. (1976). Fluctuations in alveolar CO<sub>2</sub> and in base excess during the menstrual cycle. *Respiration Physiology*, 26(2), 157–161. [https://doi.org/10.1016/0034-5687\(76\)90093-1](https://doi.org/10.1016/0034-5687(76)90093-1)
  21. Fotherby, K. (1996). Bioavailability of orally administered sex steroids used in oral contraception and hormone replacement therapy. *Contraception*, 54(2), 59–69. [https://doi.org/10.1016/0010-7824\(96\)00136-9](https://doi.org/10.1016/0010-7824(96)00136-9)
  22. Giacomoni, M. in Falgairette, G. (2000). Decreased submaximal oxygen uptake during short duration oral contraceptive use: a randomized cross-over trial in premenopausal women. *Ergonomics*, 43(10), 1559–1570. <https://doi.org/10.1080/001401300750003989>
  23. Hackney, A. C. (1999). Influence of oestrogen on muscle glycogen utilization during exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 167(3), 273–274. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.1999.00605.x>
  24. Hamadeh, M. J., Devries, M. C. in Tarnopolsky, M. A. (2005). Estrogen supplementation reduces whole body leucine and carbohydrate oxidation and increases lipid oxidation in men during endurance exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 90(6), 3592–3599. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-1743>
  25. Hansen, M. (2018). Female hormones: do they influence muscle and tendon protein metabolism? *Proceedings of the Nutrition Society*, 77(1), 32–41. <https://doi.org/10.1017/S0029665117001951>
  26. Isacco, L., Thivel, D., Pereira, B., Duclos, M. in Boisseau, N. (2015). Maximal fat oxidation, but not aerobic capacity, is affected by oral contraceptive use in young healthy women. *European Journal of Applied Physiology*, 115(5), 937–945. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3075-7>
  27. Joyce, S., Sabapathy, S., Bulmer, A. in Minahan, C. (2013). Effect of long-term oral contraceptive use on determinants of endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), 1891–1896. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182736935>
  28. Kamali, P., Müller, T., Lang, U. in Clapp, J. F. (2000). Cardiovascular responses of perimenopausal women to hormonal replacement therapy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 182(1 Pt 1), 17–22. [https://doi.org/10.1016/s0002-9378\(00\)70485-6](https://doi.org/10.1016/s0002-9378(00)70485-6)
  29. Kendrick, Z. V. in Ellis, G. S. (1991). Effect of estradiol on tissue glycogen metabolism and lipid availability in exercised male rats. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 71(5), 1694–1699. <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.71.5.1694>
  30. Kissow, J., Jacobsen, K. J., Gunnarsson, T. P., Jessen, S. in Hostrup, M. (2022). Effects of Follicular and Luteal Phase-Based Menstrual Cycle Resistance Training on Muscle Strength and Mass. *Sports Medicine*, 52(12), 2813–2819. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01679-y>
  31. Kuhl, H. (1996). Comparative pharmacology of newer progestogens. *Drugs*, 51(2), 188–215. <https://doi.org/10.2165/00003495-199651020-00002>
  32. Larsson, G., Milsom, I., Lindstedt, G. in Rybo, G. (1992). The influence of a low-dose combined oral contraceptive on menstrual blood loss and iron status. *Contraception*, 46(4), 327–334. [https://doi.org/10.1016/0010-7824\(92\)90095-b](https://doi.org/10.1016/0010-7824(92)90095-b)
  33. Lebrun, C. M., Petit, M. A., McKenzie, D. C., Taunton, J. E. in Prior, J. C. (2003). Decreased maximal aerobic capacity with use of a triphasic oral contraceptive in highly active women: a randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 37(4), 315–320. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.4.315>
  34. Lee, A. in Syed, Y. Y. (2022). Estetrol/Drospirenone: A Review in Oral Contraception. *Drugs*, 82(10), 1117–1125. <https://doi.org/10.1007/s40265-022-01738-8>
  35. Loucks, A. B., Verdun, M. in Heath, E. M. (1998). Low energy availability, not stress of exercise, alters LH pulsatility in exercising women. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 84(1), 37–46. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.1.37>
  36. Martin, D., Sale, C., Cooper, S. B. in Elliott-Sale, K. J. (2018). Period Prevalence and Perceived Side Effects of Hormonal Contraceptive Use and the Menstrual Cycle in Elite Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 926–932. <https://doi.org/10.1123/ijcpp.2017-0330>
  37. Mattu, A. T., Iannetta, D., MacInnis, M. J., Doyle-Baker, P. K. in Murias, J. M. (2020). Menstrual and oral contraceptive cycle phases do not affect submaximal and maximal exercise responses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(3), 472–484. <https://doi.org/10.1111/sms.13590>
  38. McMurray, R. G., Mottola, M. F., Wolfe, L. A., Artal, R., Millar, L. in Pivarnik, J. M. (1993). Recent advances in understanding maternal and fetal responses to exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(12), 1305–1321.
  39. Messinis, I. E. (2006). From Menarche to Regular Menstruation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1092(1), 49–56. <https://doi.org/10.1196/annals.1365.004>
  40. Mooij, P. N., Thomas, C. M., Doesburg, W. H. in Eskes, T. K. (1992). The effects of oral contraceptives and multivitamin supplementa-
- tion on serum ferritin and hematological parameters. *International Journal of Clinical Pharmacology, Therapy, and Toxicology*, 30(2), 57–62.
41. Nicolò, A., Bazzucchi, I., Haxhi, J., Felici, F. in Sacchetti, M. (2014). Comparing Continuous and Intermittent Exercise: An “Isoeffort” and “Isotime” Approach. *PLOS ONE*, 9(4), e94990. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094990>
  42. Nicolò, A., Marcora, S. M. in Sacchetti, M. (2016). Respiratory frequency is strongly associated with perceived exertion during time trials of different duration. *Journal of Sports Sciences*, 34(13), 1199–1206. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1102315>
  43. Oelkers, W., Helmerhorst, F. M., Wuttke, W. in Heithecker, R. (2000). Effect of an oral contraceptive containing drospirenone on the renin-angiotensin-aldosterone system in healthy female volunteers. *Gynecological Endocrinology: The Official Journal of the International Society of Gynecological Endocrinology*, 14(3), 204–213. <https://doi.org/10.3109/09513590009167683>
  44. Pitchers, G. in Elliott-Sale, K. (2019). *Considerations for coaches training female athletes*.
  45. Quinn, K. M., Billaut, F., Bulmer, A. C. in Minahan, C. L. (2018). Cerebral oxygenation declines but does not impair peak oxygen uptake during incremental cycling in women using oral contraceptives. *European Journal of Applied Physiology*, 118(11), 2417–2427. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3968-y>
  46. Rasmussen, P., Dawson, E. A., Nybo, L., van Lieshout, J. J., Secher, N. H. in Gjedde, A. (2007). Capillary-oxygenation-level-dependent near-infrared spectrometry in frontal lobe of humans. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism: Official Journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 27(5), 1082–1093. <https://doi.org/10.1038/sj.jcbfm.9600416>
  47. Rebelo, A. C. S., Zuttin, R. S., Verlengia, R., Cesar, M. de C., de Sá, M. F. S. in da Silva, E. (2010). Effect of low-dose combined oral contraceptive on aerobic capacity and anaerobic threshold level in active and sedentary young women. *Contraception*, 81(4), 309–315. <https://doi.org/10.1016/j.contraception.2009.11.005>
  48. Rechichi, C. in Dawson, B. (2012). Oral contraceptive cycle phase does not affect 200-m swim time trial performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 961–967. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822dfb8b>
  49. Rechichi, C., Dawson, B. in Goodman, C. (2008). Oral contraceptive phase has no effect on endurance test. *International Journal of Sports Medicine*, 29(4), 277–281. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965334>

50. Redman, L. M. in Weatherby, R. P. (2004). Measuring performance during the menstrual cycle: a model using oral contraceptives. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 130–136. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000106181.52102.99>
51. Reed, B. G. in Carr, B. R. (2000). The Normal Menstrual Cycle and the Control of Ovulation. V K. R. Feingold, B. Anawalt, M. R. Blackman, A. Boyce, G. Chrousos, E. Corpas, W. W. de Herder, K. Dhatriya, K. Dungan, J. Holfand, S. Kalra, G. Kaltsas, N. Kapoor, C. Koch, P. Kopp, M. Korbonits, C. S. Kovacs, W. Kuo-hung, B. Laferrère, ... D. P. Wilson (ur.), *Endotext*. MDText.com, Inc. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279054/>
52. Rickenlund, A., Carlström, K., Ekblom, B., Brismar, T. B., Von Schoultz, B. in Hirschberg, A. L. (2004). Effects of oral contraceptives on body composition and physical performance in female athletes. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(9), 4364–4370. <https://doi.org/10.1210/jc.2003-031334>
53. Schaal, K., Van Loan, M. D. in Casazza, G. A. (2011). Reduced catecholamine response to exercise in amenorrheic athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(1), 34–43. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e91ece>
54. Schaumberg, M. A., Jenkins, D. G., Janse DE Jonge, X. A. K., Emmerton, L. M. in Skinner, T. L. (2017). Oral Contraceptive Use Dampens Physiological Adaptations to Sprint Interval Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(4), 717–727. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001171>
55. Sims, S. T. in Heather, A. K. (2018). Myths and Methodologies: Reducing scientific design ambiguity in studies comparing sexes and/or menstrual cycle phases. *Experimental Physiology*, 103(10), 1309–1317. <https://doi.org/10.1113/EP086797>
56. Sitruk-Ware, R. in Nath, A. (2011). Metabolic effects of contraceptive steroids. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 12(2), 63–75. <https://doi.org/10.1007/s11154-011-9182-4>
57. Stricker, R., Eberhart, R., Chevailler, M.-C., Quinn, F. A., Bischof, P. in Stricker, R. (2006). Establishment of detailed reference values for luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, estradiol, and progesterone during different phases of the menstrual cycle on the Abbott ARCHITECT® analyzer. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 44(7), 883–887. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2006.160>
58. Subudhi, A. W., Dimmen, A. C. in Roach, R. C. (2007). Effects of acute hypoxia on cerebral and muscle oxygenation during incremental exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 103(1), 177–183. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01460.2006>
59. Svedahl, K. in MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne De Physiologie Appliquée*, 28(2), 299–323. <https://doi.org/10.1139/h03-023>
60. Teal, S. in Edelman, A. (2021). Contraception Selection, Effectiveness, and Adverse Effects: A Review. *JAMA*, 326(24), 2507–2518. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.21392>
61. Thong, F. S., McLean, C. in Graham, T. E. (2000). Plasma leptin in female athletes: relationship with body fat, reproductive, nutritional, and endocrine factors. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 88(6), 2037–2044. <https://doi.org/10.1152/jappp.2000.88.6.2037>
62. Trémollières, F. (2012). [Oral combined contraception: is there any difference between ethinyl-estradiol and estradiol?]. *Gynecologie, Obstetrique & Fertilité*, 40(2), 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.gyobfe.2011.10.009>
63. Vaiksaar, S., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Kalytka, S., Shakhlina, L. in Jürimäe, T. (2011). Phase of oral contraceptive cycle and endurance capacity of rowers. *Perceptual and Motor Skills*, 113(3), 764–772. <https://doi.org/10.2466/05.06.PMS.113.6.764-772>
64. van Hylckama Vlieg, A., Helmerhorst, F. M., Vandembroucke, J. P., Doggen, C. J. M. in Rosendaal, F. R. (2009). The venous thrombotic risk of oral contraceptives, effects of oestrogen dose and progestogen type: results of the MEGA case-control study. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 339, b2921. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2921>
65. Wanichsetakul, P., Kamudhamas, A., Watanaruangkavit, P., Siripakarn, Y. in Visutakul, P. (2002). Bone mineral density at various anatomic bone sites in women receiving combined oral contraceptives and depot-medroxyprogesterone acetate for contraception. *Contraception*, 65(6), 407–410. [https://doi.org/10.1016/s0010-7824\(02\)00308-6](https://doi.org/10.1016/s0010-7824(02)00308-6)
66. Winkler, U. H. in Sudik, R. (2009). The effects of two monophasic oral contraceptives containing 30 mcg of ethinyl estradiol and either 2 mg of chlormadinone acetate or 0.15 mg of desogestrel on lipid, hormone and metabolic parameters. *Contraception*, 79(1), 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.contraception.2008.08.011>

Zala Svete

Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede  
o zdravju  
97230430@student.upr.si



Mit Bračič\*,  
Frane Erčulj\*\*

## Učinkovitost fizioterapevtsko-kineziološkega programa zdravljenja pri mladih športnikih z Osgood-Schlatterjevim sindromom

### Izvleček

Osgood-Schlatterjev sindrom (OSS) je športna poškodba oz. obolenje nastišča patelnarnega ligamenta, ki je v zadnjem času v izjemnem porastu med mladimi športniki. Pri fantih se OSS pojavi med 10. in 15. letom, pri dekletih pa med 8. in 13. letom. Povezan je lahko s prekomernimi športnimi obremenitvami, tipom obremenitev, športnim terenom in telesno rastjo mladostnikov. Namen raziskave je bil ugotoviti kratkoročne učinke fizioterapevtsko-kineziološkega programa zdravljenja mladih športnikov z OSS. V program zdravljenja smo povabili 20 aktivnih mladih športnikov, starih od 13 do 16 let. Opravili so 6-tedenski vodeni program fizioterapije in vadbe (18 obravnav). Na začetku in ob koncu programa smo z meritvami pridobili podatke o telesni sestavi, gibljivosti kolenskega sklepa, kontraktilnih lastnostih sprednje (RF) in zadnje (BF) stegenske mišice ter stopnji bolečine po lestvici VAS. Rezultati raziskave potrjujejo pozitivne učinke fizioterapevtsko-kineziološkega programa zdravljenja mladih športnikov z OSS. S programom smo povečali celotno mišično maso ter mišično maso dominantne in nedominantne noge ter zmanjšali odstotek maščobne mase. Tako pri dominantni kot nedominantni nogi smo pri RF in BF z metodo TMG ugotovili statistično krajši čas krčenja, povečal se je mišični tonus oz. zmanjšal pomik trebuha mišic, čas relaksacije RF in BF pa se je statistično značilno skrajšal le pri dominantni nogi. S programom smo tudi občutno znižali stopnjo bolečine po lestvici VAS pri mladih športnikih z OSS.

*Ključne besede:* fizioterapija, vadba, Osgood-Schlatterjev sindrom, diagnostika, šport mladih



## Effectiveness of a physiotherapy-kinesiology treatment programme in young athletes with osgood-schlatter syndrome

### Abstract

Osgood-Schlatter syndrome (OSS) is a sports injury or inflammation of the patellar ligament that has recently become increasingly common in young athletes. OSS occurs between the ages of 10 and 15 years in boys and between the ages of 8 and 13 years in girls. It can be associated with excessive sporting loads, the type of loads, the sporting terrain and the physical growth of adolescents. The aim of this study was to determine the short-term effects of a physiotherapy-kinesiology treatment programme in young athletes with OSS. Twenty active young athletes aged 13–16 years were invited to participate in the treatment programme and underwent a 6-week guided physiotherapy and exercise programme (18 sessions). At the beginning and end of the programme, we measured data on body composition, knee joint mobility, contractile properties of the anterior (RF) and posterior (BF) thigh muscles, and pain levels using the VAS scale. The results of the study confirm the positive effects of a physiotherapy-kinesiology treatment programme on young athletes with OSS. The programme helped increase overall muscle mass and the dominant and non-dominant leg muscle mass, as well as reduce the percentage of fat mass. In both the dominant and non-dominant leg, using the TMG method, we found statistically shorter contraction time, increased muscle tone and decreased muscle abdominal displacement in RF and BF, respectively, whereas the relaxation time of RF and BF was statistically significantly reduced only in the dominant leg. The programme also significantly reduced the VAS pain level in young athletes with OSS.

*Keywords:* Physiotherapy, exercise, Osgood-Schlatter syndrome, diagnosis, youth sport

\*Univerza Alma Mater Europaea – Evropski center Maribor

\*\*Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani



## ■ Uvod

Osgood-Schlatterjev sindrom (OSS) je poškodba narastišča patelarnega ligamenta (osteohondroza kolena), ki je v zadnjem času v izjemnem porastu med mladimi športniki v pubertetnem obdobju (Neuhaus idr., 2021). Prvič je bila v razpoložljivi literaturi omenjena že leta 1903 (Osgood 1903; Schlatter 1903). Povezana je s prekomernimi športnimi obremenitvami, tipom obremenitev, igralno površino in telesno rastjo mladostnikov. Rezultat je v večini primerov močno otečeno koleno in nezmožnost športnega udejstvovanja zaradi močne bolečine. Pacienti v večini primerov občutijo močno bolečino pri hoji po stopnicah navzdol, pri dolgotrajnem sedenju v šoli, pri počepanju in teku po trdi površini (Gholve in sod., 2007). V literaturi zasledimo podatek, da je v svetu vsaj 10 % mladih, obolelih za Osgood-Schlatterjevim sindromom (OSS). Pri fantih se OSS pojavi med 10. in 15. letom, pri dekletih pa med 8. in 13. letom (De Lucena idr., 2011).

Večina raziskav opisuje konservativno fizioterapevsko zdravljenje poškodbe z intervencijo telesne vadbe (Guldhamer idr., 2019). V Sloveniji tovrstnih raziskav niso izvajali, zato nimamo podatkov o incidenci OSS pri mladih športnikih. Pri OSS ne poznamo konkretnega vzroka nastanka poškodbe, obstaja pa sum, da zaradi športnih obremenitev prihaja do mikropoškodb na narastišču patelarnega ligamenta. Večje so obremenitve in večji je vlek ligamenta oz. mišice rectus femoris, večja je možnost za nastanek poškodbe pri mladem športniku (De Lucena idr., 2011). OSS se lahko pojavi tudi pri odrasčajoči mladini, ki v kratkem času hitro zraste (10 cm ali več v letu dni). Zategnjenost oz. povečan mišični tonus, ki je posledica hitre rasti dolgih kosti (stegenice), lahko povzroči močan vlek patelarnega ligamenta na narastišče pod kolonom (Tzalach idr., 2016).

Prekomerne trenažne obremenitve mladih športnikov so vzrok za draženje narastišča mišice kvadriceps in oteklino, nastalo kot posledica vnetja mehkih struktur okoli narastišča pogačične kite. V tem obdobju je tudi telesni razvoj pomemben dejavnik, ki vpliva na pojav OSS ob prekomernem naporu (hitro se povečuje telesna višina in s tem tudi telesna masa) (Smith in Varacallo, 2019). Skupna hipoteza o etiologiji OSS predlaga, da je možen vzrok asinhroni razvoj kosti (stegenice) in mehkih tkiv (sprednja stegenska mišica), zlasti mišice

rectus femoris med puberteto (Tzalach idr., 2016). Sila vleka mišice povzroči draženje in v hujših primerih delno avulzijo apofize tibialnega tuberkula. Sila vleka se poveča z intenzivnimi športnimi aktivnostmi in zlasti po obdobjih hitre rasti, ki se pojavljajo v puberteti (Smith in Varacallo, 2019). Pojav OSS po navadi traja od 6 do 18 mesecev (Midtby idr., 2018). Pri 20–30 % primerov se OSS pojavi na obeh kolenih (bilateralno), v večini primerov pa je pojav zaznati na enem kolenu, po navadi na dominantni okončini, ki je bolj obremenjena pri športnih aktivnostih (Vaishya idr., 2016).

Pri zdravljenju OSS so pomembni ključni elementi dobre klinične diagnoze, med drugim anamneza, klinični testi in instrumentalni pregled z uporabo različnih slikovnih tehnik, kot je radiografija, ki omogoča pregled normalne osifikacije apofiz. Uporabna sta tudi ultrazvok in magnetna resonanca, saj lahko odkrijeta otekanje mehkih tkiv pred tibialno tuberozitetom, edem patelarne tetive, infrapatelarni burzitis in edem kostnega mozga (Gholve idr., 2007).

Pri pregledu literature (Neuhaus idr., 2021; Lucenti idr., 2022; Circi idr., 2017) in v klinični praksi zasledimo, da zdravniki v večini primerov mladim športnikom ob pojavu poškodb priporočajo le počitek ter tako počakajo, da bolečina sama izzveni. To lahko traja tudi leto dni ali več (Hefti, 2015). Trenerji športnikov v večini primerov niso seznanjeni z vzroki in posledicami OSS. Fizioterapevska stroka še nima enotnega mnenja o tem, kako ravnati v postopkih zdravljenja OSS. V zadnjih desetih letih smo zasledili, da so mladi športniki v Sloveniji v določeni starosti večji in težji ter da imajo v povprečju večjo maščobno maso (Športnovzgojni karton, 2024). Podoben trend povečanja telesne rasti in odstotka maščobne mase lahko zasledimo tudi po drugih državah po svetu (Phelps idr., 2024). Večja telesna masa in nizka mišična moč sta tudi dejavnika, ki lahko povzročita OSS, zaradi močnega vleka patelarnega ligamenta na narastišče. Mišična moč mladih športnikov je v večini primerov na nizki ravni in tako niso sposobni velikih obremenitev v trenažnem procesu (Neuhaus idr., 2021; Lucenti idr., 2022; Circi idr., 2017). Eden izmed pomembnih dejavnikov pri pojavu OSS je tudi dominantnost okončin (dominantna noga) (Gholve idr., 2007), ki je lahko pri določenih športnih disciplinah enostransko močno obremenjena. Omenimo lahko asimetrične športne discipline, kot

so nogomet, tenis, košarka, ples, umetnostno drsanje in roket, ki v večjem deležu obremenijo dominantno okončino – nogo (pri desničarjih levo in pri levičarjih desno okončino) (Bračič, 2010).

Glavni morfološki dejavniki tveganja za pojav OSS so: 1) visoka telesna višina, 2) povišana telesna masa oz. indeks telesne mase (ITM), 3) zmanjšana gibljivost stegenjskih mišic (sprednja in zadnja stegenska mišica), 4) višina notranjega vzdolžnega loka stopal (tveganje se poveča z višjim stopalnim lokom), 5) predhodna diagnoza Severjeve patologije (Watanabe idr., 2018), 6) dorzalna fleksija gležnja, omejena na 10° ali manj (Šarčević, 2008), 7) tibialna rotacija (povečanje kondilomaleolarne kota in zunanja rotacija tibije) (Gigante idr., 2003) ter 8) sočasen pojav valgusa kolena in pronacije stopal (Wilner, 1969).

Po mnenju avtorjev je dolgoletna problematika v slovenskem športu nesistematičen pristop v telesni pripravi, ki je nujen za preventivo pred poškodbami kolenskega sklepa, saj je iz študij in klinične prakse znano, da večina športnih tehnik in obremenitev povzroča oz. zahteva velik napor oz. obremenitev mišičevja nog in kolenskega sklepa (Erčulj in Bračič, 2014; Hadžić idr., 2013; Erčulj idr., 2012; Erčulj idr., 2011; Erčulj in Bračič, 2011; Bračič idr., 2009; Bračič idr., 2008).

Namen raziskave je bil ugotoviti kratkoročne učinke fizioterapevsko-kineziološkega programa zdravljenja na posamezne telesne komponente: 1) telesno mišično maso ter mišično maso dominantne in nedominantne noge, 2) živčno-mišične komponente, kot so čas krčenja mišice, in odmik krčenja mišice dominantne in nedominantne okončine, ter 3) znižanje stopnje bolečine po lestvici VAS pri mladih športnikih z Osgood-Schlatterjevim sindromom.

## ■ Metode

### Vzorec preiskovancev

V vzorec preiskovancev je bilo vključenih 20 aktivnih mladih športnikov moškega spola, starih od 13 do 16 let, z diagnozo Osgood-Schlatterjev sindrom (stari 13 let – N4, 14 let – N2, 15 let – N2 in 16 let – N12). Preiskovanci so opravili pregled (meritve) na začetku in ob koncu programa zdravljenja. V obdobju meritev smo od preiskovancev zahtevali, da so razmeroma spočiti, da niso izvajali visoko intenzivnih treningov neposredno oz. dan pred meritvami ter da

so poskrbeli za ustrezno prehrano in hidriranost. V času fizioterapevtskih postopkov niso izvajali trenažnega procesa v šoli ali klubu.

## Protokol meritev

Meritve oz. diagnostiko smo izvajali v laboratoriju fizioterapevtske klinike Global Treatment Clinic v Ljubljani. Tam smo izvajali tudi fizioterapevtsko-kineziološki program zdravljenja mladih športnikov z Osgood-Schlatterjevim sindromom.

## Izvedene so bile naslednje meritve:

1) Analiza telesne sestave (sistem Tanita 780 MA, Bia Technology, Japonska: telesna višina (TV), telesna masa (TM), % maščobne mase, % mišične mase, % mišične mase dominantne in nedominantne spodnje okončine, indeks telesne mase (ITM)).

2) Pri vseh preiskovancih smo opravili merjenje TMG – tenziomiografija (TMG – TMG-BMC, Slovenija), to je diagnostična metoda za **ugotavljanje in vrednotenje kontraktilnih lastnosti mišic**. Je neinvazivna detekcija kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic s tehniko selektivnega merjenja časovnih potekov radialnih odmikov trebuha mišice (Toskič idr., 2022). Analizirali smo dvosklepne mišice rectus femoris (RF) in biceps femoris (BF) na dominantni in nedominantni nogi. Izmerjeni parametri: 1. TC – čas krčenja, 2. Dm – največja amplituda oz. odmik krčenja mišice.

3) Preiskovanci so izpolnili vprašalnik o stopnji bolečine (VAS). Vizualna analogna lestvica je psihometrični merilni instrument, s katerim merimo intenzivnost bolečin ob določeni poškodbi, ker jih ni mogoče neposredno izmeriti v kliničnih študijah (Gould idr., 2001). V našem primeru smo merili stopnjo bolečine, ki jo bolnik čuti ter sega na lestvi od 0 – brez bolečine do 100 – velika bolečina (Powell idr., 2001, 29). Operativno je VAS vodoravna črta, dolžine 100 mm, z besednimi deskriptorji na vsakem koncu (Yang idr., 2021).

Prva (začetna) meritev vsakega preiskovanca je bila opravljena dan pred začetkom programa zdravljenja, druga (končna) meritev pa dan po zaključku programa (po 6 tednih oz. po 18. terapiji).

## Program fizioterapevtsko-kineziološkega zdravljenja OSS

Zaporedje izvajanja postopkov večkomponentnega programa fizioterapevtsko-kineziološkega zdravljenja mladih športnikov

z OSS, pripravljenega na podlagi z dokazi podprte fizioterapije in aplikativne kineziologije, predstavljamo v nadaljevanju.

Preiskovanci so izvajali 3 terapije na teden v trajanju 6 tednov (skupaj 18 obravnav), nato so sledile kontrolne meritve v točki 2. Dnevi terapij so si sledili: ponedeljek – sreda – petek. Študija je trajala 24 tednov, saj smo v trajanju 6 tednov izvajali program zdravljenja s 5 preiskovanci hkrati.

Aktivacijo mišičevja smo izboljševali s kinezioterapevtskimi postopki (vadba za moč mišičevja nog), čemur sta sledili metodi fizioterapije udarni globinski valovi (fokusni – ESWT) in magnetoterapija EMMT.

## Potek programa fizioterapevtsko-kineziološkega zdravljenja OSS

1) Ogrevanje: kolo 10 min – frekvenca pedaliranja 60 vatov (sobno kolo)

2) Vadba po izdelanem protokolu vaj za vsakega preiskovanca glede na sposobnosti: vsako vajo so izvajali v 3 serijah po 10 ponovitev; odmor med serijami 1 min, med vajami 2 min, na začetku programa (1. obravnava) smo pri vsakem preiskovancu izmerili največjo moč 10 RM in potem določili mejne teže:

- stiskanje žoge s koleno z zadržkom 2 sek,
- dvig na prste na eni nogi (leva in desna noga – med menjavo nog ni bilo odmora),
- izteg kolka s kablom enonožno (leva in desna noga – med menjavo nog ni bilo odmora),
- upogib kolena na napravi enonožno (leva in desna noga – med menjavo nog ni bilo odmora),
- ekscentrično spuščanje opornice z eno nogo (ekstenzija kolen z obema nogama) – zadržek opornice 3 sek in počasno spuščanje v začetni položaj.

3) Udarni globinski valovi – fokusni (ESWT) za pogačično tetivo (3., 6., 9., 12., 15. terapija) (Masterpuls MP 50, Storz, Švica). Pnevmatično generirani akustični pulzi (UGV) se prenašajo v telo skozi celotno boleče področje z uporabo mobilnega aplikatorja (Slika 1). Postopek aplikacije UGV: preiskovanec je sedel na fizioterapevtski mizi, koleno je imel pokrčeno 90°. Udarne valove smo aplicirali v patelarni ligament z močjo 1,5 bara v trajanju 2000 Hz (Chen idr., 2022). Po apliciranju udarnih valov je sledila protibolečinska terapija EMMT.



Slika 1. Aplikacija udarnih globinskih valov (ESWT) na pogačično tetivo

4) Magnetna terapija – magnetolith (EMMT) (protibolečinska terapija sledi po UGV in vadbi za moč): 3000 impulzov (8 – 6 Hz) – protibolečinska terapija (Slika 2). Zunanje telesna magnetotransdukcijska terapija (EMTT) z MAGNETOLITH omogoča regeneracijo tkiva po poškodbi (Knobloch, 2022).



Slika 2. Magnetna terapija EMMT

## Obdelava in analiza podatkov

Podatke smo vnesli v program Microsoft Office Excel in jih nato statistično obdelali s programom IBM SPSS Statistics 23. Pred izvedbo primerjav rezultatov in napredka smo s Shapiro-Wilkovim testom opravili še test normalnosti porazdelitev številskih spremenljivk. V primeru odstopanja spremenljivk od normalne porazdelitve smo za namene testiranja razlik med skupinama

in v času uporabili neparametrične teste (Mann-Whitneyjev test, hi-kvadrat test, Wilcoxonov preizkus). Primerjalna statistična analiza je bila uporabljena pri analizi in primerjavi telesnih značilnosti preiskovancev, pri telesnih in živčno-mišičnih komponentah ter pri stopnjah bolečine po lestvici VAS v 1. in 2. merilni točki (pred izvedbo programa zdravljenja in po njej).

## Rezultati

V Tabeli 1 so prikazani rezultati začetnega in končnega merjenja telesne višine (TV), telesne mase (TM) in indeksa telesne mase (ITM) ter razlike med obema merjenjema. Rezultati kažejo statistično značilno povečanje telesne mase (TM) med začetnim in končnim merjenjem ( $Z = -2,451$ ,  $p = 0,014$ ), medtem ko pri telesni višini (TV) ( $p = 1,000$ ) in indeksu telesne mase (ITM) ( $p > 0,05$ ) razlik nismo zaznali.

Tabela 2 prikazuje dodatne antropometrične podatke o preiskovancih za začetno in končno merjenje, in sicer za maščobno, kostno in mišično maso ter mišično maso dominantne in nedominantne noge. Pri testiranju razlik med začetnim in končnim merjenjem se pokaže, da obstajajo statistično značilne razlike pri vseh spremenljivkah razen v kostni masi. Tako lahko ugotovimo nižjo raven maščobne mase ( $p = 0,001$ ) in višjo raven celotne mišične mase ( $p = 0,000$ ) ter tudi mišične mase dominantne ( $p = 0,000$ ) in nedominantne ( $p = 0,000$ ) noge (Tabela 2, Slika 3).

Tabela 1

Telesna višina, masa in ITM – primerjava med začetnim in končnim merjenjem (pred programom zdravljenja in po njem)

<i>n</i> = 20		Začetno merjenje	Končno merjenje	Wilcoxonov preizkus Z (p)
<b>Telesna višina (cm)</b>	<b>Min-Max</b>	141,0–193,0	141,0–193,0	
	<b>Me</b>	177,0	177,0	0,000 (1,000)
	<b>M (SD)</b>	173,1 (14,1)	173,1 (14,1)	
<b>Telesna masa (kg)*</b>	<b>Min-Max</b>	30,0–82,3	29,8–85,0	
	<b>Me</b>	67,5	67,6	-2,451 (0,014)
	<b>M (SD)</b>	62,7 (16,0)	63,1 (15,9)	
<b>Indeks telesne mase (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Min-Max</b>	14,4–24,8	14,4–24,8	
	<b>Me</b>	20,8	20,8	-1,281 (0,200)
	<b>M (SD)</b>	20,5 (2,8)	20,5 (2,8)	

Opomba. Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Me – mediana; M – povprečna ocena; SD – standardni odklon

Tabela 2

Maščobna masa, kostna masa, mišična masa, mišična masa dominantne in nedominantne noge – primerjava med začetnim in končnim merjenjem (pred programom zdravljenja in po njem)

<i>n</i> = 20		Začetno merjenje	Končno merjenje	Wilcoxonov preizkus Z (p)
<b>Maščobna masa (%)*</b>	<b>Min-Max</b>	3,9–20,9	4,0–19,2	
	<b>Me</b>	10,8	9,9	-3,361 (0,001)
	<b>M (SD)</b>	11,2 (4,6)	10,3 (3,9)	
<b>Kostna masa (kg)</b>	<b>Min-Max</b>	1,5–3,7	1,5–3,7	
	<b>Me</b>	2,9	2,8	0,000 (1,000)
	<b>M (SD)</b>	2,8 (0,6)	2,8 (0,6)	
<b>Mišična masa (kg)*</b>	<b>Min-Max</b>	25,9–72,0	29,0–74,5	
	<b>Me</b>	54,4	56,6	-3,926 (0,000)
	<b>M (SD)</b>	52,7 (13,4)	54,8 (13,4)	
<b>Mišična masa, dominantna noga (kg)*</b>	<b>Min-Max</b>	5,4–13,1	5,9–13,9	
	<b>Me</b>	9,6	10,3	-3,927 (0,000)
	<b>M (SD)</b>	9,4 (2,1)	9,9 (2,2)	
<b>Mišična masa, nedominantna noga (kg)*</b>	<b>Min-Max</b>	4,8–12,6	5,7–13,6	
	<b>Me</b>	9,3	10,1	-3,932 (0,000)
	<b>M (SD)</b>	9,0 (2,1)	9,8 (2,2)	

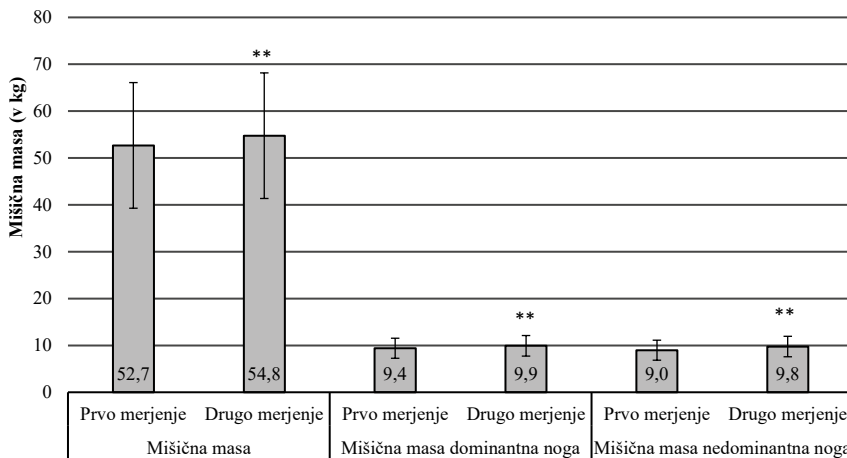
Opomba. Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Me – mediana; M – povprečna ocena; SD – standardni odklon

Tabela 3 prikazuje rezultate začetnega in končnega merjenja kontraktilnih lastnosti mišice rectus femoris (RF) na dominantni in nedominantni nogi z uporabo metode TMG. Pri testiranju razlik med začetnim in

končnim merjenjem se pokažejo statistično značilne razlike pri času krčenja ( $T_c$ ) in pomiku trebuha mišice Dm ( $p = 0,000$ ) tako pri dominantni kot nedominantni nogi ( $p = 0,000$ ). Čas relaksacije mišice ( $T_r$ ) se sicer v povprečju skrajša tako pri dominantni kot nedominantni nogi, a razlike ne presežejo meje statistične značilnosti na ravni 5-odstotne napake.

Rezultati Wilcoxonovega preizkusa kažejo, da je tudi pri kontraktilnih lastnostih mišice biceps femoris prišlo do statistično značilnih razlik med začetnim in končnim merjenjem v večini parametrov (Tabela 4). Pri dominantni nogi sta se statistično značilno skrajšala tako čas krčenja ( $T_c$ ) kot tudi čas relaksacije ( $T_r$ ). Prav tako se je skrajšal pomik trebuha mišice (Dm). Podobno velja za nedominantno nogo, le da se pomik trebuha mišice ni statistično značilno skrajšal ( $p = 0,057$ ).

Eden izmed ključnih ciljev fizioterapevtskega zdravljenja je zmanjšanje bolečine. Preiskovanci, ki smo jih zajeli v raziskavo, poročajo o precejšnjem zmanjšanju subjektivnega občutenja bolečine po lestvici



Slika 3. Mišična masa (celotna, dominantna noga, nedominantna noga) – primerjava med začetnim in končnim merjenjem (pred programom zdravljenja in po njem)

\*\* Razlika za skupino med prvim in drugim merjenjem je statistično značilna ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3

TMG rectus femoris dominantna in nedominantna noga – primerjava med začetnim in končnim merjenjem (pred programom zdravljenja in po njem)

n = 20		Začetno merjenje	Končno merjenje	Wilcoxonov preizkus Z (p)
Domi- nantna noga	<b>Rectus femoris – čas krčenja mišice Tc (msek)</b>	Min-Max: 23,2–41,2 Me: 32,7 M (SD): 32,0 (5,2)	22,1–36,8 27,4 27,8 (4,0)	3,920 (0,000)
	<b>Rectus femoris – čas relaksacije mišice Tr (msek)</b>	Min-Max: 12,0–112,24 Me: 24,7 M (SD): 44,1 (35,8)	12,9–67,4 23,6 28,9 (15,9)	-1,867 (0,062)
	<b>Rectus femoris – pomik trebuha mišice Dm (mm)</b>	Min-Max: 3,1–11,8 Me: 8,2 M (SD): 7,6 (2,3)	3,0–7,1 5,7 5,4 (1,3)	-3,808 (0,000)
	<b>Rectus femoris – čas krčenja mišice Tc (msek)</b>	Min-Max: 23,1–42,0 Me: 31,3 M (SD): 31,9 (5,1)	20,1–38,4 26,5 27,5 (4,9)	-3,622 (0,000)
	<b>Rectus femoris – čas relaksacije mišice Tr (msek)</b>	Min-Max: 11,6–94,7 Me: 17,2 M (SD): 32,8 (28,0)	12,0–45,1 17,0 21,9 (11,1)	-1,952 (0,051)
	<b>Rectus femoris – pomik trebuha mišice Dm (mm)</b>	Min-Max: 5,5–10,7 Me: 8,3 M (SD): 8,3 (1,5)	4,3–7,6 5,8 5,7 (0,8)	-3,920 (0,000)
Nedomi- nantna noga	<b>Rectus femoris – čas krčenja mišice Tc (msek)</b>	Min-Max: 23,1–42,0 Me: 31,3 M (SD): 31,9 (5,1)	20,1–38,4 26,5 27,5 (4,9)	-3,622 (0,000)
	<b>Rectus femoris – čas relaksacije mišice Tr (msek)</b>	Min-Max: 11,6–94,7 Me: 17,2 M (SD): 32,8 (28,0)	12,0–45,1 17,0 21,9 (11,1)	-1,952 (0,051)
	<b>Rectus femoris – pomik trebuha mišice Dm (mm)</b>	Min-Max: 5,5–10,7 Me: 8,3 M (SD): 8,3 (1,5)	4,3–7,6 5,8 5,7 (0,8)	-3,920 (0,000)

Opomba. Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Me – mediana; M – povprečna ocena; SD – standardni odklon

VAS. To kažejo velike razlike med začetnim in končnim merjenjem pri mediani in povprečnih vrednostih, predvsem pa to potrjuje Wilcoxonov preizkus ( $p = 0,000$ ). Dobljene vrednosti tudi močno presegajo kriterij (10 od 100), ki ga raziskovalci pojmujejo kot klinično pomembno spremembo pri adolescentih (Powell idr. 2001, 29).

## Razprava

Rezultati študije jasno potrjujejo pozitivne učinke fizioterapevtsko-kineziološkega programa zdravljenja na mladih športnikih z OSS. S programom smo povečali celotno mišično maso ter mišično maso dominantne in nedominantne noge ter zmanjšali

odstotek maščobne mase. Z merjenjem kontraktilnih lastnosti mišic rectus femoris in biceps femoris smo pri dominantni in nedominantni nogi ugotovili krajši čas krčenja, povečal pa se je tudi mišični tonus oz. zmanjšal pomik trebuha mišic. Čas relaksacije mišice se je statistično značilno skrajšal le pri mišici biceps femoris, tako pri dominantni kot nedominantni nogi. S programom zdravljenja smo občutno znižali subjektivno stopnjo občutenja bolečine po lestvi VAS oziroma močno presegli kriterij (10 od 100), ki ga raziskovalci pojmujejo kot klinično pomembno spremembo pri adolescentih (Powell idr. 2001).

Po mnenju večine avtorjev je glavni vzrok za pojav OSS trajni vlek tetive pogačice in ponavljajoča se obremenitev, ki jo povzroči močan in silovit vlek mišice kvadriceps (rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis) in pogačične kite (patelarni ligament), nameščene na apofiznem hrustancu sprednjega tibialnega tuberkula, v kombinaciji s spremembami, ki se zgodijo med hitro telesno rastjo (hitra rast kosti stegenice) (Kartini in sod., 2022). Spremembe v obdobju pubertete so zlasti zanimive v kontekstu mladinskega športa, ko se pojavi »pospešena rast mladostnika«, pri deklicah v starosti približno 8–10 let in pri fantih v starosti 10–12 let (Largo idr., 1978; Preece in Bines, 1978). Točka največjega pospeška rasti (višina vrha hitre telesne rasti), za katerega so značilni hitri »skoki telesne višine« okoli 7–9 cm na leto pri deklicah in 8–10 cm na leto pri fantih, je pri deklicah v starosti okoli 11–13 let, fantje pa to točko dosežejo okoli med 13. in 15. letom (Largo idr., 1978; Preece in Bines, 1978).

Vendar pa zaznavamo velike razlike v času in velikosti med posamezniki, pri čemer je lahko točka največjega pospeška rasti od 9. do 15. leta pri dekletih in od 12. do 17. leta pri fantih. Razlike je mogoče opaziti tudi med deli telesa (telesni segmenti) pri istem posamezniku, kjer distalne kosti (noge) dosežejo največjo hitrost v mlajši starosti v primerjavi s kostmi, ki ležijo višje (trup) (Malina idr., 2004). To obdobje mladostnikov zaznamuje tudi pospešen razvoj telesne mase – največja hitrost pridobivanja telesne mase je okoli 7–9 kg na leto pri deklicah in 9–11 kg na leto pri fantih. Ta proces se začne približno v starosti 12–14 let pri deklicah (razpon: 11–15 let) in starosti 13–15 let pri dečkih (razpon: 13–16 let) (Tanner idr., 1965).

Kineziološka vadba po izdelanem protokolu vaj za vsakega preiskovanca glede

Tabela 4

TMG biceps femoris dominantne in nedominantne noge – primerjava med začetnim in končnim merjenjem (pred programom zdravljenja in po njem)

			Prvo merjenje	Drugo merjenje	Wilcoxonov preizkus Z (p)
Domi- nantna noga	Biceps femoris – čas krčenja mišice (msek)	Min-Max	27,2–60,0	23,4–41,6	–3,920 (0,000)
		Me	38,7	31,7	
		M (SD)	40,2 (9,3)	31,7 (5,5)	
	Biceps femoris – čas relaksacije mišice (msek)	Min-Max	28,5–99,0	23,4–45,2	–3,920 (0,000)
		Me	44,5	33,8	
		M (SD)	49,3 (17,9)	34,5 (6,0)	
Biceps femoris – pomik trebuha mišice (mm)	Min-Max	3,0–7,9	3,1–6,8	–3,323 (0,001)	
	Me	5,5	4,8		
	M (SD)	5,7 (1,5)	4,7 (0,9)		
Nedomi- nantna noga	Biceps femoris – čas krčenja mišice (msek)	Min-Max	21,2–59,4	20,1–45,1	–3,920 (0,000)
		Me	37,6	30,9	
		M (SD)	39,2 (13,0)	30,4 (6,7)	
	Biceps femoris – čas relaksacije mišice (msek)	Min-Max	28,6–100,1	23,4–61,3	–3,920 (0,000)
		Me	49,4	34,7	
		M (SD)	61,7 (24,8)	36,5 (8,6)	
Biceps femoris – pomik trebuha mišice (mm)	Min-Max	1,9–8,4	2,3–6,1	–1,904 (0,057)	
	Me	4,7	4,3		
	M (SD)	5,0 (1,9)	4,4 (1,0)		

Opomba. Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Me – mediana; M – povprečna ocena; SD – standardni odklon

\* Razlika med skupinama je statistično značilna ( $p < 0,05$ ).

Tabela 5

Bolečina na lestvici VAS – primerjava med začetnim in končnim merjenjem (pred programom zdravljenja in po njem)

		Začetno merjenje	Končno merjenje	Wilcoxonov preizkus Z (p)
Ocena VAS (0-100)	Min-Max	74,0–92,0	7,0–15,0	–3,922 (0,000)
	Me	83,0	10,0	
	M (SD)	83,1 (5,9)	10,1 (2,3)	

Opomba. Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Me – mediana; M – povprečna ocena; SD – standardni odklon

\* Razlika med skupinama je statistično značilna ( $p < 0,05$ ).

na sposobnosti je pokazala kratkoročne učinke na povečanje telesne mase, celotne mišične mase ter tudi mase dominante in nedominantne noge. Pričakovano pa smo z vadbo dosegli tudi zmanjšanje maščobne mase pri mladih športnikih. Izbira vaj in obremenitev sta bili usmerjeni

v krepitev sprednjih in zadnjih stegenskih mišic (rectus femoris in biceps femoris), primikalk kolka, iztegovalk kolka (glutealne mišice) in iztegovalk gležnja (meča). Po 18 vadbenih enotah smo dosegli pričakovane pozitivne učinke, kar se je pokazalo tudi v izboljšanju časa krčenja in časa relaksacije

ter povečanju mišičnega tonusa oz. zmanjšanju pomika trebuha mišic rectus femoris in biceps femoris na dominantni in nedominantni nogi.

Asimetrija ravni moči med mišico kvadriceps in zadnjimi stegenskimi mišicami (biceps femoris) ima velik vpliv na razmerje agonist – antagonist med obema dvosklepnima mišicama kolenskega sklepa (Nakase idr., 2014). Vrsta drugih pomembnih gibalnih vzorcev ima velik vpliv na pojav OSS (skoki, sprinti, udarci z nogo in spremembe smeri teka), povečanje mišične mase in moč, ki se pojavi v puberteti (predvsem pri dečkih), zmanjšanje gibljivosti in rigidnost mišice kvadriceps (De Lucena idr., 2011). Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko zaključimo, da je redni in sistematični trening moči mišic nog ključnega pomena za vzpostavljanje simetrije med sprednjo in zadnjo stegensko mišico ter vzdrževanje ustreznega mišičnega tonusa, saj s tem zmanjšamo zaplete in dolgotrajno odsotnost s treninga pri pojavu OSS.

Kombinacija kineziološkega in fizioterapevtskega programa zdravljenja OSS je dala pozitivne rezultate pri merjenju stopnje bolečine po lestvici VAS. Po opravljenem kineziološkem delu zdravljenja je namreč sledila fizioterapija z udarnimi globinskimi valovi (ESWT) in magnetno terapijo EMMT, s katero smo opazno znižali stopnjo bolečine pri vseh preiskovancih. Pred začetkom zdravljenja je bila stopnja bolečine visoka ( $83,1 \pm 5,9$ ), po zaključenem programu zdravljenja pa nizka ( $10,1 \pm 2,3$ ). Rezultati raziskave kažejo, da lahko s izbranim programom povečamo maso mišic nog ter tudi funkcionalne sposobnosti teh mišic (čas krčenja in relaksacije) in mišični tonus. S tem vplivamo tudi na zmanjšanje bolečin v kolnih pri mladih športnikih z OSS, kar je bistvenega pomena tako za običajno življenje (hoja v šolo, hoja po stopnicah, udeleževanje pri športni vzgoji) kakor tudi za ponovno vključitev v trenajžno-tekmovalni proces športnikov.

## Zaključek

Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko zaključimo, da smo z izbranim fizioterapevtsko-kineziološkim programom dosegli pomembne kratkoročne učinke zdravljenja mladih športnikov z Osgood-Schlatterjevimi sindromom, kar je zagotovo pomembno za teorijo in prakso fizioterapije in kineziologije v Sloveniji. Menimo, da lahko z izbranim kombiniranim programom fizio-

terapije in kineziološke vadbe občutno pripomoremo pri zdravljenju mladih športnikov z OSS ter jih na ta način hitreje vrnemo v trenajžno-tekmovalni proces, tako lahko prej začnejo trenirati v polni intenzivnosti in s polnim obsegom.

Splošno razumevanje telesnih sprememb, ki jih doživljajo mladostniki ob prehodu iz otroštva v odraslost, ključno za vse, ki delajo v športu mladih, ozaveščenost o vprašanjih, povezanih s tveganjem za nastanek poškodb, pa lahko omogoči mladim športnim talentom, da ostanejo v svojem športu in razvijejo svoj polni športni potencial.

## Literatura

- Osgood, R. B. (1903). Lesions of the tibial tubercle occurring during adolescence. *Boston Med. Surg. J.*, 148, str. 114–117.
- Športnovzgojni karton (2024). Zaskrbljujoči trendi telesnega in gibalnega razvoja otrok in mladine v šolskem letu 2023/24. Delovno gradivo. 11. junij 2024.
- Phelps, N. H. in sod. (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2024, March 16, 403(10431), str. 1027–1050.
- Neuhaus, C., Appenzeller – Herzog, C. in Faudé, O. (2021). A systematic review on conservative treatment options for Osgood-Schlatter disease. *Physical Therapy in Sport* 49 (2021), str. 178–187.
- Schlatter, C. (1903). Verletzungen des sch-nabelformigen fortsatzes der oberen tibiaepiphyse. *Beitrag Klin. Chir. Tubing*, 38, str. 874–878.
- Gholve, P. D., Saurabh, S., Widmann, K. R. in Green, D. (2007). Osgood-Schlatter syndrome. *Current opinion in Pediatrics* 19 (1), str. 44–50.
- De Lucena, G., dos Santos, C. in Guerra, R. O. (2011). Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter Syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents. *The American Journal of Sports Medicine*, 39 (2), str. 415–420.
- Guldhammer, C., Rathleff, M., Jensen, H. in Holden, S. (2019). Long-term prognosis and impact of Osgood-Schlatter disease 4 years after diagnosis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(10).
- Tzalach, A., Lifshitz, L., Yaniv, M., Kurz, I. in Kalichman, L. (2016). The correlation between knee flexion lower range of motion and Osgood-Schlatter's syndrome among adolescent soccer players. *British Journal of Medicine and Medical Research*, 11(2), str. 1–10.
- Smith, J. M. in Varacallo, M. (2019). Osgood Schlatter's disease (tibial tubercle apophysitis). *StatPearls*. Treasure Island (FL).
- Lucenti, L., Sapienza, M., Caldaci, A., de Cristoforo, C. in Testa, G. (2022). The Etiology and Risk Factors of Osgood-Schlatter Disease: A Systematic Review, systematic review. *Children*, 9(826).
- Midtiby, S. L., Wedderkopp, N., Larsen, R. T., Carlsen, A. F., Mavridis, D. in Shrier, I. (2018). Effectiveness of interventions for treating apophysitis in children and adolescents: protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Chiropr Man Ther*, 26:41.
- Vaishya, R., Azizi, A. T., Agarwal, A. K. in Vijay, V. (2016). Apophysitis of the tibial tuberosity (Osgood-Schlatter disease): A review. *Cureus*, 8(9), str. 780.
- Circi, E., Ataly, Y. in Beyzadeoglu, T. (2017). Treatment of Osgood-Schlatter disease: review of the literature. *Musculoskeletal surgery*, June, 2017.
- Hefti, F. (2015). *Pediatric Orthopedics in practice*. Springer.
- Bračič, M. (2010). Biodinamične razlike v vertikalnem skoku z nasprotnim gibanjem in bilateralni deficit pri vrhunskih sprinterjih. *Doktorska disertacija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Bračič, M., Hadžić, V. in Erčulj, F. (2009). Koncentrična in ekscentrična jakost upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkaricah = Concentric and eccentric strength of the knee flexors and extensors of young female basketball players. *Šport: revija za teoretična in praktična vprašanja športa*. 2009, 57(1/2), str. 83–87.
- Bračič, M., Hadžić, V. in Erčulj, F. (2008). Koncentrična in ekscentrična jakost upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkarjih = Concentric and eccentric strength of the knee flexors and extensors of young basketball players. *Šport: revija za teoretična in praktična vprašanja športa*. 2008, 56(3/4), str. 84–89.
- Erčulj, F. in Bračič, M. (2011). Primerjava morfoloških značilnosti najboljših evropskih in slovenskih mladih košarkaric. *Šport: revija za teoretična in praktična vprašanja športa*. 2011, 59(1/2), str. 80–85.
- Erčulj, F. in Bračič, M. (2014). Morphological profile of different types of top young female European basketball players. *Collegium antropologicum, Collegium antropologicum. Supplement*. 2014, vol. 38, no. 2, str. 517–523.
- Erčulj, F., Bračič, M. in Jakovljevič, S. (2011). The level of speed and agility of different types of elite female basketball players. *Facta Universitatis. Series, Physical education and sport*. 2011, vol. 9, no. 3, str. 283–293.
- Erčulj, F., Jakovljevič, S., Bračič, M. in Štrumbelj, B. (2012). Prirejeni intervalni vzdržljivostni test „30-15IFT“ in njegova uporaba v košarki. *Šport: revija za teoretična in praktična vprašanja športa*. 2012, 59(1/2), str. 35–42.
- Hadžić, V., Erčulj, F., Bračič, M. in Dervišević, E. (2013). Bilateral concentric and eccentric isokinetic strength evaluation of quadriceps and hamstrings in basketball players. *Collegium antropologicum, Collegium antropologicum. Supplement*. 2013, vol. 37, no. 3, str. 859–865.
- Gould, D., Kelly, D., in sod. (2001). Examining the validity of pressure ulcer risk assessment scales: developing and using illustrated patient simulations to collect the data. *Visual analogue Scale. Journal of Clinical Nursing*, 10(5), str. 697–706.
- Powell, V., Kelly, A. in Williams, A. (2001). Determining the minimum clinically significant difference in visual pain score for children. *Annals of emergency medicine*, 37(1), str. 28–31.
- Yang, S., Tae-Beom, S. in Young-Pyo, K. (2021). Effects of aqua walking exercise on knee joint angles, muscular strength, and visual scale for patients with limited range of motion of the knee. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 17 (4), 269.
- Chen, Y., Lyu, K., Lu, J., Zhu, B., Liu, X., Li, Y., Long, L., Wang, X., Xu, H., Wang, D. in Li, S. (2022). Biological response of extracorporeal shock wave therapy to tendinopathy in vivo. *Frontiers in Veterinary Science*, July 2022.
- Knobloch, K. (2022). Knochenstimulation 4.0 – Kombination aus EMMT und ESWT bei Humeruspseudarthrose. *Unfallchirurg*, 125, 323–326.
- Watanabe, H., Fujii, M., Yoshimoto, M., Abe, H., Toda, N., Higashiyama, R. in Takahira, N. (2018). pathogenic factors associated with Osgood-Schlatter disease in adolescent male football players. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(8).
- Šarčević, Z. (2008). Limited ankle dorsiflexion: a predisposing factor to Morbus Osgood Schlatter? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(8):726–728.
- Gigante, A., Bevilacqua, C., Bonetti, M. G. in Greco, F. (2003). Increased external tibial torsion in Osgood-Schlatter disease. *Acta Orthop Scand*, 74(4), 431–436.
- Willner, P. (1969). Osgood-Schlatter's disease: etiology and treatment. *Clin Orthop Relat Res.*, 62, 178–179.

doc. dr. Mit Bračič  
info@drmitbracic.com



Sara Moškon,  
Lara Šinkovec, Katja Tomažin, Rok Amon, Vojko Strojnik, Darjan Spudič

## Učinek podpražne električne stimulacije tibialnega živca na navor iztegovalk gležnja pri zdravih odraslih in odraslih z multiplo sklerozo

### Izvleček

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali električna stimulacija tibialnega živca z jakostjo pod motoričnim pragom (PES) med hotenim izometričnim naprežanjem iztegovalk gležnja vpliva na proizvedeni navor in amplitudo ter mediano frekvenco (MF) elektromiograma (EMG) mišice soleus pri zdravih odraslih in tistih z multiplo sklerozo (MS). V pilotni raziskavi je sodelovalo deset zdravih posameznikov in deset bolnikov z MS. Preizkušanci so izvedli izometrično naprežanje iztegovalk gležnja pri treh različnih stopnjah (20, 60 in 100 % največjega hotenega izometričnega naprežanja). Med izometričnim naprežanjem iztegovalk gležnja smo tibialni živec stimulirali z vlakoma PES pri frekvencah 20 in 80 Hz. Tristranske analize variance, izvedene ločeno za vsako stopnjo mišičnega naprežanja, so pokazale, da se navor iztegovalk gležnja razlikuje pred, med in po PES. Navor je bil največji pred vlakom PES in najmanjši po njem. Zmanjšanje navora je bilo najizrazitejše pri 80 Hz PES, MF signala EMG pa je bila največja pri PES z 80 Hz. PES ni vplivala na amplitudo signala EMG. Učinki PES med skupinama se niso razlikovali. Rezultati pilotne študije kažejo, da ima PES tibialnega živca omejen potencial za akutno povečanje navora iztegovalk gležnja.

*Ključne besede:* gleženj, TENS, aktivacija, navor, frekvenčna modulacija



## Effects of submotor electrostimulation of the tibial nerve on plantarflexion torque in healthy adults and adult patients with multiple sclerosis

### Abstract

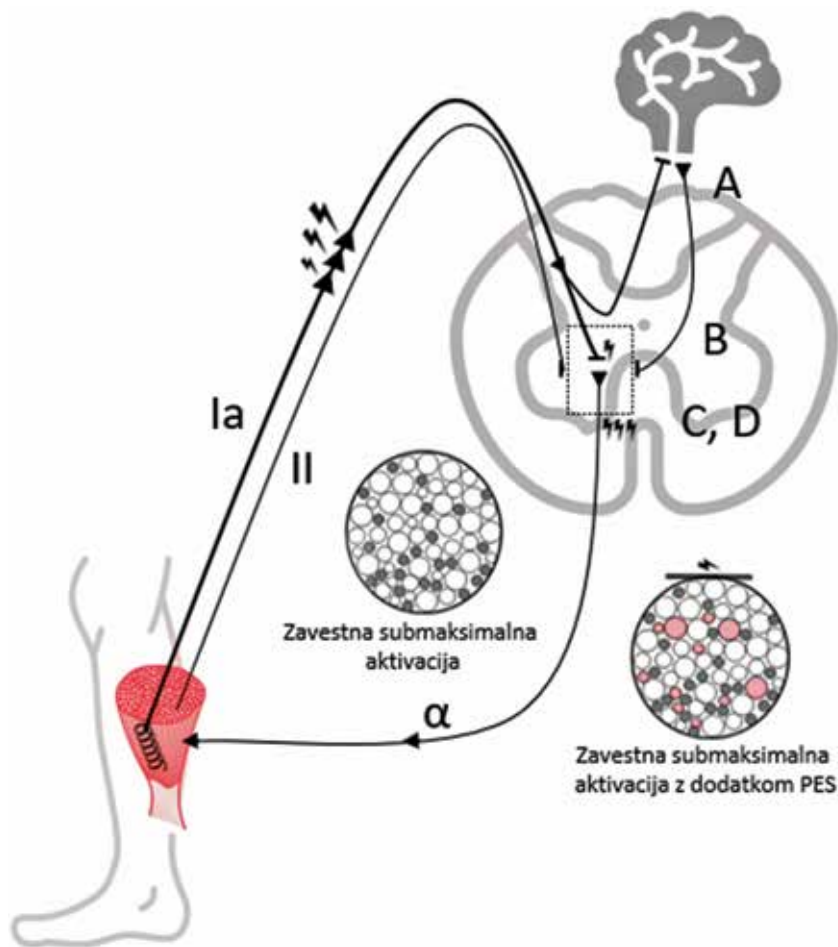
The purpose of the study was to investigate whether subthreshold electrical stimulation (PES) of the tibial nerve during isometric ankle plantar flexion affects the torque production, as well as the amplitude and median frequency (MF) of the electromyogram (EMG) of the soleus muscle in healthy adults and adults with multiple sclerosis (MS). A pilot study included 10 healthy individuals and 10 individuals with MS. Participants performed ankle plantar flexion at three different levels of voluntary isometric contraction (20, 60, and 100 % of maximum). During ankle plantar flexion, the tibial nerve was stimulated with trains of PES at frequencies of 20 and 80 Hz. Three-way analyses of variance, conducted separately for each intensity of muscle contraction, revealed differences in ankle plantar flexion torque before, during, and after PES. Torque was found to decrease over time, with a more pronounced decrease at 80 Hz PES. MF was influenced by the frequency of PES, with a more significant increase observed during 80 Hz PES. Moreover, PES did not affect the amplitude of the EMG signal. No differences in the effects of PES on ankle plantar flexion torque, MF or EMG amplitude of the soleus muscle were observed between the groups. The results of this pilot study suggest that tibial nerve PES has limited potential for acutely increasing ankle plantar flexion torque.

*Keywords:* ankle, TENS, activation, torque, frequency modulation

## Uvod

Multipla skleroza (MS) je kronična avtoimunska vnetna bolezen, pri kateri pride do demielinizacije živčnih ovojnica osrednjega živčnega sistema (Amatya idr., 2018). Najpogostejši simptomi so mišična šibkost, utrujenost, spastičnost, težave pri hoji, mravljinčenje v različnih delih telesa in zmanjšana zavestna aktivacija mišic (Broekmans idr., 2011). Pri osebah z MS je sposobnost za rekrutacijo motoričnih enot (ME) (Andreu-Caravaca idr., 2022) zmanjšana, prav tako je nižja frekvenca akcijskih potencialov med hotenim mišičnim napreženjem (Rice idr., 1992). Manjša hotena mišična aktivacija pri osebah z MS pogosto ne omogoči dovolj velike intenzivnosti vadbe za moč in vzdržljivost, kar prepreči doseganje njihovih pozitivnih učinkov na mobilnost, samostojnost in kakovost življenja ter nevroplastičnost možganov (de Souza-Teixeira idr., 2009).

Funkcionalna električna stimulacija (FES) je metoda elektrostimulacije perifernih živcev in agonističnih mišic med izvajanjem gibalne naloge (Gregory in Bickel, 2005). Povzroči povečanje sile v mišici, s čimer olajšamo izvedbo gibanja pri osebah z gibalnimi okvarami. Tako lahko povečamo intenzivnost vadbe za moč in vzdržljivost ter teoretično dosežemo njen večji pozitivni učinek (Pilutti idr., 2019). Uporaba FES lahko zaradi povečanja hotene mišične aktivacije in mišične mase dolgoročno izboljša mišično moč – predvsem pri gibalno oviranih ali manj treniranih posameznikih (Gondin idr., 2006; Maffiuletti idr., 2002). Uporablja se tudi za izboljšanje zdravja kosti, povečanja pretoka krvi, pri rehabilitaciji poškodovanih tkiv in za zmanjšanje bolečine (Atkins in Bickel, 2021). FES lahko negativno vpliva na medmišično koordinacijo pri večsklepnih gibih, zato njena uporaba pri osebah z MS, pri katerih je gibanje z vidika koordinacije oteženo, ni optimalna. Pri teh osebah zaradi zmanjšane telesne dejavnosti pride do pretvorbe mišičnih vlaken iz počasnih v hitra (Mamoei idr., 2020), zaradi česar se utrujenost med gibanjem pojavi še hitreje. Zaporedje rekrutacije ME pri FES je obratno v primerjavi s hoteno aktivacijo, saj se s FES najprej aktivirajo velike ME in šele nato majhne (Enoka idr., 2020). Z vidika preprečevanja zmanjševanja števila majhnih ME, oživčenih s počasnimi motoričnimi nevroni, se mehanizem FES ne izkaže kot posebno učinkovit. FES prav tako povzroči manj kontrolirano mišično napreženje – ob stimulaciji se sočasno rekrutirajo vse ME v



Slika 1. Mesta potencialnih mehanizmov delovanja podprazne elektrostimulacije za povečanje sile v mišici

Opombe. A – povečana kortikalna vzdraženost; B – presinaptična potenciacija; C – posinaptična potenciacija (in aktivacija spontanega facilitacijskih tokov v dendritih motonevronov); D – seštevanje amplitude senzornih akcijskih potencialov.

dosegu stimulacijske elektrode – kar se ne sklada s hoteno aktivacijo ME. Ta je zaradi učinkovitejšega preprečevanja utrujenosti in natančnejše regulacije sile praviloma asinhrona (Dean idr., 2007). Zaradi velikosti uporabljenega električnega toka je FES velikokrat boleča, s čimer se učinkovitost vadbe zmanjša (Dean idr., 2007). Potencialna rešitev za vadbo pri osebah z MS je električna stimulacija živčnih vlaken pod motoričnim pragom (PES) (Dean idr., 2007), s katero zaobidemo nekatere negativne lastnosti elektrostimulacije mišic ali živcev nad tem pragom.

PES predstavlja električno stimulacijo senzornih živčnih vlaken (praviloma Ia aference) (Kim idr., 2021). PES poznamo tudi pod imenom transkutana električna stimulacija živcev (TENS), najpogosteje se uporablja za zmanjšanje mišične bolečine. V tem članku

PES obravnavamo kot orodje za povečanje sile v mišici. Ugotovljeno je bilo, da s stimulacijo senzornih nevronov pozitivno vplivamo na vzdražnost sklada alfa motonevronov ( $\alpha$ -MN) v hrbtenjači, kar z drugimi besedami pomeni, da enak centralni priliv na telo alfa motoričnega nevrona v hrbtenjači povzroči vključitev večjega števila ME (Avrillon idr., 2022). PES lahko celo povzroči aktivacijo motoričnih nevronov s seštevanjem amplitud zaporednih senzornih ekscitacijskih akcijskih potencialov v hrbtenjači (Dean idr., 2007). Višja je frekvenca PES, večja je možnost, da bo vzdražnost presešla prag rekrutacije sklada  $\alpha$ -MN (Dideriksen idr., 2015). Dideriksen in sodelavci (2015) so ugotovili, da se vzdražnost sklada  $\alpha$ -MN izraziteje poveča pri PES z vlakom zaporednih impulzov s frekvenco 100 Hz kot pri PES s 30 Hz, in sicer zaradi krajšega



časa med dvema impulzoma, kar povzroči učinkovitejše seštevanje amplitud akcijskih potencialov in s tem povečevanje napetosti membranskega potenciala živčnih celic. Višja frekvenca PES prav tako aktivira t. i. spontane facilitacijske tokove v dendritih motonevronov (*angl.* Persistent inward currents) (Dean idr., 2007; Dideriksen idr., 2015), katerih delovanje podaljša čas aktivnosti posamezne že aktivne ME. PES v nasprotju s FES (opisano zgoraj) rekrutira motorične nevrone v fiziološkem zaporedju (od manjših proti večjim) (Trimble in Enoka, 1988) in ob sočasnem hotenem submaksimalnem izometričnem naprežanju povzroči dodatno rekrutacijo ME – večinoma manjših (Dideriksen idr., 2015). Trimble in Enoka (1991) sta na podlagi spremembe kontrakcijskih časov skrčkov med PES zaključila, da vlak PES med submaksimalnim hotenim izometričnim naprežanjem tudi zniža prag rekrutacije večjih ME. Potencialni mehanizmi delovanja PES za dvig sile v mišici so prikazani na Sliki 1.

Ker rekrutacija ME pri PES sledi fiziološkemu zaporedju in ker ob sočasnem submaksimalnem hotenem izometričnem naprežanju PES povzroči rekrutacijo dodatnih (majhnih) ME brez negativnega vpliva na že hoteno aktivirane ME (na podlagi česar lahko sklepamo, da ne okvari medmišične koordinacije ob sočasnem stimuliranju agonistov in antagonistov), PES predstavlja potencialno učinkovito orodje za povečanje učinkovitosti vadbe pri osebah z MS.

Glavni namen raziskave je bil proučiti učinek stimulacije tibialnega živca z vlakom PES med hotenim izometričnim naprežanjem iztegovalk gležnja na njihov navor. Hkrati nas je zanimalo, ali se učinki PES pri zdravih osebah razlikujejo od tistih pri osebah z MS. Za pojasnitev mehanizmov, ki so vplivali na hoteni izometrični navor iztegovalk gležnja med PES, smo spremljali amplitudo in mediano frekvenc EMG-signala mišice soleus. Predpostavili smo, a) da se bo zaradi PES navor iztegovalk gležnja ob hotenem izometričnem naprežanju povečal pri 80 Hz PES zaradi rekrutacije dodatnih ME, ki so posledica povečanega senzornega priliva, b) da bo učinek PES večji pri nižjih stopnjah največjega hotenega izometričnega naprežanja (20 % v primerjavi s 60 in 100 %), ker PES dodatno rekrutira manjše ME, in c) da bo učinek večji pri osebah z MS, ker je njihova sposobnost za hoteno aktivacijo ME zmanjšana.

## Metode

### Preizkušanci

V raziskavo je bilo prostovoljno vključenih 10 oseb z MS (povprečna starost  $56,4 \pm 11,4$  leta, povprečna telesna masa  $73 \pm 8,8$  kg in povprečna telesna višina  $168,6 \pm 6,6$  cm) in 10 zdravih oseb (povprečna starost  $41,5 \pm 7,2$  leta, povprečna telesna masa  $69,2 \pm 9,7$  kg in povprečna telesna višina  $171,1 \pm 6,7$  cm). Vključitveni kriteriji za osebe z MS so bili: (I) starost med 30 in 60 let, (II) diagnosticirana recidivno-remitentna MS pred vsaj 2 letoma, (III) ocena nevrološke okvare med 1 in 6,5 po Razširjeni lestvici stopnje zmanjšane zmožnosti po Kurtzkeju (*angl.* Kurtzke's Expanded disability status scale – EDSS) (Kurtzke, 1983) ter (IV) samostojna mobilnost s pripomočki za hojo ali brez njih. Izključitveni kriteriji za osebe z MS so bili: (I) izbruh bolezni v zadnjem mesecu (poslabšanje bolezni ali zdravljenje s kortikosteroidi), (II) jemanje steroidov ali imunosupresivne terapije v zadnjih štirih tednih, (III) bolezni, ki bi lahko dodatno vplivale na mišično funkcijo in pri katerih uporaba ES ni priporočljiva (npr. dodatna nevrološka obolenja, rakava obolenja, metabolne bolezni, kovinski vsadki, bolezni srca in ožilja) ter (IV) poškodba lokomotornega sistema, ki bi lahko vplivala na izvedbo meritev ali celo povzročila bolečine med merjenjem, kar smo preverili z vprašalnikom PAR-Q (Bredin idr., 2013). Vključitvene kriterije za osebe z MS je pred vključitvijo prostovoljcev v študijo preveril zdravnik specialist nevrologije.

Vključitveni kriteriji za zdrave osebe so bili: (I) starost med 30 in 60 let, (II) srednja stopnja telesne dejavnosti, ki smo jo ocenili z IPAQ (*angl.* international physical activity questionnaire), vprašalnikom o telesni dejavnosti (Forde, 2005), pri čemer so morali preizkušanci ustrezati vsaj enemu izmed navedenih kriterijev: a) več kot tri dni na teden telesno dejavni pri visoki intenzivnosti, ki traja vsaj 20 minut, b) več kot pet dni na teden telesno dejavni pri zmerni intenzivnosti, ki traja vsaj 30 minut dnevno, c) več kot pet dni v tednu telesno dejavni v kombinaciji nizke, zmerne ali visoke intenzivnosti s skupno količino 600 MET-minut. Izključitveni kriteriji za zdrave osebe so bili: (I) poškodba lokomotornega sistema, ki bi lahko vplivala na izvedbo meritev ali povzročila bolečino med merjenjem, in (II) druge kronične nenalezljive bolezni, kar smo preverili z vprašalnikom PAR-Q (Bredin idr., 2013).

Pred začetkom meritev so bili preizkušanci obveščeni o vsebini meritev in ciljnih raziskave. Podali so pisno informirano privolitev za sodelovanje v raziskavi. Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (0120-276/2023/3).

### Načrt študije

Meritve so potekale v Kineziološkem laboratoriju Fakultete za šport UL. Protokol meritev je zajemal izometrično naprežanje iztegovalk gležnja na izometrični opornici sočasno s PES tibialnega živca. Preizkušanci so meritve opravili v okviru enega obiska. Postopek je skupaj z začetno anamnezo in izpolnjevanjem vprašalnikov trajal okoli 45 minut. Po koncu izpolnjevanja vprašalnikov smo preizkušancem namestili EMG elektrode in električne stimulacijske elektrode ter jih namestili v izometrično opornico za izteg gležnja. Meritve so bile opravljene na nogi, s katero so imeli bolniki manj težav (manj spastičnosti, zmožnost izvedbe upogiba in iztega gležnja proti manualnemu uporju), oziroma na dominantni nogi pri zdravih posameznikih. Preizkušancem smo določili motorični prag (tj. najnižjo jakost električne stimulacije, ki je izzvala val M) in na podlagi tega jakost, uporabljeno med protokolom. Preizkušanci so po ogrevanju izvedli šest ponovitev hotenega izometričnega naprežanja pri 20, 60 in 100 % največjega hotenega izometričnega naprežanja (NHIN) v gležnju ob hkratni PES tibialnega živca s frekvencama 20 in 80 Hz.

### Signal EMG in električna stimulacija

Po navodilih SENIAM (Hermens idr., 2000) smo preizkušancem namestili brezžično elektrodo EMG (Trigno Delsys, Delsys Inc., Massachusetts, ZDA) na površino mišice soleus merjene noge (Slika 2, A). Na kožo v poplitealnem delu nad tibialnim živcem merjene noge smo preizkušancem namestili stimulacijsko katodo ( $2 \times 4$  cm) in z druge strani noge na pogačico stimulacijsko anodo ( $4 \times 4$  cm) (Slika 2, C). Stimulacijsko katodo smo nad tibialnim živcem dodatno učvrstili z žogico za golf in elastičnim trakom, ki smo ga ovili okoli kolena. Preizkušance smo nato namestili v izometrično opornico. Za določitev jakosti PES smo preizkušance stimulirali z enojnimi električnimi impulzi na sproščeno mišico z elektrostimulatorjem (Digitimer D57, Hertfordshire, Velika Britanija). S postopnim povečevanjem jakosti električne stimulacije smo določili jakost, pri kateri se je prvič po-

javil val M. Pred analizo vala M je bil surov signal EMG ojačan za faktor 909 in filtriran s pasovnim filtrom (*angl.* bandpass Butterworth fourth-order filter [20–500 Hz]). Amplituda vala M je predstavljala razliko med najnižjo in najvišjo odčitano napetostjo (*angl.* peak-to-peak amplitude).

Pri PES tibialnega živca med protokolom smo uporabili 60 % jakosti električne stimulacije, pri kateri se je val M pojavil prvič. V nasprotju z raziskavo Trimbla in Enoke (1988), pri kateri so jakost stimulacije pod motoričnim pragom določili arbitrarno, z občutkom mravljinčenja in brez pojavitve M-vala na signalu EMG, smo v naši raziskavi objektivizirali jakost električne stimulacije. Jakost električnega toka na 60 % pojavitve M-vala je bila dovolj visoka, da so preizkušanci čutili mravljinčenje na predelu stimulacije brez stimulacije motoričnega živca. Preizkušance smo med hotenim izometričnim naprežanjem stimulirali z vlakom električnih impulzov pri 20 Hz in 80 Hz. Protokola električne stimulacije sta zajemala impulze pravokotne oblike, napetost stimulatorja je bila 400 V, trajanje posameznega impulza 200 mikrosekund. Vlaka vrinjenih električnih impulzov med hotenim izometričnim naprežanjem sta bila časovno poenotena na eno sekundo, pri čemer je bilo pri vlaklu PES 20 Hz v eni sekundi sproženih 20 impulzov, pri vlaklu PES 80 Hz pa 80 impulzov (Slika 3).

Signal EMG in njegov močnostni spekter smo analizirali v treh časovnih intervalih, in sicer sekundo pred in po PES ter sekundo med PES. Pred računanjem povprečne amplitude signala EMG med PES smo signal popravili, in sicer tako, da smo z vnaprej pripravljeno skripto izločili artefakte, ki so bili vidni na signalu EMG zaradi električne stimulacije. V časovnem intervalu električnega impulza (tj. 1 ms od zaznave vsakega posameznega električnega impulza) smo signal EMG izbrisali z namenom večje verodostojnosti rezultatov. Največja amplituda signala EMG med NHIN je bila izračunana kot največja vrednost kvadratnega korena aritmetične sredine kvadratov (*angl.* Root Mean Square; RMS) na sekundnem intervalu signala EMG ob NHIN. Amplituda signala EMG pred, med in po PES je bila nato še normalizirana na velikost amplitude signala EMG med NHIN in izražena v odstotkih (% NHIN). Mediano frekvenco (MF) signala EMG smo izračunali iz močnostnega spektra popravljenega dela sekundnega intervala pred, med in po PES z uporabo hitre Fourierjeve transformacije. Za obdelavo si-

gnalov smo uporabili programsko opremo LabChart 8 (ADInstruments, Bella Vista, Avstralija) in pripravljene skripte v programu Excel (Microsoft Office Excel 2019, Microsoft, Washington, ZDA). V statistično analizo smo vključili normalizirano amplitudo signala EMG pred, med in po PES ter MF pred, med in po PES.

### Meritve navora v izometrični opornici

Preizkušance smo namestili v izometrično opornico za izteg gležnja (Slika 2) tako, da je bila os vrtenja gležnja v smeri iztega in upogiba (na nivoju lateralnega maleola) poravnana z osjo vrtenja izometrične opornice. Stopalo je bilo čvrsto pritrjeno na podlago opornice s pomočjo primeža v višini baze stopalnic (Slika 2, B). S pomočjo primeža je bilo čvrsto pritrjeno tudi koleno, in sicer tako, da smo ob izvedbi iztega gležnja v čim večji meri onemogočili dvig pete od podlage. Dodatno je bilo koleno pričvrščeno še v medialno-lateralni smeri. Med izvedbo protokola so preizkušanci

nosili protihrupne slušalke, pogled so imeli usmerjen v točko v višini glave naravnost pred njimi, roke položene na ogrodje opornice pred njimi, nedelovna noga pa je počivala na lesenem zaboju zraven opornice. Pred izvedbo stimulacijskega protokola smo izvedli ogrevanje s progresivnim izometričnim naprežanjem iztegovalk gležnja. Preizkušanec je dobil navodilo, da iztegne gleženj z 20, 40, 60, 80 in dvakrat s 100 % NHIN, z vmesnim 30-sekundnim odmorom.

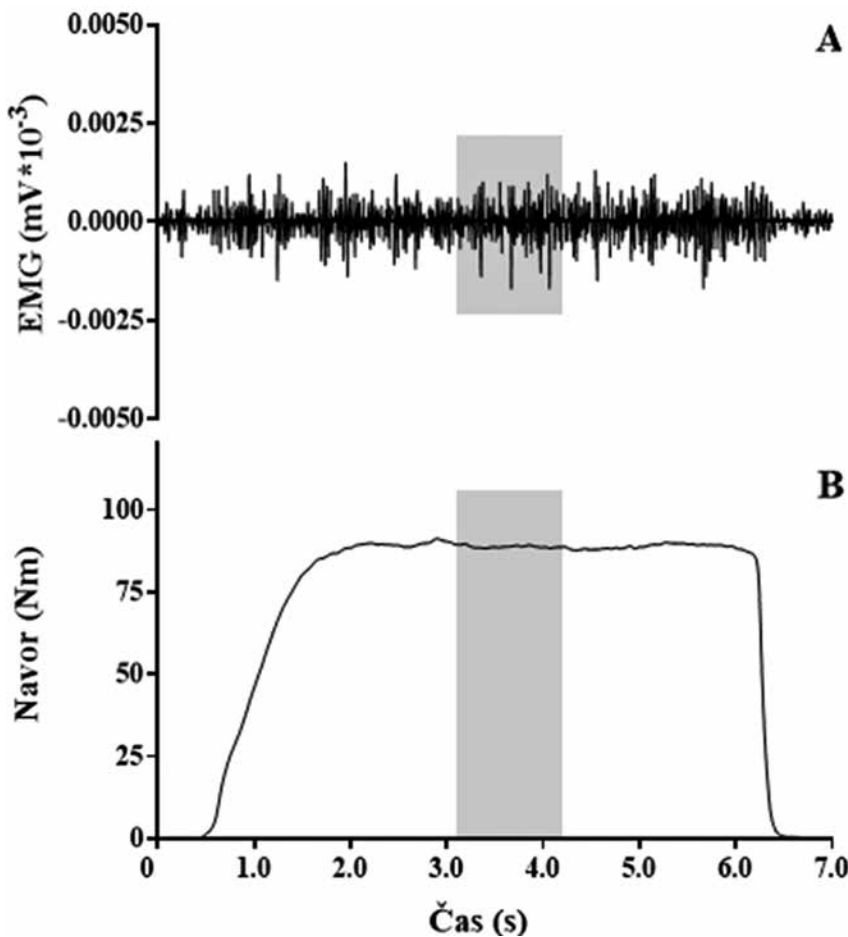
Po ogrevanju so preizkušanci začeli protokol izometričnega iztegovanja gležnja ob vrinjenem vlaklu impulzov PES, ki je zajemal šest različnih pogojev. Pogoji so se razlikovali po odstotku NHIN (20 %, 60 % in 100 %) ter po frekvenci vrinjenega vlakla impulzov (20 Hz in 80 Hz).

Preizkušanci so dobili navodilo, da z iztegom gležnja proti izometrični upornici dosežejo želeno raven NHIN (20, 60 ali 100 %). Ob morebitnem večjem odstopanju subjektivno ocenjenega relativnega na-



Slika 2. Prikaz namestitve merjenja

Opombe. A – EMG elektroda na mišici soleus; B – podporna površina za stopalo; C – mesto namestitve elastičnega traku, pod katerim sta stimulacijski elektrodi.



Slika 3. Prikaz surovega elektromiografskega signala in navora v gležnju med hotenim izometričnim naprežanjem

Opombe. A – surov površinski elektromiografski signal mišice soleus; B – navor pri 60 % največje hotene izometrične kontrakcije; sivo obarvano območje predstavlja časovni interval vrinjenega vlaka sekundne podpražne stimulacije (z 20 ali 80 Hz).

vora od izračunane vrednosti relativnega navora smo preizkušancu dali navodilo za korekcijo navora (zmanjšati ali povečati pritisk na opornico na sprednjem delu podplata iz iztegoma gležnja). Preizkušanci so nato relativen navor čim bolj konstantno zadrževali nadaljnjih pet sekund. Ob vzpostavitvi stabilne krivulje navora, to je ocenil raziskovalec, smo tibialni živec stimulirali s PES. Pri vsakem pogoju je bilo izvedenih pet ponovitev. Zaporedje pogojev merjenja je bilo naključno določeno s spletnim programom (randomizer.org) v izogib sistematični napaki zaradi utrujenosti. Med izvedbo posameznih pogojev so imeli preizkušanci 60-sekundni odmor in med petimi ponovitvami znotraj istega pogoja okoli 30-sekundni odmor.

Signal navora smo analizirali v treh časovnih intervalih, in sicer sekundo pred in po PES ter sekundo med PES. Surov signal iz

tlačno-nateznega senzorja je bil pretvorjen v silo [N] in pomnožen z dolžino konstantne ročice izometrične opornice v metrih, da smo dobili navor [Nm]. Vrednost navora je bila v smeri iztega gležnja popravljena za težo stopala. Vrednosti navora so bile pred statistično analizo normalizirane na telesno maso preizkušanca [Nm/kg]. Signale izometrične opornice, elektrod EMG in elektrostimulatorja smo zajemali s frekvenco 2000 Hz in jih sinhronizirali s sistemom Powerlab (ADInstruments, Bella Vista, Avstralija). Za vizualizacijo in obdelavo signalov smo uporabili programsko opremo LabChart 8 (ADInstruments, Bella Vista, Avstralija). Največji navor pri NHIN je bil izračunan kot najvišja vrednost tekočega povprečja sekundnega intervala navora. V statistično analizo smo vključili povprečni navor v sekundnih intervalih pred, med in po PES.

## Statistična analiza

Razlike med skupinama v osnovnih karakteristikah smo preverili s t-testom za neodvisne vzorce. Razlike v navoru, MF in amplitudi signala EMG pred, med in po PES pri šestih različnih pogojih PES in med dvema skupinama smo preverjali s tristranskimi analizami variance z mešanim načrtom, posebej za 20, 60 in 100 % NHIN (faktor čas: pred, med in po PES; faktor frekvenca stimulacije: 20 Hz in 80 Hz; faktor skupina: zdravi in MS). Velikost učinka analize variance je bila izračunana z delnim eta kvadratom ( $\eta_p^2$ ), in sicer 0,01 pomeni majhno velikost učinka, 0,06 srednje velikost učinka in 0,14 veliko velikost učinka. Pri statistično značilnih interakcijah med faktorji ali statistično značilnem glavnem učinku posameznega faktorja smo razlike med pari pogojev znotraj faktorja statistično značilno preverjali z Bonferronijevim post-hoc testom. Predpostavka o normalnosti porazdelitve je bila preverjena s Shapiro-Wilkovim testom ( $p > 0,05$ ; normalna porazdelitev). Homogenost varianc za kombinacije faktorjev je bila preverjena z Levenovim testom ( $p > 0,05$ ; homogenost varianc). Mauchlyjev test je bil uporabljen za preverjanje homogenosti varianc razlik med kombinacijami faktorjev (sferičnosti) ( $p > 0,05$ ; homogenost varianc razlik). Ob neizpolnjevanju predpostavke sferičnosti je bil uporabljen Greenhouse-Geisserjev popravek. Statistično analizo smo izvedli s programom SPSS za Windows 25.0 (IBM Corporation, New York, ZDA). Statistična značilnost je bila sprejeta z dvostransko 5-odstotno napako alfa.

## Rezultati

Povprečna starost vključenih preizkušancev z MS je bila višja v primerjavi s starostjo vključenih zdravih oseb ( $p < 0,05$ ), medtem ko razlik v telesni masi med skupinama ni bilo ( $p = 0,38$ ).

V Tabeli 1 so predstavljeni rezultati tristranske analize variance za navor iztegovalk gležnja za vsako stopnjo NHIN posebej. Ugotovili smo, da so osebe z MS razvile statistično značilno manjši navor v primerjavi z zdravimi osebami, ne glede na raven NHIN (20, 60 in 100 %;  $p < 0,01$ ). Proizvedeni navor se je statistično značilno razlikoval med seriji pred, med in po PES pri 60 % NHIN ( $F = 20,01$ ;  $p < 0,01$ ) in 100 % NHIN ( $F = 21,66$ ;  $p < 0,01$ ). Med učinki 20 Hz in 80 Hz PES na navor nismo odkrili statistično značilnih razlik, ne glede na stopnjo NHIN ( $p$

> 0,05). S post-hoc testiranjem smo odkrili, da je bil pri 60 % in 100 % NHIN navor največji pred PES in najmanjši po PES (Slika 4 – Navor). Statistično značilne razlike smo odkrili

med vsemi časovnimi intervali merjenja navora (pred-med, pred-po in med-po;  $p < 0,05$ ). Statistično značilne razlike v navoru med časovnimi intervali so posebej za

zdrave preizkušance in tiste z MS označene na Sliki 4. Statistično značilno interakcijo med navorom in frekvenco PES smo ugotovili samo pri 100 % NHIN ( $F = 8,19$ ;  $p <$

Tabela 1

Povprečne vrednosti navora pred in med vlakom električnih impulzov ter po njem pri različnih pogojih glede na skupino – rezultati tristranske analize variance s ponovljenimi meritvami

% NHIN	Frekvenca stimulacije (Hz)	Skupina	Pred (Nm/kg) M (SD)	Med (Nm/kg) M (SD)	Po (Nm/kg) M (SD)	ANOVA
20	20	MS	0,23 (0,11)	0,23 (0,11)	0,23 (0,11)	S: $F = 8,12$ ; $p = 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,31$ Č: $F = 1,17$ ; $p = 0,30$ ; $\eta_p^2 = 0,06$ FR: $F = 2,72$ ; $p = 0,12$ ; $\eta_p^2 = 0,13$ Č*FR: $F = 1,26$ ; $p = 0,278$ ; $\eta_p^2 = 0,07$ Č*S: $F = 0,70$ ; $p = 0,45$ ; $\eta_p^2 = 0,04$ Č*S*FR: $F = 0,90$ ; $p = 0,36$ ; $\eta_p^2 = 0,05$
		Z	0,35 (0,08)	0,35 (0,08)	0,34 (0,08)	
	80	MS	0,25 (0,12)	0,26 (0,11)	0,26 (0,11)	
		Z	0,36 (0,08)	0,39 (0,13)	0,35 (0,07)	
60	20	MS	0,56 (0,21)	0,55 (0,20)	0,52 (0,19)	S: $F = 15,46$ ; $p < 0,001$ ; $\eta_p^2 = 0,46$ Č: $F = 20,01$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,53$ FR: $F = 0,18$ ; $p = 0,68$ ; $\eta_p^2 = 0,01$ Č*FR: $F = 0,72$ ; $p = 0,45$ ; $\eta_p^2 = 0,04$ Č*S: $F = 0,35$ ; $p = 0,60$ ; $\eta_p^2 = 0,02$ Č*S*FR: $F = 0,19$ ; $p = 0,76$ ; $\eta_p^2 = 0,01$
		Z	0,86 (0,23)	0,67 (0,22)	0,84 (0,20)	
	80	MS	0,54 (0,21)	0,53 (0,20)	0,50 (0,19)	
		Zw	0,89 (0,19)	0,87 (0,17)	0,85 (0,17)	
100	20	MS	0,88 (0,34)	0,83 (0,30)	0,78 (0,26)	S: $F = 18,77$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,51$ Č: $F = 21,66$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,55$ FR: $F = 0,32$ ; $p = 0,58$ ; $\eta_p^2 = 0,02$ Č*FR: $F = 8,19$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,31$ Č*S: $F = 1,56$ ; $p = 0,23$ ; $\eta_p^2 = 0,08$ Č*S*FR: $F = 1,09$ ; $p = 0,33$ ; $\eta_p^2 = 0,06$
		Z	1,44 (0,32)	1,43 (0,32)	1,40 (0,31)	
	80	MS	0,88 (0,36)	0,84 (0,33)	0,76 (0,29)	
		Z	1,44 (0,30)	1,42 (0,30)	1,35 (0,26)	

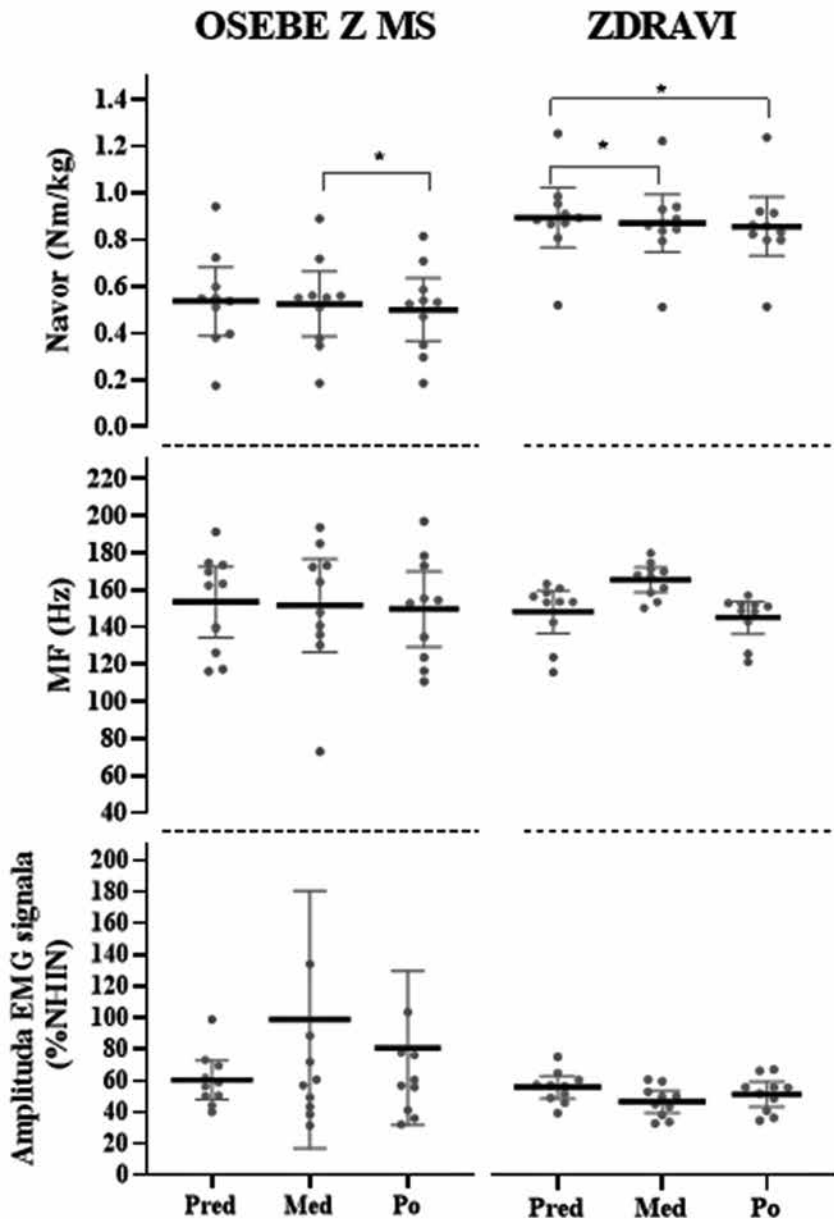
Opombe. M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon; Z – zdrave osebe; MS – osebe z multiplo sklerozo; FR – faktor frekvenca (20, 80 Hz); Č – faktor čas (pred, med, po); S – faktor skupina (Z, MS); NHIN – največja hotena izometrična kontrakcija; ANOVA – analiza variance; F – testna statistika ANOVA; p – statistična značilnost;  $\eta_p^2$  – delni Eta koeficient.

Tabela 2

Povprečne vrednosti mediane frekvence pred in med vlakom električnih impulzov ter po njem pri različnih pogojih glede na skupino – rezultati tristranske analize variance s ponovljenimi meritvami

% NHIN	Frekvenca stimulacije (Hz)	Skupina	Pred (Hz) M (SD)	Med (Hz) M (SD)	Po (Hz) M (SD)	ANOVA
20	20	MS	124,91 (30,89)	120,25 (40,42)	127,52 (26,94)	S: $F = 0,83$ ; $p = 0,375$ ; $\eta_p^2 = 0,04$ Č: $F = 2,60$ ; $p = 0,11$ ; $\eta_p^2 = 0,13$ FR: $F = 16,60$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,48$ Č*FR: $F = 12,72$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,41$ Č*S: $F = 3,60$ ; $p = 0,06$ ; $\eta_p^2 = 0,17$ Č*S*FR: $F = 1,79$ ; $p = 0,19$ ; $\eta_p^2 = 0,09$
		Z	135,78 (14,85)	140,06 (13,91)	132,31 (11,53)	
	80	MS	136,27 (27,53)	139,06 (33,67)	134,48 (26,93)	
		Z	134,75 (14,03)	157,49 (11,58)	134,93 (14,81)	
60	20	MS	154,50 (26,05)	144,08 (35,69)	149,54 (35,34)	S: $F = 0,02$ ; $p = 0,903$ ; $\eta_p^2 < 0,00$ Č: $F = 0,93$ ; $p = 0,36$ ; $\eta_p^2 = 0,05$ FR: $F = 13,17$ ; $p < 0,05$ ; $\eta_p^2 = 0,42$ Č*FR: $F = 12,22$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,40$ Č*S: $F = 2,32$ ; $p = 0,14$ ; $\eta_p^2 = 0,11$ Č*S*FR: $F = 1,09$ ; $p = 0,33$ ; $\eta_p^2 = 0,06$
		Z	148,74 (14,45)	151,80 (14,20)	146,17 (14,96)	
	80	MS	153,44 (26,45)	151,62 (34,86)	149,66 (28,19)	
		Z	149,44 (16,21)	166,90 (9,53)	146,45 (12,13)	
100	20	MS	154,10 (32,28)	146,67 (37,68)	151,38 (29,67)	S: $F = 0,16$ ; $p = 0,69$ ; $\eta_p^2 = 0,01$ Č: $F = 1,17$ ; $p = 0,30$ ; $\eta_p^2 = 0,06$ FR: $F = 8,91$ ; $p < 0,05$ ; $\eta_p^2 = 0,33$ Č*FR: $F = 12,15$ ; $p < 0,01$ ; $\eta_p^2 = 0,40$ Č*S: $F = 1,93$ ; $p = 0,18$ ; $\eta_p^2 = 0,01$ Č*S*FR: $F = 1,54$ ; $p = 0,23$ ; $\eta_p^2 = 0,08$
		Z	147,27 (17,14)	149,48 (18,28)	142,46 (17,19)	
	80	MS	156,03 (31,20)	153,57 (35,70)	151,09 (28,63)	
		Z	146,29 (15,71)	160,92 (12,33)	141,44 (15,80)	

Opombe. M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon; Z – zdrave osebe; MS – osebe z multiplo sklerozo; FR – faktor frekvenca (20, 80 Hz); Č – faktor čas (pred, med, po); S – faktor skupina (Z, MS); NHIN – največja hotena izometrična kontrakcija; MF – mediana frekvenca; ANOVA – analiza variance; F – testna statistika ANOVA; p – statistična značilnost;  $\eta_p^2$  – delni Eta koeficient.



Slika 4. Grafični prikaz rezultatov posameznikov pri 60 % NHIN in 80 Hz za navor, MF in amplitudo signala EMG pred in med električno stimulacijo ter po njej

Opombe. MS – multipla skleroza; MF – mediana frekvenca; EMG – elektromiografija; NHIN – največje hoteno izometrično naprežanje; ker razlike med različnimi intenzivnostmi nismo odkrili, so prikazani samo rezultati pri 60 % NHIN z vrinjenim vlakom PES 80 Hz; \* –  $p < 0,05$ .

0,01). Pri obeh frekvencah PES je bil navor v intervalu pred stimulacijo večji od navora med stimulacijo (20 Hz:  $p < 0,05$ ; 80 Hz:  $p < 0,01$ ) in v intervalu po PES je bil navor manjši od navora med PES (20 Hz:  $p < 0,05$ ; 80 Hz:  $p < 0,01$ ).

V Tabeli 2 so predstavljeni rezultati tristranske analize variance za MF EMG, za vsako stopnjo NHIN posebej. Ugotovili smo, da je imela frekvenca PES pri vseh treh stopnjah NHIN statistično značilen učinek na MF

EMG (učinek frekvenca v vseh primerih  $p < 0,05$ ). MF signala EMG je bila statistično značilno višja pri 80 Hz v primerjavi z 20 Hz PES. Prav tako smo pri vseh stopnjah NHIN ugotovili statistično značilno interakcijo med časovnim intervalom in frekvenco PES (20 %:  $F = 12,72$ ;  $p < 0,01$ ; 60 %:  $F = 12,22$ ;  $p < 0,01$ ; 100 %:  $F = 12,15$ ;  $p < 0,01$ ). Pri vseh stopnjah NHIN je bila MF signala EMG statistično značilno večja v intervalu med PES v primerjavi z intervalom pred in po PES,

vendar samo v primeru stimulacije z 80 Hz ( $p < 0,01$ ).

Pri analizi amplitude EMG (Slika 4, Amplituda signala EMG) nismo ugotovili statistično značilnih razlik med skupinama, pri časovnih intervalih in učinkih frekvence PES na rezultate (vse  $p > 0,05$ ).

## Razprava

Namen naše raziskave je bil primerjati učinke PES tibialnega živca med hotenim izometričnim iztegovanjem gležnja na velikost navora. To je bila prva raziskava, v kateri je bil preverjen vpliv PES na razvoj navora iztegovalk gležnja tudi pri osebah z gibalnimi okvarami. Glavna ugotovitev naše raziskave je, da vrinjeni vlak PES nima pozitivnega učinka na navor iztegovalk gležnja, ne glede na frekvenco PES (20 ali 80 Hz) in ne glede na skupino (zdravi ali MS). V povprečju je bil navor iztegovalk gležnja največji pred PES in najmanjši po PES, kar je v nasprotju z našimi pričakovanji. Bistvenih razlik v učinkih med PES z 20 in 80 Hz nismo ugotovili, prav tako nismo ugotovili razlik v rezultatih analiz pri različnih stopnjah mišičnega naprežanja (20, 80 in 100 % NHIN). Statistično značilne razlike smo odkrili pri navoru iztegovalk gležnja med zdravimi posamezniki in osebami z MS, kar lahko najverjetneje pripišemo višji starosti oseb z MS ter po pričakovanih posledicam bolezni.

Glede na teoretična izhodišča (Avrillon idr., 2022; Dean idr., 2007; Dideriksen idr., 2015; Trimble in Enoka, 1988) smo pričakovali, da bo vrinjeni vlak PES s frekvenco 80 Hz povečal navor iztegovalk gležnja v obeh skupinah. Večje učinke smo pričakovali pri manjših navorih (20 % NHIN), saj je pri manjših silah v mišici rekrutiranih manj ME. Kot posledica PES, ki povzroči dvig vzdražnosti do dosega praga vzdražnosti manjših ME in posledično rekrutacijo dodatnih manjših ME, bi tako potencialno lahko pričakovali tudi dvig navora iztegovalk gležnja. Rezultati naše študije so pokazali obratno – navor, zlasti med stimulacijo z 80 Hz, se je zmanjšal med vrinjenim vlakom impulzov in po njem ne glede na skupino. Tudi MF in amplituda EMG-signala mišice soleus se v večini primerov nista spremenila, kar kaže, da z izbranimi protokoloma PES nismo povzročili dodatne rekrutacije ME. Razlogov za upad navora v času petsekundnih ponovitev, ki je posebno izrazit pri 60 in 100 % NHIN, je lahko več. Sklepamo, da je protokol PES v naši študiji povzročil

vključitev inhibitornih spinalnih mehanizmov. Vrinjeni vlak PES, zlasti z nižjimi frekvencami (Avrillon idr., 2022), lahko povzročijo la predsinaptično, posinaptično inhibicijo ali lb polisinaptično inhibicijo (Dideriksen idr., 2015). Naš protokol se je v primerjavi s tistimi iz literature razlikoval po širini impulzov, s katerim smo stimulirali senzorna živčna vlakna. Uporabili smo kratke impulze v trajanju 0,2 ms, ki so sicer značilnejši za neposredno stimuliranje motoričnih nevronov (Dean idr., 2007), in možno je, da smo zaradi tega v manjši meri stimulirali la aferenco oziroma je bilo seštevanje amplitud zaporednih facilitornih senzornih akcijskih potencialov zaradi kratkega trajanja posameznega impulza neučinkovito. Ker je bil upad navora v času ponovitev izrazitejši pri 60 in 100 % NHIN, kjer so aktivne večje ME, ki oživčujejo hitra mišična vlakna – ta pa so bolj utrudljiva, zato kapaciteta mišice za razvoj sile skozi čas zelo hitro upade –, lahko sklepamo tudi, da je upad navora posledica pojava utrujenosti. Ta je lahko prevladala nad facilitornim senzornim prilivom v hrbtnjačo zaradi PES.

Mamoei idr. (2020) so ugotovili, da se s progresijo bolezni poveča delež hitrih vlaken in s tem večjih ME pri osebah z MS, kar je lahko eden izmed razlogov za hiter pojav utrujenosti med gibanjem. Zmanjšana je tudi zavestna aktivacija mišic (Broekmans idr., 2011), zato je razvoj sile v mišici omejen. Predvidevali smo, da bo PES zaradi rekrutacije dodatnih ME pri osebah z MS pripomogla k razvoju navora iztegovalk gležnja. Sklepali smo tudi, da bo ta učinek večji kot pri zdravih osebah, kjer je zavestna aktivacija mišic neokrnjena. Ugotovili smo, da se rezultati med skupinama niso razlikovali. Za to, da PES pri osebah z MS v naši raziskavi ni imela učinka, je več razlogov. Študije poročajo, da pri osebah z MS pride tudi do okvar senzornih živcev (Almuklass idr., 2020), kar pomeni, da je bil morda prenos senzornih informacij iz la aference ob PES zmanjšan. Delovanje PES bi bilo lahko odvisno tudi od zastopanosti manjših ME in strukture mišičnih vlaken, ki je zaradi bolezni spremenjena. Mogoče je, da mehanizmi PES pri osebah MS niso učinkovali, ker je zastopanost manjših ME manjša in te so bili posamezniki sposobni rekrutirati že zavestno. PES pa ima omejen potencial za rekrutacijo večjih ME (Dideriksen idr., 2015), saj senzorni priliv prek la aference, povzročen s PES, ne omogoča tako izrazitega dviga vzdražnosti, da bi dosegel prag rekrutacije velikih ME.

Z analizo signala EMG smo odkrili višjo MF pri protokolih stimulacije z 80 Hz v primerjavi z 20 Hz, zaradi česar lahko sklepamo, da je PES povzročila spremembe v frekvenčni modulaciji na ravni ME, vendar se te niso odrazile v funkciji mišice. Po drugi strani pa lahko rezultat pripišemo morebitnim vplivom artefaktov v signalu zaradi prenosa električnih impulzov po koži do elektrode – teh je bilo v primeru PES z višjo frekvenco več. Signali so bili obdelani po navodilih v literaturi (Avrillon idr., 2022), vendar je zelo verjetno, da vrinjeni vlak impulzov povzroči artefakte, ki so nekonsistentni in jih je v popolnosti brez izgube signalov iz mišice nemogoče popolnoma odpraviti. O težavah pri podobni obdelavi poročajo tudi drugi avtorji (Dean idr., 2007).

Študija je imela določene omejitve, pri čemer je prva izmed njih manjša velikost vzorca, zato je moč testne statistike manjša. Poleg tega so bili rezultati vključenih preizkušancev z MS zelo variabilni, kar lahko najverjetneje pripišemo širokemu razponu vrednosti indeksa EDSS vključenih oseb. Naš protokol se je od opisanih v literaturi razlikoval po širini impulzov, s katerim smo stimulirali senzorna živčna vlakna. Uporabili smo kratke impulze v trajanju 0,2 ms, značilne za nadpražno elektrostimulacijo. V študijah, pri katerih se je PES izkazala kot učinkovito orodje, pa so bili uporabljeni širši impulzi (0,5 ali 1 ms) (Dean idr., 2007). Mogoče je, da kratki impulzi kljub višji frekvenci PES niso sprožili dovolj velikih facilitornih potencialov v hrbtnjači, da bi se ti med seboj sešteli in povečali vzdraženost sklada  $\alpha$ -MN. Ker gre za prvo študijo, izvedeno na osebah z MS, smo za protokol stimulacije izbrali nogo, pri kateri je bilo težav z izvedbo gibanja manj. Morda bi dobili drugačne rezultate, če bi izbrali bolj prizadeto nogo (po kriteriju spastičnosti ali moči), saj lahko sklepamo, da je zavestni nivo aktivacije v tej nogi manjši in bi že manjše število dodatno rekrutiranih motoričnih nevronov s pomočjo povečanja vzdražnosti s stimulacijo senzornih živcev značilno vplivalo na razvoj sile v mišici. Poleg tega je treba omeniti, da v naši študiji nismo merili velikosti hotene aktivacije mišice soleus, strukture mišičnih vlaken in vzdraženosti sklada  $\alpha$ -MN, zato so razlike med skupinama pri omenjenih lastnostih v naši raziskavi zgolj teoretične. V prihodnje bi bilo smiselno študijo ponoviti z večjim številom preizkušancev, neposrednimi meritvami potencialnih mehanizmov za povečanje aktivacije mišice s stimulacijo senzornih živcev in različnimi protokoli PES, ki bi poleg različ-

nih frekvenc vrinjenih vlakov stimulacije in nivojev hotenega mišičnega naprežanja zajemali tudi različno dolžino posameznih impulzov in različno dolžino trajanja vrinjenih vlakov PES.

Čeprav so predhodne raziskave pokazale, da PES poveča vzdraženost sklada  $\alpha$ -MN in s tem predstavlja potencialno orodje za doseganje večje učinkovitosti vadbe pri osebah, pri katerih je zavestna mišična aktivacija okrnjena, rezultati naše študije tega niso potrdili. Glavna ugotovitev naše raziskave je, da PES med hotenim izometričnim naprežanjem iztegovalk gležnja ne vpliva na proizvedeni navor v gležnju, ne glede na intenzivnost hotenega naprežanja (20, 60 ali 100 %) in ne glede na frekvenco stimulacije. Prav tako PES ne vpliva drugače na osebe z MS v primerjavi z zdravimi osebami. Na podlagi razlik med ugotovitvami naše raziskave in ugotovitvami predhodnih raziskav na tem področju predlagamo, da se v prihodnjih študijah dodatno preveri učinkovitost PES z veliko frekvenco (80 Hz ali več) in širšimi električnimi impulzi (več kot 0,2 ms), s čimer se bodo predvsem potrdili ali ovrgli učinki PES na spremembo mišične sile pri zdravih osebah ter pozneje tudi pri osebah z MS.

## Literatura

1. Almuklass, A. M., Capobianco, R. A., Feeney, D. F., Alvarez, E. in Enoka, R. M. (2020). Sensory nerve stimulation causes an immediate improvement in motor function of persons with multiple sclerosis: A pilot study. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 38, 101508. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.101508>
2. Amatya, B., Young, J. in Khan, F. (2018). Non-pharmacological interventions for chronic pain in multiple sclerosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012622.pub2>
3. Andreu-Caravaca, L., Ramos-Campo, D. J., Chung, L. H. in Rubio-Arias, J. (2022). Can strength training modify voluntary activation, contractile properties and spasticity in Multiple Sclerosis?: A randomized controlled trial. *Physiology and Behavior*, 255(July), 113932. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113932>
4. Atkins, K. D. in Bickel, C. S. (2021). Effects of functional electrical stimulation on muscle health after spinal cord injury. *Current Opinion in Pharmacology*, 60, 226–231. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2021.07.025>
5. Avrillon, S., Hernandez-Pavon, J. C., Kurukuti, N. M., Hoo, G. W. in Pons, J. L. (2022). *Transcutaneous electrical nerve stimulation acutely impacts motor unit firing activity during isometric*

- contractions. <http://dx.doi.org/10.1101/2022.12.22.521271> <https://syndication.highwire.org/content/doi/10.1101/2022.12.22.521271>
6. Bredin, S. S. D., Gledhill, N., Jamnik, V. K. in Warburton, D. E. R. (2013). PAR-Q+ and ePAR-med-X+ New risk stratification and physical activity clearance strategy for physicians and patients alike. *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, 59(3), 273–277. [https://doi.org/10.1016/0368-2048\(92\)80003-Q](https://doi.org/10.1016/0368-2048(92)80003-Q)
  7. Broekmans, T., Roelants, M., Feys, P., Alders, G., Gijbels, D., Hanssen, I., Stinissen, P. in Eijnde, B. O. (2011). Effects of long-term resistance training and simultaneous electro-stimulation on muscle strength and functional mobility in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 17(4), 468–477. <https://doi.org/10.1177/1352458510391339>
  8. de Souza-Teixeira, F., Costilla, S., Ayán, C., García-López, D., González-Gallego, J. in de Paz, J. A. (2009). Effects of resistance training in multiple sclerosis. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 245–250. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105944>
  9. Dean, J. C., Yates, L. M. in Collins, D. F. (2007). Turning on the central contribution to contractions evoked by neuromuscular electrical stimulation. *Journal of Applied Physiology*, 103(1), 170–176. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01361.2006>
  10. Dideriksen, J. L., Muceli, S., Dosen, S., Laine, C. M. in Farina, D. (2015). Physiological recruitment of motor units by high-frequency electrical stimulation of afferent pathways. *Journal of Applied Physiology*, 118(3), 365–376. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00327.2014>
  11. Enoka, R. M., Amiridis, I. G. in Duchateau, J. (2020). Electrical stimulation of muscle: Electrophysiology and rehabilitation. *Physiology*, 35(1), 40–56. <https://doi.org/10.1152/physiol.00015.2019>
  12. Forde, C. (2005). *Scoring the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) Exercise Prescription for the Prevention and Treatment of Disease. 2005.*
  13. Gondin, J., Duclay, J. in Martin, A. (2006). Soleus- and gastrocnemii-evoked V-wave responses increase after neuromuscular electrical stimulation training. *Journal of Neurophysiology*, 95(6), 3328–3335. <https://doi.org/10.1152/jn.01002.2005>
  14. Gregory, C. M. in Bickel, C. S. (2005). Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical Therapy*, 85(4), 358–364. <https://doi.org/10.1093/ptj/85.4.358>
  15. Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C. in Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374.
  16. Kim, K., Yoo, S. J., Kim, S. Y., Lee, T., Lim, S. H., Jang, J. E., Je, M., Moon, C. in Choi, J. W. (2021). Subthreshold electrical stimulation as a low power electrical treatment for stroke rehabilitation. *Scientific Reports*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93354-x>
  17. Kurtzke, J. F. (1983). Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*, Nov;33(11), 1444–1452.
  18. Maffiuletti, N. A., Pensini, M. in Martin, A. (2002). Activation of human plantar flexor muscles increases after electromyostimulation training. *Journal of Applied Physiology*, 92(4), 1383–1392. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00884.2001>
  19. Mamoei, S., Hvid, L. G., Boye Jensen, H., Zijdewind, I., Stenager, E. in Dalgas, U. (2020). Neurophysiological impairments in multiple sclerosis—Central and peripheral motor pathways. *Acta Neurologica Scandinavica*, 142(5), 401–417. <https://doi.org/10.1111/ane.13289>
  20. Pilutti, L. A., Edwards, T., Motl, R. W. in Sebastião, E. (2019). Functional electrical stimulation cycling exercise in people with multiple sclerosis: Secondary effects on cognition, symptoms, and quality of life. *International Journal of MS Care*, 21(6), 258–264. <https://doi.org/10.7224/1537-2073.2018-048>
  21. Rice, C. L., Vollmer, T. L. in Bigland-Ritchie, B. (1992). Neuromuscular responses of patients with multiple sclerosis. *Muscle & Nerve*, 15(10), 1123–1132. <https://doi.org/10.1002/mus.880151011>
  22. Trimble, M. H. in Enoka, R. M. (1988). Mechanisms Underlying the Training Effects Associated with Neuromuscular Electrical Stimulation. *Journal of Biomechanics*, 21(10), 855. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(88\)90028-0](https://doi.org/10.1016/0021-9290(88)90028-0)
  23. Trimble, M. H. in Enoka, R. M. (1991). Mechanisms underlying the training effects associated with neuromuscular electrical stimulation. *Physical Therapy*, 71(4), 272–273. <https://doi.org/10.1093/ptj/71.4.273>

dr. Darjan Spudić, mag. kin  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
darjan.spudic@fsp.uni-lj.si



Evelin Colja<sup>1</sup>,  
Maja Pajek<sup>1</sup>, Jernej Pajek<sup>2</sup>, Špela Bogataj<sup>1,2</sup>

## Učinki meddializne kognitivne in telesne vadbe na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost

### Izvleček

Hemodializni bolniki so pogosto telesno nedejavni in manj zmogljivi v primerjavi s splošno populacijo, pri njih so pogoste tudi kognitivne motnje. Namen študije je bil ugotoviti učinek meddializnega kognitivnega treninga v kombinaciji s telesno vadbo na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost v hemodializni populaciji.

V raziskavo smo vključili 44 bolnikov. Naključno smo jih razporedili v eksperimentalno skupino (n = 22), ki je trikrat tedensko izvajala meddializno kolesarjenje in kognitivni trening, ter kontrolno skupino (n = 22), ki je prejela le standardno oskrbo. Intervencija je trajala 12 tednov. Njene učinke smo preverjali s časovno merjenim testom vstani in pojdi (TUG) ter testom kodiranja (SDMT).

Raziskavo je zaključilo 42 bolnikov. Pri eksperimentalni skupini smo ugotovili izboljšanje v primerjavi s kontrolno skupino pri testih TUG (p = 0,005) in SDMT (p < 0,001). Krajši čas za izvedbo testa TUG je bil povezan z boljšim rezultatom pri testu SDMT (r = -0,497, p = 0,001).

Ugotovitve kažejo, da kombinacija meddializne vadbe in kognitivnega treninga lahko izboljša tako telesno zmogljivost kot kognitivne sposobnosti, kar odpira možnosti za nadaljnje raziskave in oblikovanje boljših terapevtskih smernic za hemodializne bolnike.

*Ključne besede:* hemodializa, telesna zmogljivost, kognitivne sposobnosti, dializno kolesarjenje, kognitivni trening



## Effects of Inter-Dialysis Cognitive and Physical Training on Cognitive Abilities and Physical Performance

### Abstract

Hemodialysis patients are often physically inactive and have lower performance levels compared to the general population. They frequently also experience cognitive impairments. The aim of the study was to determine the effect of inter-dialysis cognitive training combined with physical exercise on cognitive abilities and physical performance in the hemodialysis population.

There were 44 patients included in the study. They were randomly assigned to an experimental group (n = 22), which performed inter-dialysis cycling and cognitive training three times a week, or a control group (n = 22), which received standard care. The intervention lasted 12 weeks. Its effects were measured using the timed up and go test (TUG) and the symbol digit modalities test (SDMT).

Forty-two patients completed the study. The experimental group showed improvement compared to the control group in the TUG (p = 0,005) and SDMT test (p < 0,001). A shorter time to complete the TUG test was associated with a better result in the SDMT (r = -0,497, p = 0,001).

The results indicate that combination of inter-dialysis exercise and cognitive training can improve physical performance and cognitive abilities, presenting opportunities for further research and the development of better treatment guidelines for haemodialysis patients.

*Keywords:* hemodialysis, physical performance, cognitive abilities, intradialytic cycling, cognitive training

<sup>1</sup>Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani

<sup>2</sup>Klinični oddelek za nefrologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana



## Uvod

Bolniki na hemodializnem (HD) zdravljenju se srečujejo z različnimi zapleti in omejitvami. Poleg pridruženih težav in boleznih so tudi telesno nedejavni (Avesani idr., 2012), kar vodi v zmanjšano funkcionalno zmogljivost, ta pa k zmanjšani kakovosti življenja (Li idr., 2016) in povečanemu tveganju za umrljivost (Tentori idr., 2010). V primerjavi z gibalnimi sposobnostmi zdravih posameznikov imajo dializni bolniki največji primanjkljaj na področju ravnotežja in gibljivosti ter pri moči in vzdržljivosti mišic spodnjih okončin (Pajek in Pajek, 2018).

Poleg gibalnih izzivov se pri bolnikih na HD pojavljajo tudi kognitivne motnje. Njihova razširjenost je pri tej populaciji ocenjena na 30–60 % (Murray idr., 2006; Sehgal idr., 1997), kar je vsaj dvakrat več od razširjenosti pri starostno primerljivih kontrolnih skupinah. Kljub tolikšni pogostosti kognitivnih motenj pri bolnikih na HD so te v anamnezi dokumentirane pri manj kot 5 % bolnikov (Kurella, 2006; Murray idr., 2006). Kognitivni upad se stopnjuje s slabšanjem bolezni (Kurella idr., 2004; Madan idr., 2007) in lahko vodi v razvoj demence (Petersen idr., 2009). Pri osebah, ki se zdravijo s hemodializo, so kognitivne funkcije prizadete zlasti na področjih orientacije in pozornosti ter izvršilnih funkcij (O'Lone, 2016). Veliko študij poroča o povezanosti kognitivnih motenj pri bolnikih s kronično ledvično boleznijo in hemodializnim zdravljenjem s slabšimi izidi zdravljenja, povečanim številom hospitalizacij (Sehgal idr., 1997), opustitvijo dialize in povečano umrljivostjo (Kurella idr., 2006).

Študije in intervencije, ki se ukvarjajo s temi težavami, imajo pomembno vlogo pri izboljšanju oskrbe HD bolnikov. Rezultati študij kažejo, da telesna vadba pozitivno vpliva na njihovo telesno zmogljivost. Kot so poleg tega v sistematičnem pregledu ugotovili Bogataj idr. (2022), majhno število raziskav nakazuje, da ima vadba potencial tudi za izboljšanje kognitivnega delovanja oziroma upočasnitev kognitivnega upada pri bolnikih na HD, vendar so za trdnejše zaključke potrebne nadaljnje raziskave.

Za izboljšanje splošnih in specifičnih kognitivnih področij se poleg telesne vadbe vse pogosteje uporabljajo tudi programi kognitivnega treninga. V več študijah so poročali o močni povezavi med vključevanjem v kognitivno stimulatívne dejavnosti skozi celotno življenjsko obdobje in izboljšano kognicijo v poznem življenju ter zmanjšanim tveganjem za kognitivne

motnje in demenco (Marioni idr., 2012; Verghese idr., 2003; Wilson idr., 2002). Narašča tudi število dokazov, da lahko intervencije kognitivnega treninga izboljšajo kognitivno delovanje pri zdravih starejših odraslih (Ball idr., 2002; Lampit idr., 2014).

O učinkih kognitivnega treninga pri bolnikih na HD so poročali v le redkih študijah. McAdams-DeMarco idr. (2018) so v pilotni študiji preučevali vpliv intradializnega kolesarjenja in kognitivnega treninga na ohranitev kognitivne funkcije. Psihomotorna hitrost in izvršilne funkcije so se prav tako ohranile pri skupini, ki je izvajala miselne igre na tabličnem računalniku, kot pri skupini, ki je izvajala meddializno kolesarjenje, v primerjavi s kontrolno skupino, ki je doživela upad merjenih sposobnosti. V eni študiji je 12 bolnikov na HD izvajalo 3-mesečni program kognitivnega treninga, ki je potekal med dializo na tabličnih računalnikih. Po končani intervenciji so poročali o izboljšanju kognitivnih sposobnosti in izvršilnih funkcij (Noguchi idr., 2020). Vendar imata obe študiji svoje omejitve, med drugim majhno velikost vzorca.

Na podlagi teh izsledkov je smiseln korak združiti intervencijo telesne vadbe in kognitivnega treninga z namenom izboljšanja funkcionalnega statusa bolnikov na HD, tako kognitivnega kot gibalnega. Njun kombinacijo so že preučevali pri zdravi populaciji in pri tej poročali o spodbudnih rezultatih (Fabre idr., 2002; Oswald idr., 2006). Hemodializni postopek predstavlja edinstveno priložnost za izvajanje tovrstnih kombiniranih intervencij, saj se s tem nadomestijo navadno bolj pasivne aktivnosti, ki jih bolniki izvajajo med dializo (McAdams-DeMarco idr., 2018).

## Metode

### Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 44 bolnikov iz dializnega centra Univerzitetnega kliničnega centra (UKC) Ljubljana.

Merila za vključitev v raziskavo so bila naslednja: starost nad 18 let, nadomestno zdravljenje s HD več kot 3 mesece, sposobnost samostojne hoje, stabilno zdravstveno stanje.

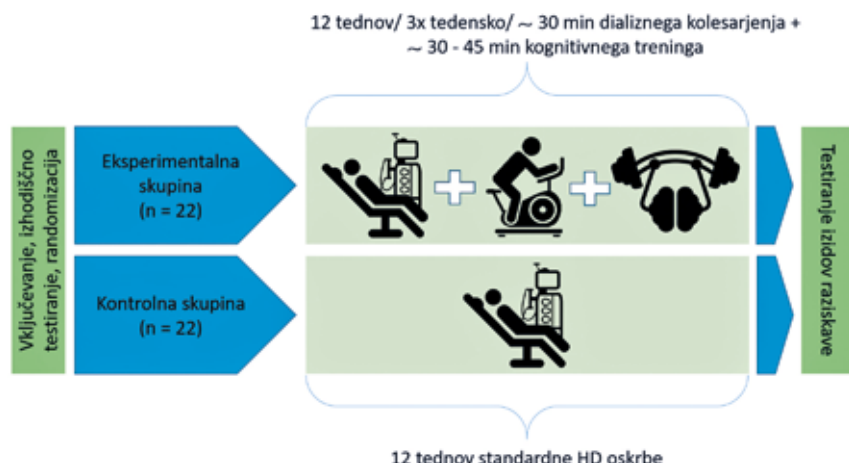
Merila za ne vključitev v raziskavo so bila: kronična maligna ali nalezljiva bolezen, nadzorovana arterijska hipertenzija, angina pectoris (razred 2–4 po CCS), srčno popuščanje (3. ali 4. razred NYHA), amputacija zgornjih ali spodnjih okončin ali katero koli drugo stanje, ki lahko povzroči kronično nestabilnost bolnika.

Merila za izključitev iz študije so bila: interkurentna bolezen ali travma, ki bolniku preprečuje nadaljevanje intervencije za dlje kot 14 dni, pojav akutne bolezni, ki traja dlje kot tri tedne ali se konča manj kot tri tedne pred koncem študije, diagnoza maligne bolezni ali cerebrovaskularni dogodek med raziskavo in samostojni preklic sodelovanja v raziskavi.

### Pripomočki

V raziskavi smo ocenjevali kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost bolnikov pred izvedbo intervencije in po njej.

Za oceno kognitivnih sposobnosti smo uporabili test kodiranja (Symbol Digit Modalities Test – SDMT) (Smith, 1982). Testirane prejme list – na vrhu tega je ključ, ki združuje enomestne številke od 1 do 9 s



Slika 1. Zasnova študije

pripadajočimi simboli. V spodnjih vrsticah so samo simboli. Naloga testiranca je napisati ali ustno navesti pravilno številko k zapisanemu simbolu. Prvih 10 povezovanj simbolov z ustreznimi številkami izvede ob vodstvu, nato pa ima na voljo 90 sekund za reševanje preostalih odgovorov. Pri točkovanju je vsak pravilen odgovor vreden 1 točko (Benedict idr., 2017).

Za oceno telesne zmogljivosti smo uporabili časovno merjeni test vstani in pojdi (Timed Up and Go test – TUG). Za izvedbo potrebujemo standarden stol s sedalom v višini 46 cm ter naslonjalom za roke in hrbet. Poleg tega sta potrebni označba na tleh, ki je od stola oddaljena 3 m, in ročna štoparica. Pri testu se meri čas, ki ga preiskovanec potrebuje, da po znaku merilca vstane s stola, prehodi razdaljo treh metrov, se obrne, vrne k stolu in ponovno sede. Čas se zapiše v sekundah. Razdaljo mora preiskovanec prehoditi kar se da hitro, vendar varno. Če pri hoji uporablja pripomoček, ga uporabi tudi pri testu (Podsiedadlo in Richardson, 1991).

## Potek študije

Študija je bila izvedena v skladu z etičnimi standardi Helsinške deklaracije iz leta 1964, odobrila pa jo je Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (KME 0120-474/2021/10). Vsakemu bolniku smo pred vključitvijo v študijo opisali tveganja in koristi. Tveganja v raziskavi so bila povezana z morebitnim poslabšanjem zdravstvene stanja zaradi telesnega napora, zato je bilo med ponovitvami gibalnega testa dovolj počitka, meddializna telesna vadba je bila prilagojena posameznikovim sposobnostim in oceni subjektivnega napora. Intervencijo so v celoti nadzorovali navzoči zdravniki in drugo medicinsko osebje.

Testiranja bolnikov so bila izvedena na nedializni dan. Test SDMT so bolniki opravili pod nadzorom psihologinje. Pri tem so morali pravilne rezultate zapisati. Pri testu TUG so bolniki opravili dve meritvi, kot rezultat smo upoštevali njuno povprečje.

Po opravljenih izhodiščnih testiranjih smo bolnike z uporabo računalniškega programa naključno razvrstili v eksperimentalno in kontrolno skupino v razmerju ena proti ena. Eksperimentalna skupina je med dializo (12 tednov po trikrat na teden) približno 30 minut izvajala program meddializnega kolesarjenja na prilagojenem ergometru. Program so začeli s triminutnim ogrevanjem, nato pa smo obremenitev prilago-

dili vsakemu posamezniku glede na oceno subjektivnega napora, ki je bila določena med 4. in 5. stopnjo po 10-stopenjski Borgovi lestvici. Po krajšem odmoru so dobili tablične računalnike, na katerih so na platformi CogniFit reševali miselne igre (30–45 minut). Težavnost miselnih iger se je samodejno prilagajala bolnikovim veščinam med treningom. Ciljne kognitivne domene teh iger so bile: spomin, sklepanje, koordinacija in pozornost s podkategorijami. Bolnikom smo ponudili podporo pri uporabi programske opreme in pomoč pri razumevanju nalog. Kontrolna skupina je bila deležna le standardne oskrbe na HD, kar vključuje splošne nasvete o prednostih telesne vadbe. Zasnova študije je prikazana na Sliki 1.

Po 12 tednih smo testirali izide raziskave. Končne izide smo poskušali pridobiti pri vseh bolnikih, ne glede na njihovo doslednost pri izpolnjevanju zahtev intervencije ali ohranjanju sodelovanja čez celotno obdobje študije. Pri osebah, ki so bile umaknjene iz končne analize, nam ni uspelo izvesti končnih meritev zaradi vzrokov, ki so bolnikom onemogočili sodelovanje, ali zato, ker so sami zavrnili sodelovanje.

## Statistična obdelava podatkov

Za obdelavo podatkov smo uporabili program Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, ZDA) in jih statistično analizirali v programu IBM SPSS 22 (SPSS Inc., Armonk, New York, ZDA). Opisne spremenljivke smo prikazali s frekvenčno porazdelitvijo, medtem ko smo za številske spremenljivke podali povprečja in standardne odklone. Za primerjavo izhodiščnih značilnosti posamezne raziskovalne skupine smo uporabili t-test za neodvisne vzorce pri spremenljivkah z normalno porazdelitvijo, medtem ko smo za asimetrično porazdeljene spremenljivke uporabili Mann-Whitneyjev U-test. Primerjavo med začetnim in končnim stanjem posamezne raziskovalne skupine smo izvedli s t-testom za odvisne vzorce pri normalno porazdeljenih spremenljivkah, v primeru asimetrično porazdeljene spremenljivke pa Wilcoxonov test predznačenih rangov. Za analizo učinkovitosti intervencije med raziskovalnima skupinama smo uporabili dvofaktorsko analizo variance za ponovljene meritve, pri čemer smo izračunali interakcijo časa (začetne in končne meritve) ter skupine (eksperimentalne in kontrolne) in delni eta kvadrat. Vrednosti delnega eta kvadrata 0,02, 0,13 in 0,33 so bile ocenjene kot majhen, zmeren

in velik učinek (Pierce idr., 2004). Povezanost med začetnimi meritvami testa TUG in testa SDMT smo preverili s Pearsonovim korelacijskim koeficientom. Vse statistične analize smo izvedli pri stopnji statistične značilnosti  $p < 0,05$ .

## Rezultati

V študijo smo vključili 44 bolnikov, ki se zdravijo s hemodializo. Končno testiranje je opravilo 22 bolnikov v eksperimentalni in 20 bolnikov v kontrolni skupini. V analizo nista bila vključena dva bolnika, pri katerih ni bilo mogoče opraviti končnega testiranja zaradi okužbe z enterokokom, odpornim proti vankomicinu ( $n = 1$ ), in zavrnitve sodelovanja ( $n = 1$ ).

V Tabeli 1 je prikazana primerjava napredka telesne zmogljivosti, merjene s testom TUG, med skupinama po končani intervenciji. Pri eksperimentalni skupini je prišlo do statistično pomembnega izboljšanja rezultatov pri testu TUG za 0,84 sekunde ( $p = 0,000$ ). V kontrolni skupini nismo opazili statistično pomembnih razlik ( $p = 0,184$ ). Ugotovili smo tudi statistično pomembno interakcijo med časom in skupino ( $p = 0,005$ , delni eta kvadrat = 0,181), kar kaže na zmeren vpliv intervencije na izboljšanje rezultatov v eksperimentalni skupini.

V Tabeli 2 je prikazana primerjava med skupinama v napredku kognitivnih sposobnosti, merjenih s testom SDMT, po izvedeni intervenciji. Pri obeh skupinah smo opazili statistično značilne spremembe. Pri eksperimentalni skupini smo ugotovili statistično pomembno izboljšanje rezultatov pri testu SDMT za 1,18 točke ( $p < 0,001$ ). Nasprotno smo pri kontrolni skupini ugotovili poslabšanje rezultatov pri testu SDMT za 0,65 točke ( $p = 0,019$ ). Prav tako smo ugotovili statistično pomembno interakcijo med časom in skupino ( $p < 0,001$ ), kar kaže na pomemben vpliv intervencije na izboljšanje rezultatov v eksperimentalni skupini. Delni eta kvadrat za interakcijo časa in skupine je znašal 39,5 %, kar kaže, da je ta interakcija pojasnila visok delež variabilnosti spremembe rezultatov testa SDMT po koncu intervencije.

V Tabeli 3 je prikazana povezanost izhodiščne telesne zmogljivosti, merjene s testom TUG, in kognitivnih sposobnosti, merjenih s testom SDMT. Ugotovili smo statistično značilno zmerno negativno povezanost med spremenljivkama ( $r = -0,497$ ,  $p = 0,001$ ). To pomeni, da so nižje vrednosti

Tabela 1  
Primerjava skupin v napredku telesne zmogljivosti po izvedeni intervenciji

Raziskovalna skupina	Časovno merjeni test vstani in pojdi (s)								
	Začetno stanje		Končno stanje		Razlika	Interakcija čas x skupina			
	N	μ	SO	μ	SO	p	F	p	delni η <sup>2</sup>
Ekperimentalna skupina	22	7,50	1,08	6,66	1,03	< 0,001	8,854	0,005	0,181
Kontrolna skupina	20	7,53	2,14	8,21	2,76	0,184			

Opomba. N = število preiskovancev; μ = povprečje; SO = standardni odklon; p = statistična značilnost; F = testna statistika; delni η<sup>2</sup> = delni eta kvadrat.

Tabela 2  
Primerjava skupin v napredku kognitivnih sposobnosti po izvedeni intervenciji

Raziskovalna skupina	Test kodiranja								
	Začetno stanje		Končno stanje		Razlika	Interakcija čas x skupina			
	N	μ	SO	μ	SO	p	F	p	delni η <sup>2</sup>
Ekperimentalna skupina	22	27,59	11,65	28,77	11,83	< 0,001	26,125	0,000	0,395
Kontrolna skupina	20	28,35	12,89	27,70	12,99	0,019			

Opomba. N = število preiskovancev; μ = povprečje; SO = standardni odklon; p = statistična značilnost; F = testna statistika; delni η<sup>2</sup> = delni eta kvadrat.

Tabela 3  
Povezanost izhodiščnih meritev telesne zmogljivosti in kognitivnih sposobnosti

		SDMT
	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,497
TUG	p	0,001
	N	43

Opomba. p = statistična značilnost; N = število preiskovancev.

(oziroma krajši čas) pri testu TUG povezane z višjimi vrednostmi na testu SDMT.

## Razprava

V študiji smo ugotavljali, kakšen je učinek meddializnega kognitivnega treninga v kombinaciji s telesno vadbo na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost v hemodializni populaciji. Rezultati so pokazali, da je meddializni kognitivni trening v kombinaciji s telesno vadbo izboljšal tako telesno zmogljivost kot tudi kognitivne sposobnosti.

Pri skupini, ki je izvajala meddializni kognitivni trening v kombinaciji s telesno vadbo, smo po 12 tednih ugotovili statistično značilno izboljšanje telesne zmogljivosti, merjene s testom TUG, v primerjavi z začetnim stanjem kot tudi v primerjavi s kontrolno skupino. Kot so poročali Storer idr. (2005) lahko pri bolnikih na HD že sama aerobna vadba privede do izboljšanja mišične moči in s tem telesne zmogljivosti, merjene s

funkcionalnimi testi. Zaradi pogoste izrazite mišične šibkosti lahko privede do večjih začetnih izboljšav, saj imajo večji prilagoditveni potencial na vadbo (Fleck in Kraemer, 2014). Bolniki so v raziskavi v povprečju kolesarili trikrat na teden, in sicer je ta vadba trajala 30–45 minut pri zmerni intenzivnosti. Čeprav s tem nismo dosegli priporočil za telesno dejavnost pri bolnikih na HD, ki znašajo 150 minut zmerne dejavnosti na teden oziroma 75 minut intenzivne vadbe (Baker idr., 2022), smo kljub temu ugotovili izboljšanje telesne zmogljivosti. Večina bolnikov je bila pred vključitvijo v raziskavo nedejavna, kar bi pojasnilo izboljšanje tudi pri manjšem obsegu in manjši intenzivnosti vadbe.

Učinke kombinirane intervencije telesne vadbe in kognitivnega treninga na kognitivne sposobnosti smo preverjali s testom SDMT, ki se uporablja predvsem za ocenjevanje hitrosti in učinkovitosti obdelave informacij (Benedict idr., 2017). Pri eksperimentalni skupini smo po 12 tednih

kombinirane kognitivne in telesne vadbe ugotovili statistično značilno izboljšanje kognitivnih sposobnosti, merjenih s testom SDMT. Do izboljšanja je prišlo v primerjavi z začetnim stanjem kot tudi pri primerjavi s kontrolno skupino. O izboljšanju kognitivnih sposobnosti po kombinirani intervenciji so poročali tudi pri drugih študijah. Zaradi odsotnosti skupine, ki bi izvajala le kognitivni trening ali le meddializno kolesarjenje, ne moremo poročati, ali je kombinacija intervencij prav tako superiorna pri bolnikih na HD, kot so poročali pri splošni populaciji (Fabre idr., 2002; Oswald idr., 2006; Shatil, 2013; Theill idr., 2013). Pri kontrolni skupini smo ugotovili upad kognitivnih sposobnosti v času trajanja intervencije. McAdams-DeMarco idr. (2018) so v študiji prav tako poročali o upadu kognitivnih sposobnosti pri kontrolni skupini med intervencijo. Kar lahko nakazuje, da imajo intervencije, ki se osredotočajo na kognitivni upad, potencial za njegovo upočasnitev. Ena izmed možnosti je tudi pomanjkanje motivacije pri kontrolni skupini, saj zaradi oblike intervencije uporaba slepe zasnove študije ni bila mogoča.

Tako telesna vadba kot kognitivni trening naj bi prek različnih mehanizmov vplivala na izboljšanje oziroma omilitev kognitivnega upada. Telesna vadba vpliva na plastičnost možganov prek procesov nevrogeneze, angiogeneze in vpliva na metabolizem (Cotman idr., 2007), poleg tega pa posredno vpliva na regulacijo sistemskih in perifernih dejavnikov, ki lahko vplivajo na kognitivne procese (Pedersen, 2006; Yaffe idr., 2004). Kognitivni trening poleg strukturnih sprememb, kot je povečana integriteta bele možganovine, povzroči tudi funkcionalne spremembe, ki se odražajo v boljši komunikaciji med možganskimi regijami in izboljšanjem delovanja živčnega sistema (Chapman idr., 2015). Čeprav naj bi telesna vadba in kognitivni trening delovala na kognicijo prek različnih mehanizmov, se njuni učinki seštevajo oziroma potencirajo (Fabel idr., 2009). Mogoče je, da ima vadba bolj splošne učinke, tj. spodbuja plastičnost, medtem ko kognitivni trening povzroči spremembe nevronov v specifičnih področjih, povezanih s trenirano spretnostjo (Hötting in Röder, 2013).

Ugotovili smo tudi zmerno povezanost izhodiščnih meritev telesne zmogljivosti in kognitivnih sposobnosti, in sicer je bil boljši rezultat pri testu TUG povezan z boljšim rezultatom pri testu SDMT. O podobni korelaciji so poročali tudi pri bolnikih

z multiplo sklerozo (Sebastião idr., 2016). Rezultati nakazujejo, da imajo posamezniki z boljšo funkcionalno mobilnostjo tudi boljše kognitivne sposobnosti. Test TUG kot funkcionalno merilo vsebuje kompleksnejše naloge, kot so vstajanje s stola in obračanje. Zaradi te značilnosti je povezan z več kognitivnimi domenami, predvsem izvršilnimi funkcijami, spominom in hitrostjo obdelave informacij (Mirelman idr., 2014). Ugotovljeno izboljšanje kognitivnih sposobnosti bi lahko vplivalo tudi na boljši rezultat pri testu TUG.

Medtem ko so dosedanje raziskave preučevale posamezne učinke telesne vadbe ali kognitivnega treninga, je naša raziskava med prvimi preverjala učinke kombinirane pristopa pri bolnikih na HD. Ima pa izvedena študija omejitve in pomanjkljivosti. Glavna pomanjkljivost je odsotnost aktivne kontrolne skupine, ki bi izvajala le meddializno kolesarjenje ali kognitivni trening. Tako bi lahko primerjali, ali kombinirana vadba pri bolnikih na HD povzroči večje učinke na kognitivne sposobnosti ali bi pri ločenih intervencijah prišlo do podobnih rezultatov. Na končne rezultate bi lahko vplivala tudi odsotnost »zaslepitve« kontrolne skupine, ki zaradi narave intervencije ni bila izvedljiva. To bi lahko zmanjšalo njihovo motivacijo in posledično vplivalo na rezultat pri končnih meritvah.

## Zaključek

Namen naše raziskave je bil preučiti učinek meddializnega kognitivnega treninga v kombinaciji s telesno vadbo na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost v hemodializni populaciji. Ugotovitve nakazujejo, da lahko kombinacija intervencij pozitivno vpliva na funkcionalno mobilnost in kognitivne funkcije, kot sta hitrost in učinkovitost obdelave informacij. Rezultati odpirajo možnosti za nadaljnje raziskave in oblikovanje boljših terapevtskih smernic za hemodializne bolnike, ki bi lahko pomembno vplivale na njihovo kakovost življenja.

## Literatura

1. Avesani, C. M., Trolonge, S., Deléaval, P., Baria, F., Mafra, D., Faxén-Irving, G., ... in Fouque, D. (2012). Physical activity and energy expenditure in haemodialysis patients: an international survey. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 27(6), 2430–2434.
2. Baker, L. A., March, D. S., Wilkinson, T. J., Bilalany, R. E., Bishop, N. C., Castle, E. M., Chilcot, J., Davies, M. D., Graham-Brown, M. P. M., Greenwood, S. A., Junglee, N. A., Kanavaki, A. M., Lightfoot, C. J., Macdonald, J. H., Rossetti, G. M. K., Smith, A. C. in Burton, J. O. (2022). Clinical practice guideline exercise and lifestyle in chronic kidney disease. *BMC nephrology*, 23(1), 1–36. <https://doi.org/10.1186/s12882-021-02618-1>
3. Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Smith, D. M., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W., Willis, S. L. in ACTIVE Study Group. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: a randomized controlled trial. *Jama*, 288(18), 2271–2281. <https://doi.org/10.1001/jama.288.18.2271>
4. Benedict, R. H., DeLuca, J., Phillips, G., LaRocca, N., Hudson, L. D., Rudick, R. in Multiple Sclerosis Outcome Assessments Consortium. (2017). Validity of the Symbol Digit Modalities Test as a cognition performance outcome measure for multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 23(5), 721–733. <https://doi.org/10.1177/1352458517690821>
5. Bogataj, Š., Mesarič, K. K., Pajek, M., Petrušič, T. in Pajek, J. (2022). Physical exercise and cognitive training interventions to improve cognition in hemodialysis patients: A systematic review. *Frontiers in public health*, 10, 3813. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1032076>
6. Chapman, S. B., Aslan, S., Spence, J. S., Hart, J. J., Jr, Bartz, E. K., Didehbani, N., Keebler, M. W., Gardner, C. M., Strain, J. F., DeFina, L. F. in Lu, H. (2015). Neural mechanisms of brain plasticity with complex cognitive training in healthy seniors. *Cerebral cortex*, 25(2), 396–405. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht234>
7. Cotman, C. W., Berchtold, N. C. in Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences*, 30(9), 464–472. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.06.011>
8. Fabel, K., Wolf, S., Ehninger, D., Babu, H., Galicia, P. in Kempermann, G. (2009). Additive effects of physical exercise and environmental enrichment on adult hippocampal neurogenesis in mice. *Frontiers in neuroscience*, 3, 50. <https://doi.org/10.3389/fnuro.22.002.2009>
9. Fabre, C., Chamari, K., Mucci, P., Masse-Biron, J. in Préfaut, C. (2002). Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *International journal of sports medicine*, 23(06), 415–421. <https://doi.org/10.1055/s-2002-33735>
10. Fleck, S. J. in Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*, 4E. Human Kinetics.
11. Hötting, K. in Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(9), 2243–2257. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>
12. Kurella, M., Chertow, G. M., Luan, J. in Yaffe, K. (2004). Cognitive impairment in chronic kidney disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(11), 1863–1869. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52508.x>
13. Kurella, M., Mapes, D. L., Port, F. K. in Chertow, G. M. (2006). Correlates and outcomes of dementia among dialysis patients: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 21(9), 2543–2548. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfl275>
14. Lampit, A., Hallock, H. in Valenzuela, M. (2014). Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS medicine*, 11(11), e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
15. Li, Y. N., Shapiro, B., Kim, J. C., Zhang, M., Porszasz, J., Bross, R., ... in Kopple, J. D. (2016). Association between quality of life and anxiety, depression, physical activity and physical performance in maintenance hemodialysis patients. *Chronic diseases and translational medicine*, 2(02), 110–119.
16. Madan, P., Kalra, O. P., Agarwal, S. in Tandon, O. P. (2007). Cognitive impairment in chronic kidney disease. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 22(2), 440–444. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfl572>
17. Marioni, R. E., van den Hout, A., Valenzuela, M. J., Brayne, C., Matthews, F. E. in MRC Cognitive Function and Ageing Study (2012). Active cognitive lifestyle associates with cognitive recovery and a reduced risk of cognitive decline. *Journal of Alzheimer's Disease*, 28(1), 223–230. <https://doi.org/10.3233/JAD-2011-110377>
18. McAdams-DeMarco, M. A., Konel, J., Warsame, F., Ying, H., González Fernández, M., Carlson, M. C., Fine, D. M., Appel, L. J. in Segev, D. L. (2018). Intradialytic cognitive and exercise training may preserve cognitive function. *Kidney international reports*, 3(1), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2017.08.006>
19. Mirelman, A., Weiss, A., Buchman, A. S., Bennett, D. A., Giladi, N. in Hausdorff, J. M. (2014). Association between performance on Timed Up and Go subtasks and mild cognitive impairment: further insights into the links between cognitive and motor function. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(4), 673–678. <https://doi.org/10.1111/jgs.12734>
20. Murray, A. M., Tupper, D. E., Knopman, D. S., Gilbertson, D. T., Pederson, S. L., Li, S., ... in Kane, R. L. (2006). Cognitive impairment in hemodialysis patients is common. *Neurology*, 67(2), 216–223.
21. Noguchi, Y., Ito, M., Mushika, M., Ito, T., in Kawamura, N. (2020). The effect of n-back training during hemodialysis on cognitive

- function in hemodialysis patients: a non-blind clinical trial. *Renal Replacement Therapy*, 6, 1–6. <https://doi.org/10.1186/s41100-020-00288-7>
22. O'Lone, E., Connors, M., Masson, P., Wu, S., Kelly, P. J., Gillespie, D., Parker, D., Whiteley, W., Strippoli, G. F., Palmer, S. C., Craig, J. C. in Webster, A. C. (2016). Cognition in people with end-stage kidney disease treated with hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Kidney Diseases*, 67(6), 925–935. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2015.12.028>
  23. Oswald, W. D., Gunzelmann, T., Rupprecht, R. in Hagen, B. (2006). Differential effects of single versus combined cognitive and physical training with older adults: the SimA study in a 5-year perspective. *European journal of ageing*, 3, 179–192. <https://doi.org/10.1007/s10433-006-0035-z>
  24. Pajek, M. B., in Pajek, J. (2018). Characterization of deficits across the spectrum of motor abilities in dialysis patients and the impact of sarcopenic overweight and obesity. *Clinical nutrition*, 37(3), 870–877.
  25. Pedersen, B. K. (2006). The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays in biochemistry*, 42, 105–117. <https://doi.org/10.1042/bse0420105>
  26. Petersen, R. C., Roberts, R. O., Knopman, D. S., Boeve, B. F., Geda, Y. E., Ivnik, R. J., Smith, G. E. in Jack, C. R., Jr (2009). Mild cognitive impairment: ten years later. *Archives of neurology*, 66(12), 1447–1455. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2009.266>
  27. Pierce, C. A., Block, R. A. in Aguinis, H. (2004). Cautionary note on reporting eta-squared values from multifactor ANOVA designs. *Educational and psychological measurement*, 64(6), 916–924. <https://doi.org/10.1177/001316440426484>
  28. Podsiadlo, D. in Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
  29. Sebastião, E., Sandroff, B. M., Learmonth, Y. C. in Motl, R. W. (2016). Validity of the timed up and go test as a measure of functional mobility in persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(7), 1072–1077. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.12.031>
  30. Sehgal, A. R., Grey, S. F., DeOreo, P. B. in Whitehouse, P. J. (1997). Prevalence, recognition, and implications of mental impairment among hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, 30(1), 41–49. [https://doi.org/10.1016/s0272-6386\(97\)90563-1](https://doi.org/10.1016/s0272-6386(97)90563-1)
  31. Shatil, E. (2013). Does combined cognitive training and physical activity training enhance cognitive abilities more than either alone? A four-condition randomized controlled trial among healthy older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 5, 8. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00008>
  32. Smith, A. (1982). *Symbol digit modalities test (SDMT)*. Western psychological services, Los Angeles.
  33. Storer, T. W., Casaburi, R., Sawelson, S. in Kopple, J. D. (2005). Endurance exercise training during haemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 20(7), 1429–1437. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfh784>
  34. Tentori, F., Elder, S. J., Thumma, J., Pisoni, R. L., Bommer, J., Fissell, R. B., ... in Robinson, B. M. (2010). Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 25(9), 3050–3062.
  35. Theill, N., Schumacher, V., Adelsberger, R., Martin, M. in Jäncke, L. (2013). Effects of simultaneously performed cognitive and physical training in older adults. *BMC neuroscience*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-14-103>
  36. Verghese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G., Ambrose, A. F., Sliwinski, M. in Buschke, H. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *New England Journal of Medicine*, 348(25), 2508–2516. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa022252>
  37. Wilson, R. S., De Leon, C. F. M., Barnes, L. L., Schneider, J. A., Bienias, J. L., Evans, D. A. in Bennett, D. A. (2002). Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease. *Jama*, 287(6), 742–748. <https://doi.org/10.1001/jama.287.6.742>
  38. Yaffe, K., Kanaya, A., Lindquist, K., Simonsick, E. M., Harris, T., Shorr, R. I., Tylavsky, F. A. in Newman, A. B. (2004). The metabolic syndrome, inflammation, and risk of cognitive decline. *Jama*, 292(18), 2237–2242. <https://doi.org/10.1001/jama.292.18.2237>

Evelin Colja, mag. kin., dipl. fiziot.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
colja.evelin@gmail.com



Tomaž Pavlin

## Stoletnica odbojke na Slovenskem

### Izvleček

Slovenska odbojka v letu 2024 zaznamuje stoletnico svoje športne prisotnosti na Slovenskem, v članku tako orišemo pojav, začetke in razvoj. V uvodu poudarimo nastanek ali inovacijo igre, ki so jo poimenovali odbojka in je hitro prerasla v športno panogo. Začetki na Slovenskem so vezani na »tečaj za igre« Rdečega križa v letu 1924, ki je dokumentiran s prošnjo Ljubljanskemu Sokolu za najem telovadišča za izvedbo tečaja, na tečaju pa je bila tečajnikom predstavljena tudi odbojka. Ta se je zatem hitro razširila, tako rekreativno kot strokovno, za strokovni razvoj pa je bila ključna uvrstitev odbojke v sklop sokolske vadbe. S sokolstvom, ki je bila vsedržavna organizacija, se je nova igra ali panoga razširila tako v državnem merilu kot tudi v šolstvu, saj je bila sokolska organizacija pomemben sooblikovalec šolske telesne vzgoje. Z osvoboditvijo leta 1945 je odbojka v novih politično-druženih in tudi športnih okoliščinah začela organizacijsko pot v samostojno športno panogo s tekmovalnim vrhuncem v slovenskem poosamosvojitvenem obdobju.

*Ključne besede:* odbojka, šport, sokol, telovadba, organizacija



Odbojka se je v petdesetih in šestdesetih letih širila po Sloveniji, prizor s tekme na kamniškem, 1962 (Hrani: OK Kamnik).

## Centenary of volleyball in Slovenia

### Abstract

In 2024, Slovenian volleyball celebrates its centenary in Slovenia and in this article we outline the phenomenon, its origins and development. In the introduction we highlight the origin or innovation of the game, which was called volleyball and quickly grew into a sport. The beginnings in Slovenia are linked to the Red Cross "Games Course" in 1924, which is documented by a request to the Ljubljana Sokol society to rent a gym for the course, and volleyball was also introduced to the students during the course. Volleyball spread quickly afterwards, both recreationally and professionally, and the inclusion of volleyball in the Sokol training was crucial for its professional development. With Sokol as a nationwide organisation, the new game spread both nationally and in education, as Sokol was an important co-creator of school physical education. After the liberation in 1945, volleyball, under new political-social as well as sporting circumstances, began its organisational path towards becoming an independent sport. It reached its competitive peak in the Slovenian post-independence period.

*Keywords:* volleyball, sport, Sokol, physical education, organisation

Odbojka je bila ustvarjena sredi devetdesetih let 19. stoletja v okolju organizacije Krščanskega združenja moške mladine ali z angleško kratico YMCA, natančneje v društvu YMCA Holyoke v ameriški državi Massachusetts, kjer je bil v Springfieldu tudi kolidž YMCA. Glede na geografsko poreklo igre bi lahko rekli, da je odbojka sestrična košarke, kajti v Springfieldu je jeseni oz. pozimi leta 1891 učitelj telesne vzgoje James Naismith izumil košarko – ta se je v devetdesetih letih 19. stoletja hitro razširila po YMCA in ameriškem vzhodu ter se širila v šolstvo, vojsko in civilno družbo. Izumitelj odbojke, William George Morgan, je bil študent v Springfieldu, kjer se je spoznal z Jamesom Naismithom in po študiju dobil mesto vodje telesne vzgoje v YMCA Holyoke. Morgan je za člane, po večini je šlo za biznismene srednjih let z nekoliko preveliko telesno težo, iskal primerno rekreativno igro. Iz tenisa je povzel mrežo in jo dvignil nad glavo v višini povprečnega človeka, iz starejše »igre z žogo« pa je prevzel odbijanje žoge z rokami in za to je bila namesto pretežke košarkarske oblikovana nova lažja žoga. Morgan je igro poimenoval »mintonette« in jo s kolegi in člani YMCA Holyoke predstavil na konferenci vodij oddelkov telesne vzgoje v Springfieldu leta 1896. Po prikazu je bila igra odobrena in predlagano ime »volley ball«, kar naj bi bolj ustrezalo naravi igre – ime je v tako zapisani obliki ostalo vse do leta 1952, ko so besedi združili v enotno ime »volleyball«.

Morgan je v predstavitvi igre poudaril, da je primerna predvsem za telovadnice ali druge vadbene centre, igrati pa jo je mogoče tudi na prostem, pri igri lahko sodeluje poljubno število igralcev in ti morajo žogo z odbijanjem čez mrežo zadržati v zraku, s čimer združuje prvine starejše »igre z žogo« s srednjeveškimi koreninami in tenisa. Igra naj bi, podobno kot košarka, popestrila zimske gimnastične vadbe tako udeležencev izobraževanja na YMCA kot članstva tega združenja, obenem pa naj bi bila primernejša za starejše, saj bi jo lahko igrali tisti, ki si želijo ne tako robustne igre, kakršna je pri košarki, a s podobno stopnjo aktivnosti.

Odbojka se je po svojem nastanku in uvrstitvi v telesnovzgojni program YMCA in YWCA (ženska zveza) hitro širila znotraj njune organiziranosti, pozneje pa tudi v šolstvo in univerzitetno športno življenje ter v ameriško vojsko prek telesnovzgojnih inštruktorjev YMCA, zaposlenih ali delujočih tam. Prek mreže YMCA se je igra širila iz

ZDA, že leta 1900 v Kanado in zatem v druge dele ameriške celine ter na azijski vzhod, kjer je bila leta 1913 vključena v program iger Daljnega vzhoda v Manili (predhodnice azijskih iger).

V Evropi je bila odbojarska prelomnica prva svetovna vojna. Z vključitvijo ZDA v vojno so ameriški vojaki in drugo vojaško osebje zanesli odbojko na staro celino. Nekateri inštruktorji YMCA in YWCA so po vojni ostali v Evropi ter prispevali k širitvi in igranju po ameriških pravilih. Po letu 1917 so odbojko že igrali v Franciji in Italiji, po vojni pa se je igra širila po celine, vključno z Rusijo oziroma po revoluciji Sovjetsko zvezo, in tudi že v Afriki, sprva v severni. Leta 1931 je bil v Franciji prvi mednarodni turnir, v posameznih državah pa so bila v tridesetih letih prejšnjega stoletja organizirana prva nacionalna prvenstva in ustanovljene odbojarske organizacije. Po drugi svetovni vojni in vzpostavitvi mednarodnih odbojarskih stikov je bila aprila 1947 v Parizu ustanovljena mednarodna odbojarska zveza (FIVB), ustanovnega kongresa pa so se udeležili tudi jugoslovanski predstavniki. FIVB je leta 1948 organizirala prvo evropsko prvenstvo za moške, leto pozneje sta sledila prvo svetovno prvenstvo za moške in prvo evropsko prvenstvo za ženske, na olimpijskih igrah pa je odbojka debitirala v Tokiu leta 1964 v moški in ženski konkurenci.

Na zahodu ZDA se je igranje odbojke že v dvajsetih letih preneslo tudi na kalifornijske plaže, npr. v Santa Monici, podobno na Havajih in zatem drugih delih ameriške celine. V tridesetih letih so v Kaliforniji ljubitelji tovrstne igre uvedli igranje 2 : 2, temu so sledili prvi turnirji in uveljavitev nove zvrsti odbojke, imenovane »beach volley« ali odbojka na mivki. To novo zvrst je konec osemdesetih let prevzela tudi FIVB in v Atlanti leta 1996 je bila odbojka na mivki prvič del olimpijskega programa. V zadnjem desetletju se je pojavila še nova zvrst – odbojka na snegu.

## ■ Odbojka na Slovenskem

Pojavno in prvo razvojno obdobje odbojke na Slovenskem sega v čas med obema svetovnjima vojnoma, ko so se Slovenci s prevratom razšli z avstro-ogrsko državo in bili soustanovitelji jugoslovanske. S tem aktom

se je reorganiziralo tudi telovadno in športno življenje. Odbojka je bila predstavljena v letih 1921 in 1923 v učbeniku *Gimnastične igre za šole, društva i vojsku srbskega sokola* in učitelja Antonija Brazdila. Prvič jo je poimenoval »leteča lopta«, v drugem ponatisu pa je povzel originalno ime »volley ball«. Podobno je bila odbojka – ali pa oblika odbojke – opisana v priročniku Franja Bučarja *Igre za društva i šole*, izdanem v Zagrebu leta 1925, igro pa je Bučar naslovil »odbijanje lopte preko mreže«. A pomembnejši korak v praktičnem spoznavanju in prakticiranju odbojke, ali pa najpomembnejši po do zdaj znanih in odkritih virih, je bilo organiziranje tečaja »mladinskih iger« podmladka Rdečega križa leta 1924 v Ljubljani, ki ga je vodil Američan William Wieland. V iskanju prostora ali igrišča za izvedbo tečaja je Podmladek Rdečega križa v začetku junija 1924 poslal prošnjo Ljubljanskemu Sokolu, ali bi smeli uporabljati del telovadišča<sup>1</sup> od 18. do 30. junija »v svrhu tečaja za mladinske igre, katerega bi vodil g. Wieland, poslan od Lige društev Rdečega križa v Parizu. Tečaja se bodo udeleževali člani Podmladka na ljubljanskih srednjih šolah in telovadni učitelji.« Ljubljanski Sokol je prošnjo odobril in posredno odprl pot odbojki, ki se je kmalu zatem začela širiti med mladimi obeh spolov kot rekreativna igra na prostem, na kopališčih, med skavti in gozdovniki, verjetno pa tudi med športniki, čeprav organiziranja sekcij odbojke v športnih klubih v tem obdobju še ni zaznati. Za dolgoročni panožni in strokovni razvoj je bila ključna odločitev sokolov o uvrstitvi odbojke v sokolsko vadbo v sklopu »iger«, kar je pomenilo tudi uvrstitev odbojke v usposabljanje sokolskih »prednjakov« in »prednjakinj« (ali vadteljev in vadteljic) ter ne nazadnje v šolstvo. Strokovno se so slovenski sokoli z odbojko seznanili najprej na tečajih Češkoslovaške sokolske zveze (ČOS), tako je bil npr. leta 1925 na tečaju v Pragi načelnik mariborskih sokolov Franjo Mačus, ki je – po spominu sokolskega kolega Cirila Hočevarja – »iz Prage prinesel odbojko« in so se »telovadci ... za igro navdušili, ker je bilo nekaj novega, pa je šla košarka v sokolskih

<sup>1</sup> Naslednik društva po drugi vojni je bil Partizan Narodni dom, danes ŠD Narodni dom. Predhodnik »letnega telovadišča« je bilo kolesarsko dirkališče ali velodrom, odprt leta 1897. Po krizi organiziranja in financiranja prireditev ter zatonu kolesarskih dirk je bilo dirkališče v prvem desetletju 20. stoletja predano v upravljanje Ljubljanskemu Sokolu, ki ga je preuredil v »letno telovadišče«. V drugi polovici dvajsetih je bil na vzhodnem delu telovadišča proti Celovski cesti zgrajen umetni bazen SK Ilirije.



Odbojka na igrišču društva Sokol IV Ljubljana Bežigrad, začetek tridesetih let (Hrani: Muzej športa)

društvi v pozabo<sup>2</sup> – Ciril je bil po drugi strani iniciator sokolskega igranja košarke v prvi polovici dvajsetih let v Mariboru in Murski Soboti. V okviru prednjaških tečajev jugoslovanskega sokolstva je bila odbojka v sklopu »iger« vključena že v prednjaški tečaj v Ljubljani septembra in oktobra 1926. Poleti tega leta so se lahko številni slovenski sokoli srečali tudi z javnimi tekmami odbojke v okviru vsesokolskega zleta ČOS v Pragi, ki se ga je udeležilo številno zastopstvo Jugoslovanske sokolske zveze (JSZ). V okviru načrtovanja zleta so češkoslovaški sokoli že leto pred tem seznanili jugoslovanske s turnirjem in pravili v »odbijeni«, a se ga ti, glede na prve odbojkarske korake, še niso bili sposobni udeležiti. Za novo igro so se v domači sokolski stroki, kakor vidimo v zapisih v Sokolskem glasniku, glasilu JSZ, nekaj let uporabljala različna poimenovanja: odbijena – povzeto po Čehih, izpodbijanje, podbijanje, izpodbivka, odbivka, odbijanje in tudi že odbojka, ki je konec dvajsetih let oziroma na začetku tridesetih dokončno prevladal. Neki športni ljubitelj je konec dvajsetih let zagovarjal izvirno ameriško-angleško ime, a so to sokoli zavrnil in poudarjali domače poimenovanje. Leta 1931 je Franjo Mačus napisal priročnik z naslovom *Odbojka*, v slovenskem in srbohrvaškem jeziku, izdala ga je Jugoslovanska sokolska matica (založba sokolov).

<sup>2</sup> Faksimile pisma v Pavlovič M., Mejniki slovenske košarke, Ljubljana: 2000, priloga 2–4.

## ■ Odbojka v okviru sokolstva

Odbojka se je v drugi polovici dvajsetih let v sokolstvu širila in »že precej udomachila, ker je zanimiva in jako priporočljiva iz telovadnih ozirov«, so poudarili v poročilu mariborske župe (podzveze) leta 1929 in podobno tudi drugod v sokolskih župah na Slovenskem.

Prvo razmeroma skromno igranje ob različnih priložnostih so v drugi polovici dvajsetih let dopolnjevala organizirana tekmovanja v turnirski obliki, ki so jih uvrščali v sokolski program med junijem in oktobrom v tekočem letu. Sledile so prve tekme, v Sokolskem glasniku so prve dokumentirane v letu 1928. Za prva leta igranja je bilo značilno le odbijanje žoge. Kot se je spominjal v svojem zapisu po drugi svetovni vojni o mariborski odbojki Danilo Požar, so v začetnem obdobju igrali brez »tolčenja«, in domneval, da je bila takšna igra za občinstvo morda »zanimivejša, ker je bila žoga več časa v zraku in so bile marsikdaj potrebne duhovite poteze, da si nasprotnika ukanil in mu poslal žogo na nezasedeno mesto v tako zvano »luknjico«. »Prava senzacija« pa je bilo gostovanje češkoslovaškega sokolskega prvaka društva Kromeriž v letu 1931, ki je pokazal, kako se »igra prava ostrá igra odbojke. Videli smo na lastne oči, kar so nam naši visokošolci, ki so študirali v Pragi, pravili: ostró odmerjene žoge, ki so

padale 2 do 3 metre za mrežo.« Po gostovanju Čehov sta se prvina tolčenja in izraz »češke« za tolčene žoge uvedli v igranje in »vsi – ženske in moški, staro in mlado, je hotelo tolči ,češke«, se je spominjal Požar. Mariborska odbojka je bila v vzponu in pomenljivo je bilo poročanje v Sokolskem glasniku po gostovanju Mariborčanov v Osijeku leta 1933, ki je poudarilo, da so Mariborčani prikazali odbojko v povsem novi formi, »u savršenoj harmoniji igrača, apsolutni disciplini ... i potpunom tehničkom svladanju«.

Sledilo je prvo organiziranje samostojnega sokolskega odbojkarskega tekmovanja v okviru sokolstva, ki se je po letu 1929 in šestojanuarski diktaturi kralja Aleksandra nadaljevalo v novi sokolski organizaciji Sokol Kraljevine Jugoslavije (SKJ). Odbojka je medtem že postajala redna sokolska dejavnost, pod sokolskim vplivom in novim šolskim zakonom v prvi polovici tridesetih let, ki je utemeljeval telesno vzgojo na sokolskem sistemu, se je vpeljevala tudi v šolsko telesno vzgojo, kolikor so možnosti dopuščale, saj marsikatera sokolska oziroma šolska dvorana tega ni zagotavljala, so jo pa lahko igrali na urejenih igriščih na sokolskih telovadiščih ali tudi ob šolah. Kot primer tega lahko navedemo vsesokolski zlet češkoslovaškega sokolstva v Pragi leta 1938, ko so bile v programu tudi »šolske igre« (odbojka, košarka in hazena). Iz Jugoslavije se je prijavilo okoli 800 srednješolcev in srednješolk višjih razredov 35 gimnazij in učiteljskih, za odbojko pa je bilo prijavljenih skupno približno sto moštev srednješolcev in 30 srednješolk. Ob tem lahko dodamo, da se je odbojka na Slovenskem v drugi polovici tridesetih let širila tudi med katoliškimi telovadci. Ti so bili do leta 1929 združeni v organizaciji Orel, konec tega leta pa so zavrnil vstop v SKJ in bili likvidirani. Ob političnih spremembah po volitvah leta 1935 in vstopu slovenskih katoliških politikov v vlado ter dodelitvi položaja notranjega ministra kleriku Antonu Korošču so začeli obnavljati katoliška telovadna društva z Zvezo fantovskih organizacij in podobno dekliskih. Konec junija 1937 je bila v programu tabora »fantov« v Celju prvič tudi odbojka, ob tem so v časopisu Kres (glasilo zveze) poudarili, da bo ta »odslej na dnevnem redu vsakih tekem«. Udeležba je bila prvič resda skromna, prišla so le ljubljanska društva, zato pa je bilo toliko bolj zaznati težnjo po gojenju odbojke in telovadni širitvi.

SKJ je odbojkarski turnir na državni sokolski ravni vključil v program vsesokolskega



zleta SKJ v Beogradu v letu 1930. Krstni turnir je uspel, zmago so slavili odbojkarji Ljubljanskega Sokola in sledil je nov korak, uvedba »prvenstva za naslov prvaka SKJ«. Prvo tekmovanje te vrste je potekalo septembra 1931 za člane in moški »naraščaj« v Mariboru ter za članice in ženski »naraščaj« v Zagrebu. Nadaljnje tekme za naslov prvaka SKJ so bile leta 1932 za moške v Beogradu in za ženske v Novem Sadu, nato za oba spola obeh starostnih kategorij v letih 1934 v Osijeku, 1935 v Beogradu in 1937 v Zagrebu. Tako so sokoli v tridesetih letih oblikovali tekmovanje po turnirskem sistemu od župne, medžupne do finalne zvezne ravni za oba spola in starostni kategoriji naraščaja in članstva, s sodniškimi zbori in tehničnim odsekom za odbojko v okviru načelstva SKJ, ki ga je vodil F. Mačus. Poleg rednih tekmovalnih turnirjev so pripravljali tudi druge priložnostne ali prijateljske tekme v okviru različnih sokolskih prireditev.

Na prvem samostojnem odbojgarskem tekmovanju za naslov prvaka SKJ so v Mariboru in Zagrebu slavili Mariborčani oziroma vrste Mariborskega Sokola (ali tudi Sokol Matica), tako v kategoriji članov in članic kot »naraščaja« (mladi do 18. leta). Leta 1932 so Mariborčani nadaljevali zmagoviti niz, le »naraščajke« so bile druge za Ljubljančankami, podobno je bilo leta 1934, ko so v moškem »naraščaju« slavili Ljubljančani. Leta 1935 so med člani slavili Ljubljančani, pri članicah Mariborčanke, v »naraščaju« pa se je že pokazala konkurenca, saj so pri moškem »naraščaju« zmagali Beograjčani in pri ženskem Celjanke. Leta 1937 so v Zagrebu ponovno slavili mariborski člani in članice, medtem ko za »naraščaj« ni podatkov ali pa so ločili člansko in »naraščajsko« tekmovanje. Zadnje v Sokolskem glasniku dokumentirano tekmovanje pred drugo vojno so bile »medžupne tekme« v Beogradu leta 1940, ki so deloma spominjale na prvenstva SKJ. Udeležile so se jih vrste najboljših društev iz žup Ljubljana, Maribor, Celje, Beograd in Zagreb ter vrsta odbojkarjev sokolskih društev iz Primorja. Med člani so v finalu Zagrebčani premagali Mariborčane, ki pa so v tolažbo prikazali najlepšo igro, je poudaril Sokolski glasnik, med »naraščajci« pa Mariborčani. Vendar pa tega turnirja ne smemo enačiti s prejšnjimi turnirji za naslov prvaka SKJ, ki ga tega leta ni bilo.

Prvaki SKJ so zastopali SKJ na tekmah zvez oziroma tekmah za naslov prvaka Slovenske sokolske zveze. Zveza je prvo tovrstno tekmo organizirala leta 1932 v okviru vsesokolskega zleta ČOS v Pragi, zadnje



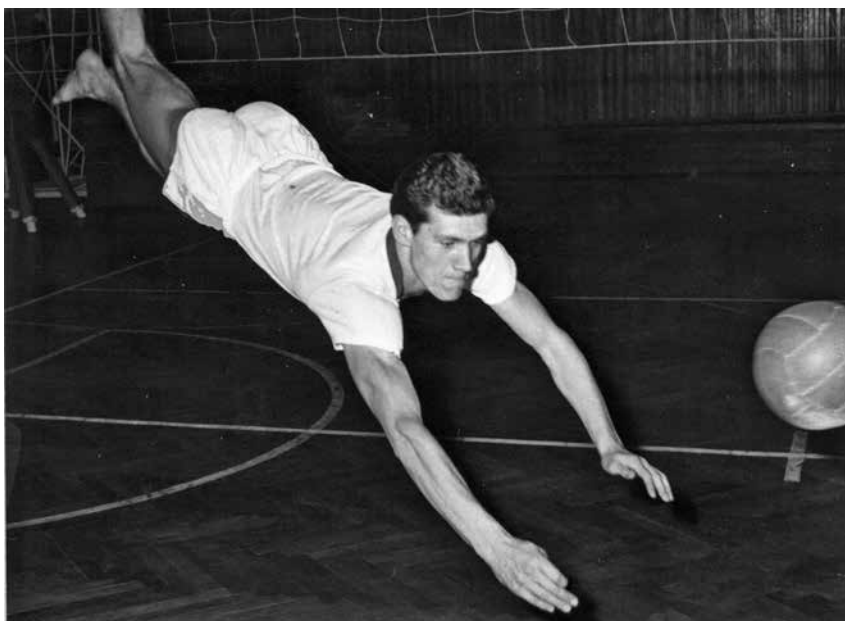
Odbojkarji Ljubljanskega Sokola so leta 1937 zastopali SKJ na tekmah za naslov slovanskega prvaka v Sofiji (Hrani: Muzej športa)

tekmovanje je bilo leta 1938, ponovno ob vsesokolskem zletu ČOS v Pragi. SKJ je gostil slovansko tekmo leta 1934 v Osijeku. Sprva so bile tekme obračun med ČOS in SKJ, leta 1935 so se pridružili odbojkarji bolgarske telovadne zveze Junak, nove članice Slovenske sokolske zveze. Vseskozi so premočno slavili odbojkarji in odbojkarice ČOS, vrste SKJ so bile druge, razen leta 1937 v Sofiji, ko je bila moška vrsta Junaka pred SKJ.

Vzpostavljeno sokolsko odbojgarsko organiziranost in delovanje so prekinili šestopriprilski napad na Jugoslavijo leta 1941, njena kapitulacija in fizična likvidacija države ter okupacija. Slovenska društva in klubi pod nemško in madžarsko zasedbo so bili razpuščeni, namesto njih so bili ustanovljeni novi, okupacijski. V Ljubljanski pokrajini se je ohranila relativna avtonomija športnih organizacij, medtem ko so bila sokolska društva septembra 1941 oblastno ukinjena. Kljub okupaciji in sokolski ukinitvi igranje odbojke ni zamrlo, hkrati pa je bila vključena v program šolske telesne vzgoje in prireditev »Ludi Juveniles« oziroma »medšolske športne igre« ljubljanskih srednješolcev in srednješolk aprila 1943. Novo poglavje sta pomenila ureditev igrišča za odbojko na prostorih Železničarskega športnega kluba Hermes v Spodnji Šiški leta 1943 in organiziranje klubskega odseka za odbojko, kar je bil nov odbojgarski korak ali prvi dokumentirani primer uvedbe odbojke v športnem klubu.

## ■ Fizkulturni prehod proti športni samostojnosti

Z osvoboditvijo maja 1945 in vzpostavljanjem nove jugoslovanske države, utemeljene na socializmu in federalizmu, je najprej nastopilo obdobje »fizkulture« in fizkulturnih društev s sekcijami in aktivni za splošno vadbo in posamezne športne panoge ter državno fizkulturno zvezo in republiški fizkulturni zvezami s strokovnimi odbori za športne panoge. Odbojka je bila združena s košarko v odboru za igre. Odbor je prevzel obnovo in organiziranje odbojke, urejanje igrišč in uvedbo tekmovanj ter registracijo klubov, igralcev in sodnikov na slovenskem ozemlju, ki se je razširilo s priključitvijo Primorske. S »fizkulturo« se je odbojka posredno odvajala od »telovadbe« in pridobivala športno samostojnost v odbojgarskih sekcijah posameznih društev. Za povojno društveno organiziranje je bila sprva značilna sokolska inercija, kakovostno je temeljila na središčih v Mariboru in Ljubljani ter so jo času primerno nadaljevali pod novimi društvenimi imeni. Prvo tekmovanje na republiški ravni je potekalo v okviru »fizkulturnega zleta« avgusta 1945, nastopilo je okoli 15 moštev, na državni ravni pa je bilo septembra 1945 organizirano prvo državno prvenstvo, na katerem so se po turnirskem sistemu pomerile republiške reprezentance. V moški konkurenci so bili Slovenci tretji, v ženski pa so Slovenke



Adolf Urnaut, sredi šestdesetih let, ko je igral v vrstah mariborskega Branika (Hrani: Muzej športa).

zmagale. Leta 1946 so uvedli klubsko tekmovanje po turnirskem sistemu od republiških tekmovanj do finalnega na zvezni ravni. Leta 1949 se je tekmovalni sistem preoblikoval v ligaški sistem z enotno ligo tako na republiški kot državni ravni, kar se je časovno ujemalo s fizikalnim reorganiziranjem. Zaradi trenj znotraj fizikulture in nasprotja med »telovadbo« in »športom« se je fizikalna zveza »decentralizirala«. V letih 1948 in 1949 so bile iz predhodnih strokovnih odborov ustanovljene panožne zveze in med njimi Zveza za športne igre, ki je konec leta 1949 združevala odbojko, košarko in roket. Leta 1949 je bila skladno z decentralizacijo februarja ustanovljena samostojna Odbojarska zveza Jugoslavije (OZJ) s sedežem v Beogradu in mednarodnim članstvom v FIVB. V Sloveniji je bila republiška zveza oziroma Odbojarska zveza Slovenije (OZS) ustanovljena 14. januarja 1950. Prvi predsednik je postal Karel Kajfež. Zveza je v ustanovnem letu združevala 384 športnikov in športnic ter 32 organizacij (sekcij, klubov). Prevzela je skrb za organiziranje in širitev ali množičnost odbojke ter skrb za kakovost z organiziranjem in vodenjem tekmovanj na republiški ravni in sestavo republiških članskih in mladinskih reprezentanc ter tudi skrb za infrastrukturo in urejanje igrišč. V okviru zveze so bili oblikovani zbor sodnikov, zbor trenerjev (pozneje je prerasel v trenersko organizacijo) in strokovna komisija. Z reorganizacijami in samostojnim odbojarskim organiziranjem se je oblikoval enoten tekmovalni sistem

po dvokrožnem ligaškem sistemu in načelu izpadanja z državno ali zvezno in republiški ligami ter kvalifikacijami za vstop v višjo ligo, ki se je ohranjal z občasnimi posegi in spremembami ali prilagoditvami vse do konca jugoslovanske države. Republiško tekmovanje pa je bilo podlaga organiziranju državnih tekmovanj po slovenski osamosvojitvi. Slovenski klubi so se v prvem desetletju še kosali z jugoslovansko konkurenco, Ljubljančanke in Mariborčanke so bile večkrat državne prvakine in sredi petdesetih let tudi Mariborčani, v šestdesetih pa je slovenska odbojka začela zaostajati. Občuten je bil upad odbojke v Ljubljani. To se je pozneje odrazilo tudi v nizki razvrstitvi odbojke v sklopu (re)evalvacije športov po portoroških sklepih sredi sedemdesetih let. V tem desetletju v prvi zvezni ligi ni bilo slovenskega predstavnika, v začetku osemdesetih so se po dolgih letih v prvo ligo vrnili Mariborčani in Mariborčanke (Branik), poleg njih so bili v posameznih letih prvoligaši tudi odbojkarice z Raven (Fužinar), Novogoričanke in Novomeščani. V jugoslovanski reprezentanci, ki je nastopila na evropskih in svetovnih prvenstvih, so bili v prvem obdobju, to je v petdesetih in šestdesetih letih, v ženskih reprezentancah Anica Flis, Tilka Gajšek, Ančka Megušar in Pavla Hlede, v moških pa Vlado Skerbinjek in Adolf Urnaut, v osemdesetih v ženski reprezentanci Ksenija Pregl, Barbara Kislinger, Alenka Lešnik, Mojca Voh in v moški Darko Lečnik in Andrej Urnaut. Največ nastopov je imel v celotnem obdobju po

drugi svetovni vojni Adolf Urnaut, ki je bil v šestdesetih letih stalni član reprezentančne šesterke.

Z razglasitvijo slovenske samostojnosti konec junija 1991 je bil pred odbojarskimi delavci izziv reorganizacije in mednarodna vključitev. Po agresiji Jugoslovanske narodne armade konec junija 1991 je Športna zveza Slovenije pozvala športne organizacije k začasni prekinitvi športnih dejavnosti, športnike pa k odhodu iz jugoslovanskih reprezentanc. Po večdnevni spopadih sta nastopila premirje in diplomacija s podpisom brionskega moratorija, ki je začasno prekinil osamosvajanje do začetka oktobra tega leta. Z njegovim iztekom se je nadaljevala tako politična kot športna osamosvojitve, OZS se je jeseni 1991 razdružila z OZJ in zaprosila za članstvo v FIVB, kamor je bila sprejeta poleti 1992.

Odbojka se je v poosamosvojitvenem desetletju kljub slabi popotnici portoroških sklepov uvrstila med štiri najpriljubljenejše igre z žogo, bila je vpeta v šolski prostor in nadaljevala se je vzpostavljena strokovnost. Posledično so se reprezentančne vrste prebijale v mednarodnih tekmovanjih s prvo krono, srebrno moško medaljo na evropskem prvenstvu 2015, ter naslednjimi z evropskih in svetovnega prvenstva ter končno tudi uvrstitvijo na olimpijske igre v Parizu 2024, ki zaokrožujejo stoletno odbojarsko pot 1924–2024.

## Literatura

1. Arhiv Odbojarske zveze Slovenije.
2. Sokolski glasnik (glasilo Jugoslovanske sokolske zveze in Sokola Kraljevine Jugoslavije), 1924–1941.
3. Prednjak (strokovna priloga Sokolskega glasnika), 1925–1928.
4. Kres (glasilo Zveze fantovskih odsekov), 1937.
5. Polet (glasilo Fizikalne zveze Slovenije), 1949–1951.
6. 10 let športa v svobodi. Ljubljana: Zveza športov Slovenije, 1955.
7. 25 let ŽŠK Hermes 1919-1944. Ljubljana, ŽŠK Hermes, 1944.
8. Krevsel, V. Odbojka: poklic športnega trenerja. Ljubljana: Fakulteta za šport, 1997.
9. Pavlin, T. »Športna zgodba, stkana iz dejavnosti tisočev«: osamosvojitve in šport, tranzicija in dileme. V Četrto stoletje Republike Slovenije – izzivi, dileme, pričakovanja (ur. Šorn M., Gašparič J.). Ljubljana: INZ, 2016, 85–95.
10. Pavlin, T. Oris športne aktivnosti na Slovenskem med drugo svetovno vojno, Šport, XLII, 1955, 4, 33–36.

11. Pavlin, T. Sokolstvo na Slovenskem. V Ko je Soko taj je Jugosloven. Beograd: Muzej istorije Jugoslavije, 2016, 31–51.
12. Odbojka, Enciklopedija fizičke kulture 1. Zagreb: Leksikografski zavod, 1975, 663–675.
13. Sirotnovič, D. Petinšestdeset let odbojke v Jugoslaviji in štirideset let Odbojkarske zveze Jugoslavije. V Bilten 9. tradicionalni turnir v odbojki za pokal SZDL občine Lj.-Center. Ljubljana, 1989, 3–7.
14. Stele, J. Zgodovina odbojke v Ljubljani. V: Bilten 9. tradicionalni turnir v odbojki za pokal SZDL občine Lj.-Center. Ljubljana, 1989, 8–17.
15. Sosič, A. Zgodovina in razvoj slovenske odbojke od leta 1945 do leta 1955. Ljubljana: 2006 (diplomsko delo).
16. Šnuderl, S., Vahtar, Z. in Ule, T. Odbojka. V Zbornik I. SŠK Maribor, SŠD Polet, MŠD Branik 1919-1979. Maribor: MŠD Branik, 1979, 238–256.
17. History-Volleyball, FIVB.com.
18. The Real History of Volleyball – International Volleyball Hall of Fame- Holyoke, Massachusetts, USA. Volleyball.com.

dr. Tomaž Pavlin,  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport,  
Muzej športa,  
tomaz.pavlin@fsp.uni-lj.si



»Srebrnik«, EP 2015 v Bolgariji (Hrani: OZS)

## V SPOMIN

### Alojz Mavrič (1949–2024)

Ko sta mu starša prižgala v letu 1949 drobni plamenček življenja, je Lojze kar smelo zakoračil po svoji prostrani, raznoliki in pestri ter zelo uspešni življenjski poti.

Svoj prvi interesni življenjski pristan je ob zgledu starejšega brata in volji očeta našel v nedrjih TVD Partizan Zelena Jama. Ta 50-letna zgodovina ga je tudi značajsko oblikovala, saj je v vsej tej sicer prostovoljski dobi na poti od vadbe prek trenerstva gimnastike, tajnikovanja in tudi zelo uspešnega predsednikovanja položil številne izpite hotenj, znanj in tudi zmožnosti obvladovanja dejansko številnih procesnih vsebin moščajnske, ljubljanske in slovenske telesne kulture, predvsem športa.

Ko je leta 1970 dodal še svoji prostovoljski energiji poklicno delo v športu ob zaposlitvi v Mestni zvezi za telesno kulturo, kjer je prav tako pustil njemu lasten vsebinski in izvorni pečat tudi na področjih celostne telesne kulture od Trim servisa, projekta Trimček, prve trim steze Mostec do sindikalnih tekmovanj poleti in pozimi, sledile so akcije kolesarjenja, plavanja in tekov ter še marsikaj tudi v okoljih šolske in predšolske mladine. Abeceda zdravega življenjskega sloga z mislijo »gibanje je življenje in življenje je gibanje« je bila na pohodu tudi kot znanilka sedanosti.

V drugem delu svoje poklicne poti v športu je z njemu lastno ustvarjalno in uporno energijo kot direktor neposredno uspešno vodil Športni park Slovan, kjer je s svojo inovativnostjo plemenitil zahtevne programe športne infrastrukture ter tudi s prirojeno lastnostjo odličnega gospodarja in posebej skrbnega finančnika, brez kakršnihkoli poslovnih pretresov, vse do uspešne skle-

nitve njegove poti v Slovanu. Na njegovo pobudo je bilo ustvarjeno tudi vsestransko uspešno sodelovanje med sicer vodji preostalih športnih centrov v Ljubljani.

Lojzetova prva in večna ljubezen v športu pa je bila nedvomno gimnastika. V svojem društvu Zelena jama je pomembno soustvarjal pogoje delovanja z dosežki kot najuspešnejše društvo v ženski gimnastiki tudi v Sloveniji. Ta njegova energija kreativnega ustvarjanja je spočela tudi nastanek in uspešno delovanje Ljubljanske gimnastične zveze, kot izvirnega in dragocenega povezovalca ljubljanskih gimnastičnih društev.

Ogromno vsestransko energijo pa je pretočil tudi v 25-letno prostovoljno delo kot enkratni sekretar Gimnastične zveze Slovenije. Bil je tudi, čeprav za nekatere malce neviden, zelo pomemben stebler izvirnega projekta »GIM-2000«. Kar nekaj molekul večine kolajn, doseženih v »njegovem času«, je nedvomno tudi njegovih. Lojze je s svojim neposrednim delovanjem, ustvarjalnostjo, upornostjo, doslednostjo in prislovično osebno skromnostjo ter poštenostjo veliko prispeval k pozitivnim premikom naše gimnastike v celotnem slovenskem prostoru. Ob tem ne gre prezreti velikega pomena za organizacijo Mednarodnega prvenstva Ljubljane, ki je bilo v svojem obstoju priznано tudi kot ena od tekem evropskega pokala pri Evropski telovadni uniji, ter prve organizacije svetovnega pokala leta 2000 v Ljubljani pod okriljem Mednarodne telovadne zveze. Njegove izjemne organizacijske sposobnosti so uporabili tudi pri izvedbi svetovnega pokala in univerzijade v Zagrebu, balkanskih prvenstev na Reki in



Člani TVD Partizan Zelena jama v športni dvorani Slovan, z desne Alojz Mavrič, dolgoletni predsednik društva, Vika Pušnik, nekdanja telovadka in uspešna mednarodna sodnica, ter Nataša Retelj, nekdanja telovadka in vaditeljica olimpijke v letu 2024 Lucije Hribar. (Fotografija iz zasebne zbirke družine Mavrič, avtor Miha Podgorelec)

v Ljubljani. Pozneje je bilo iz spominov sicer po upokojitvi često razbrati, da ni sledi zadostnih trendov in da se ne prepoznavajo v zadostni meri brazde uspešne naše skupne preteklosti. Bil pa je deležen tudi številnih uglednih priznanj za svoje dolgoletno delo.

Nobeno športno okolje, ki mu je načeloval, ni zapustil drugače kot celostno uspešno!

Še do zdaj je uspešno in korektno zavzeto vodil tudi komisijo za priznanja Marjana Rožanca pri Mestni občini Ljubljana.

Dragi Lojze, Tvoja življenjska uspešnost pa je bila tudi celostno občudovana, kajti v tvojem cvetočem družinskem okolju sta skupaj s Simono posejala v rodovitno zemljo seme, ki je rojevalo čudovito oplemenitenje družine s prihodom Aljaža in Marka.

Ko danes odhajaš na pot proti neskončnosti, tudi po treh letih viteških bojev z zahrbtno boleznijo, se ti priklanjamo za vsa dobra dela tudi trajnejše veljave. Prav zglečnost tvojih vrednosti in vrednot življenja pa bomo skušali mi vsi skupaj živo spominško ohranjati vsaj tja do naše neskončnosti.

**Janez Matoh**

## Igrivo smučanje

*Učenje smučanja mlajših otrok*

V knjigi »Igrivo smučanje« smo predstavili poučevanje smučanja mlajših otrok z izborom vaj oziroma iger na smučeh, ki na vseh stopnjah učnega procesa sovpadajo s standardi varnosti in cilji napredovanja sodobne tehnike alpskega smučanja. V igre, ki smo jih predstavili, so vključeni sodobni pripomočki za poučevanje smučanja. Ti so danes nepogrešljiv del učenja smučanja mlajših otrok, pripomorejo k dvigu motivacije, izboljšanju vzdušja, dajejo otrokom občutek varnosti in kar je zelo pomembno, pripomorejo k doseganju ciljev.

Publikacija bo doprinesla k razvoju poučevanja smučanja z igro v času, ko ta dobiva vedno večji pomen in postaja ključni del uspešnega učenja smučanja pri otrocih. Z igro na varen, prijazen in igriv način razvijajo gibalne sposobnosti in usvajajo gibalna znanja. Igra ni le sredstvo za učenje, temveč ključna sestavina za ustvarjanje pozitivnih izkušenj in trajnega navdušenja otrok nad smučanjem. S tem odpiramo vrata k uspešnemu in dolgoročnemu razvoju smučarskih veščin že v najzgodnejših letih otrokovega življenja.

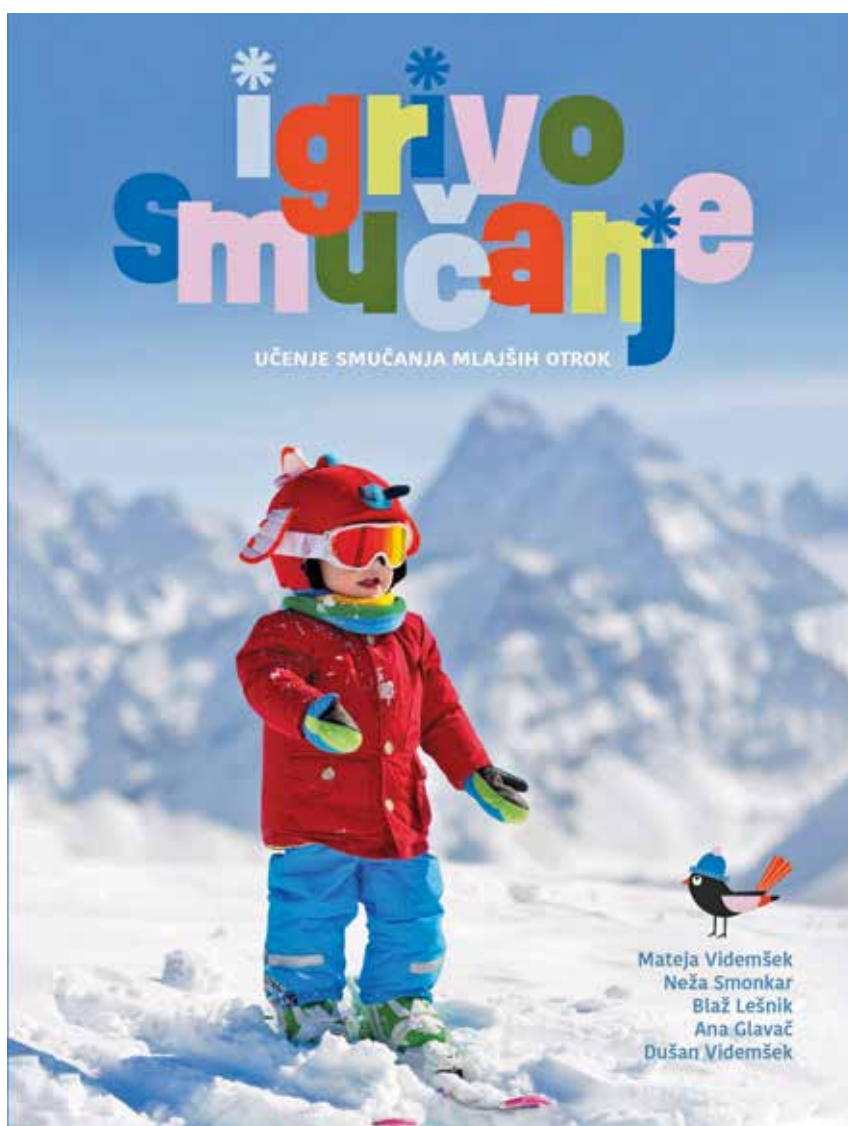
**Avtorji:** Prof. dr. Mateja Videmšek, prof. šp. vzg., Neža Smonkar, mag. prof. šp. vzg., Prof. dr. Blaž Lešnik, prof. šp. vzg., Asist. dr. Ana Glavač, mag. prof. šp. vzg., Viš. pred. Dušan Videmšek, prof. šp. vzg.

**Grafično oblikovanje:** Tasja Videmšek, mag. akad. oblik. tekst. in oblač.

**Ilustracije:** Tasja Videmšek, Neža Smonkar

**Fotografije:** Tasja Videmšek, Alenka Rozman, Petra Prevc, Canva

**Založnik:** Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za šport, 2024, 137 str.



Knjiga »Igrivo smučanje« je napisana za širok krog uporabnikov, kot so študenti Pedagoške fakultete in Fakultete za šport, udeleženci usposabljanj za učitelje smučanja, učitelji smučanja, športni pedagogi, vzgojiteljice, skratka vsi, ki sodelujejo pri

učanju prvih zavojev naših najmlajših. Knjiga pa je nedvomno koristen pripomoček tudi za starše, ki želijo svojim otrokom sami predstaviti osnovne elemente smučanja.

**Mateja Videmšek**



Sara Kranjc,  
Žiga Kozinc

## Ali je raztezanje PNF učinkovitejše v primerjavi z drugimi tehnikami raztezanja?

### Izvleček

Raztezanje je pomemben del trenažnega procesa, saj pripomore k izboljšanju gibljivosti in zmanjšanju tveganja za poškodbe. Namen tega članka je bil pregledati dosedanje raziskave o akutnih in kroničnih učinkih raztezanja PNF v primerjavi s statičnim in dinamičnim raztezanjem, predvsem njihovega vpliva na gibljivost, togost mišic in zmogljivost pri športnih nalogah. Različne študije so primerjale učinke navedenih tehnik raztezanja. Pregled literature je pokazal, da so vse oblike raztezanja učinkovite pri akutnem povečanju obsega giba v sklepu (RoM), pri čemer ni statistično pomembnih razlik med PNF in statičnim raztezanjem, čeprav sta se v nekaterih raziskavah izkazala kot učinkovitejša pri izboljšanju RoM v primerjavi z dinamičnim raztezanjem. Kljub temu, da se raztezanje PNF pogosto predstavlja kot učinkovitejše, rezultati kažejo, da so njegovi učinki podobni tistim pri statičnem raztezanju. Ena izmed ključnih ugotovitev je, da je vpliv raztezanja odvisen od več dejavnikov, med drugim spola, specifičnosti mišičnih skupin ter trajanja in intenzivnosti raztezanja. Zato kljub številnim raziskavam ostaja veliko nejasnosti, ki poudarjajo potrebo po nadaljnjih raziskavah, zlasti v zvezi z razumevanjem živčno-mišičnih mehanizmov, ki vplivajo na rezultate raztezanja, in dolgoročni učinki teh tehnik na zmanjšanje mišične togosti in izboljšanje športne zmogljivosti.

*Ključne besede:* raztezanje, gibljivost, obseg giba, mišična togost, zmogljivost



## Is PNF stretching more effective than other stretching techniques?

### Abstract

Stretching is an important part of the training method, as it contributes to improving flexibility and reducing the risk of injury. The aim of this article was to review existing research on the acute and chronic effects of PNF stretching compared to static and dynamic stretching, focusing primarily on their impact on flexibility, muscle stiffness, and performance in athletic tasks. Various studies have compared the effects of these stretching techniques. The review showed that all forms of stretching are effective in acutely increasing range of motion, with no statistically significant differences between PNF and static stretching, although in some studies, both have proven to be more effective in improving range of motion compared to dynamic stretching. Despite PNF stretching often being presented as more effective, the results indicate that its effects are similar to those of static stretching. One of the key findings is that the impact of stretching depends on several factors, including gender, the specificity of muscle groups, and the duration and intensity of the stretching. Therefore, despite numerous studies, there are still many uncertainties, highlighting the need for further research, particularly in understanding the neuromuscular mechanisms that affect stretching outcomes and the long-term effects of these techniques on reducing muscle stiffness and improving athletic performance.

*Keywords:* stretching, flexibility, range of motion, muscle stiffness, performance

## Uvod

Raztezanje se v športu pogosto uporablja kot del ogrevanja, s ciljem povečanja obsega giba v sklepu (angl. *range of motion*; v nadaljevanju: RoM) in zmanjšanja bolečin (Behm idr., 2021; Konrad, Tilp, idr., 2022; Takeuchi idr., 2024). V literaturi so pogosto opisane tri tehnike raztezanja mišic: statično, dinamično in predkontrakcijsko raztezanje (Behm idr., 2023; Borges idr., 2018; Konrad idr., 2024). Vse naštetje tehnike povečajo gibljivost, ki se navadno ohrani do 30 minut. To povečanje naj bi bilo predvsem posledica živčnih prilagoditev, ki povečajo toleranco na razteg, deloma pa tudi akutnega zmanjšanja mišične in kitne togosti (Behm idr., 2016). Tradicionalna in najpogostejša tehnika je statično raztezanje, pri katerem se dlje časa zadrži raztegnjen položaj mišice. Raztezanje je lahko pasivno ob pomoči zunanjih sil ali aktivno z aktivacijo mišic. Dinamično raztezanje delimo na aktivno (počasno do zmerno hitro gibanje telesa s postopnim večanjem razpona giba in hitrosti gibanja) in balistično (hitri in sunkoviti gibi, ki lahko presežejo normalen obseg gibanja) (Page, 2012). Predkontrakcijsko raztezanje vključuje krčenje mišice, ki se razteza, ali njenega antagonista pred raztezanjem. Najpogostejša vrsta raztezanja pred kontrakcijo je raztezanje s tehnikami proprioceptivne živčno-mišične facilitacije (angl. *proprioceptive neuromuscular facilitation*; v nadaljevanju: PNF) (Konrad, Seiberl idr., 2022; Medeiros idr., 2016; Page, 2012). Poznamo različne metode PNF, in sicer »napni in sprosti« (angl. *contract-relax*), »zadrži in sprosti« (angl. *hold-relax*) ter »napni, sprosti in napni antagonista« (angl. *contract-relax-antagonist contract*). Mišična kontrakcija, ki je del raztezanja, traja do 10 sekund in je običajno izvedena s 75 % do 100 % največje prostovoljne kontrakcije (Konrad, Tilp idr., 2022; Page, 2012; Reis idr., 2013). Učinki raztezanja PNF dosledno kažejo pozitiven akuten in kroničen vpliv na povečanje obsega giba. Učinki so primerljivi s tistimi pri statičnem raztezanju. Vendar pa vloga centralnih mehanizmov (npr. povečana toleranca na raztezanje) in perifernih mehanizmov (npr. zmanjšana togost mišic in kit) pri teh učinkih ni povsem jasna (Behm idr., 2023; Borges idr., 2018; Konrad idr., 2024). V literaturi se o povečani togosti mišic in tetiv poroča kot o potencialnih dejavnikih tveganja za športne poškodbe, kar nakazuje, da bi lahko bilo raztezanje PNF potencialna intervencija za zmanjševanje



Slika 1. Primer raztezanja PNF (metoda »napni in sprosti«) za zadnje stegenske mišice. Mišice postavimo v raztegnjen položaj (označeno modro). Nato vadeči izvede izometrično kontrakcijo (rdeče), čemur sledi dodaten razteg (zeleno).

takšnih tveganj (Konrad, Tilp idr., 2022; Place idr., 2013; Reis idr., 2013).

Namen tega članka je pregledati dosedanja literatura o akutnih in kroničnih učinkih raztezanja s tehnikami PNF (v primerjavi s statičnim in dinamičnim raztezanjem) na izbrane parametre, predvsem njihovega vpliva na obseg giba oziroma gibljivost, togost ter zmogljivost v izbranih nalogah. S tem je cilj članka ugotoviti, v kolikšni meri je vključevanje raztezanja PNF kot alternativo statičnemu ali dinamičnemu raztezanju smiselno v različnih kontekstih. Pregledali smo razpoložljive metaanalize na temo primerjave vplivov različnih tehnik raztezanja ter v članek dodatno vključili najpomembnejše posamezne raziskave.

## ■ Primerjava akutnih in kroničnih učinkov različnih tipov raztezanja na izbrane parametre

V prvem delu razprave v skladu z namenom predstavimo ugotovitve sistematičnega pregleda literature z metaanalizami, temu sledi še pregled ugotovitev posameznih raziskav.

### Ugotovitve sistematičnega pregleda literature z metaanalizo

Borges idr. (2018) so v svojem sistematičnem pregledu literature z metaanalizo primerjali vpliv statičnega raztezanja in raztezanja PNF na gibljivost zadnjih stegenjskih mišic pri zdravih mladih odraslih. Kljub ugotovitvam nekaterih vključenih študij, da raztezanje PNF povečuje toleranco na razteg, kar pripomore k občutnejšemu povečanju gibljivosti, so s pregledom metaanaliz in analiz na ravni posameznih študij hipotezo, da bi raztezanje PNF lahko imelo prednost pred statičnim raztezanjem, ovrgli. Ob tem so navedli, da sta oba tipa enako učinkovita pri izboljšanju gibljivosti tako akutno kot kronično. Avtorji poudarjajo, da je pomanjkanje živčnega odziva med raztezanjem PNF lahko razlog za podobne učinke tako PNF kot statičnega raztezanja, kar je bilo ugotovljeno v večini vključenih študij. Kot pravijo, domnevna prednost raztezanja PNF pred statičnim ni povezana s samo mišično sprostitevjo, temveč je morda izrazitejše povečanje RoM, ki ga včasih opažamo pri raztezanju PNF, povezano z običajno višjo intenzivnostjo med raztezanjem PNF. Dodajajo, da so resnični me-

hanizmi v ozadju izboljšanja fleksibilnosti po raztezanju še vedno predmet razprav (Borges idr., 2018).

Behm idr. (2023) so prek sistematičnega pregleda literature z metaanalizo raziskovali akutne učinke raztezanja na RoM. Ugotavljajo, da so vse oblike raztezanja podobno učinkovite pri spodbujanju akutnega povečanja RoM v splošni populaciji, saj ni bilo statistično pomembnih razlik med statičnim, dinamičnim, balističnim in raztezanjem PNF. Akutno povečanje RoM se je pojavilo pri vseh testiranih mišicah (troglava mečna mišica, zadnje stegenske mišice in mišice spodnjega dela hrbta), z izjemo primikalk kolka, kar avtorji pripisujejo anatomske in funkcionalno omejenim vzorcem gibanja. Ugotavljajo tudi, da ni pomembnih razlik v povečanju RoM z vidika intenzivnosti in trajanja raztezanja, prav tako ne po starostu ali spolu (Behm idr., 2023).

Učinke vseh tipov raztezanja na RoM so proučevali tudi Konrad idr. (2024) v svoji metaanalizi. V pregled so vključili vse sklepe. Kot so ugotovili, med statičnim raztezanjem in tehnikami PNF ni bilo razlik pri vplivu na RoM. Sta pa bila statično raztezanje in PNF v nasprotju z ugotovitvami prej omenjene metaanalize učinkovitejša v povečanju RoM v primerjavi z balističnim in dinamičnim raztezanjem. Prav tako so opazili pomembno razliko v učinkih z vidika spola preiskovancev, ki je v prej opisani metaanalizi niso zaznali, in sicer so se večje spremembe RoM pojavile pri ženskah. Kot mogoče razlago avtorji navajajo višjo občutljivost žensk za trening gibljivosti in dejstvo, da te v primerjavi z moškimi niso bolj gibljive v vseh sklepih. Pojasnilo za to, da balistične in dinamične tehnike raztezanja ne pokažejo tako velike spremembe v primerjavi s PNF ali statičnim raztezanjem, pa domnevajo v razlikah med trajanjem napetosti pri posameznih tehnikah. Medtem ko je pri PNF ali statičnem raztezanju sklep večinoma v raztegnjenem položaju skozi celoten protokol raztezanja, to ne drži za balistično in dinamično raztezanje (Konrad idr., 2024).

Medeiros in Martini (2018) sta raziskovala kronične vplive različnih tipov raztezanja na RoM dorsalne fleksije gležnja pri zdravih posameznikih. Sistematični pregled literature z metaanalizo je pokazal, da so vsi tipi raztezanja učinkoviti pri izboljšanju RoM, vendar je bilo izrazitejše povečanje RoM opaženo po izvajanju statičnega razteza-

nja in PNF v primerjavi z balističnim raztezanjem (Medeiros in Martini, 2018).

Namen sistematičnega pregleda z metaanalizo avtorjev Konrad idr. (2021) je bil ugotoviti učinke enkratnega raztezanja upogibalk kolka na parametre zmogljivosti. Izsledki kažejo, da lahko enkratno raztezanje upogibalk kolka, ki traja do 120 sekund, pozitivno vpliva na ravnotežje (po dinamičnem raztezanju ali PNF) in skalarno zmogljivost (po statičnem raztezanju). Poleg tega pri trajanju do 120 sekund ni bil opisan noben škodljiv učinek v študijah, ki so se ukvarjale s športno specifično zmogljivostjo, ravnotežjem ali izokinetičnimi parametri, ne glede na uporabljene tehnike raztezanja. Ti rezultati so v nasprotju z drugimi mišičnimi skupinami, npr. plantarnimi upogibalkami, pri katerih so bili učinki raztezanja na omenjene parametre negativni. Avtorji navajajo razlago, da je ta razlika lahko povezana s specifično funkcijo upogibalk kolka pri stabilizaciji ledvenega dela hrbtenice. Poudarjajo pa, da omejeno število študij o akutnih učinkih raztezanja PNF in dinamičnega raztezanja na zmogljivost ne omogoča jasnega sklepa o tem, katera tehnika bi bila prednostno uporabljena za preprečevanje poslabšanja zmogljivosti (Konrad idr., 2021).

Takeuchi idr. (2023) so v sistematičnem pregledu z metaanalizo proučevali kronične učinke statičnega raztezanja na spremembo togosti mišic pri zdravih mladih posameznikih. Avtorji poročajo o zmernem zmanjšanju togosti, ki pa ni bilo odvisno od spola in skupne dolžine trajanja raztezanja. Posebej omenjajo rezultate dveh opravljenih študij, ki sta proučevali učinke dolgoročnega PNF in dinamičnega raztezanja, pri čemer niso zaznali pomembnejših sprememb v togosti mišic. Ob tem poudarjajo, da so za primerjavo z učinki statičnega raztezanja potrebne dodatne raziskave dolgoročnih učinkov raztezanja prej omenjenih tehnik na togost mišic (Takeuchi idr., 2023).

### Ugotovitve posameznih raziskav

Place idr. (2013) so v svoji raziskavi ocenjevali vpliv raztezanja PNF na izbrane parametre. Rezultati so pokazali, da po raztezanju ni bilo pomembnih sprememb v aktivnem RoM in vertikalnem skoku. Poleg tega je bila tudi večina živčno-mišičnih prilagoditev primerljiva s kontrolno skupino. Avtorji domnevajo, da je razlog za nespremenjen aktivni RoM kratko trajanje skupnega PNF-raztega ali posameznih razteznih sekvenc.



Kljub neškodljivim učinkom raztezanja na delovanje štiriglave stegenske mišice tega avtorji ne priporočajo pri športnih dejavnostih (Place idr., 2013).

V raziskavi Reis idr. (2013) so primerjali učinke PNF in statičnega raztezanja na mišično jakost in aktivacijo mišic pri igralcih dvoranskega nogometa. Rezultati pa v nasprotju s pričakovanji avtorjev niso pokazali zmanjšanja živčno-mišične aktivnosti. Opazili so le minimalno zmanjšanje aktivacije m. rectus femoris in m. vastus lateralis po izvedbi statičnega raztezanja v kontrolni skupini s sedentarnimi posamezniki (Reis idr., 2013).

Vpliv enega cikla PNF-raztezanja štiriglave stegenske mišice in troglave mečne mišice z dinamično aktivnostjo po raztezanju na ekonomičnost teka so proučevali Konrad, Tilp idr. (2022). Rezultati niso pokazali razlik v primerjavi s kontrolno skupino, ki PNF-raztezanja ni izvajala. Kot ugotavljajo, PNF-raztezanje s sledečo aktivnostjo nima niti pozitivnega niti negativnega vpliva na ekonomičnost teka in povezane biomehanske spremenljivke (tj. čas stika s podlago, dolžina koraka, frekvenca koraka). Avtorji pa kot pomembno omejitev študije poudarjajo odsotnost intervencijske skupine, v kateri bi bil izveden samo raztezni protokol PNF. Skupaj z dodatno kontrolno skupino (tj. samo počitek brez aktivnosti po raztezanju) bi bilo mogoče dobiti jasnejšo sliko o specifičnem PNF-raztezanju mišic z aktivnostjo in brez te po raztezanju ter njegovem učinku na tekaško ekonomičnost (Konrad, Tilp idr., 2022).

Podoben protokol so Konrad, Seiberl idr. (2022) izvedli v svoji raziskavi o učinkih cikla PNF-raztezanja štiriglave stegenske mišice in troglave mečne mišice z dinamično aktivnostjo po raztezanju na zmogljivost pri skokih ter togost tkiv. Sprememb niso ugotovili pri izvedbi skoka z nasprotnim gibanjem, so se pa pojavile pri globinskem skoku (spremembe v višini skoka in indeksu reakcijske moči). Avtorji opažajo, da so spremembe po izvedbi globinskega skoka po raztegu troglave mečne mišice in temu sledeči aktivnosti povezane z zmanjšanjem togosti ahilove tetive, medtem ko so bile spremembe po raztegu štiriglave stegenske mišice in temu sledeči aktivnosti opazne v zmanjšanju povprečne togosti štiriglave stegenske mišice (Konrad, Seiberl idr., 2022).

Zaidi idr. (2023) so raziskovali akutne in kronične učinke PNF in statičnega raztezanja na RoM v kolenskem sklepu, gibljivost in

elektromiografsko aktivnost (angl. *electromyography*; v nadaljevanju: EMG) zadnjih stegenskih mišic pri starejših odraslih osebah. Rezultati kažejo, da ima raztezanje PNF akutni in kronični učinek na RoM in gibljivost ter samo kronični učinek na EMG-aktivnost mišic. Statično raztezanje pa je akutno in kronično vplivalo na RoM ter kronično na gibljivost, medtem ko na EMG-aktivnost mišic ni imelo učinka. Kljub temu, da sta obe tehniki raztezanja kronično vplivali na gibljivost, je statično raztezanje imelo večje učinke kot raztezanje PNF (Zaidi idr., 2023).

Konrad idr. (2017) so raziskovali akutne učinke statičnega, balističnega in raztezanja PNF na različne mišično-tetivne parametre spodnjega dela noge. Proučevani parametri so vključevali RoM, pasivni uporni navor, togost mišic in tetiv ter maksimalno prostovoljno kontrakcijo. Rezultati kažejo, da vse uporabljene metode raztezanja privedejo do znatnega povečanja RoM ter zmanjšanja togosti mišično-tetivnega sistema in pasivnega navora. Razlike med učinki različnih tipov raztezanja so se pojavile pri maksimalni prostovoljni kontrakciji. Statično in balistično raztezanje ni privedlo do spremembe omenjenega parametra, medtem ko je PNF raztezanje pokazalo negativen učinek (Konrad idr., 2017).

Kay idr. (2015) so proučevali učinke PNF-raztezanja, statičnega raztezanja in izometričnih kontrakcij na mišično-tetivne parametre pri zdravih posameznikih. Rezultati so pokazali povečanje RoM v skočnem sklepu pri vseh uporabljenih metodah, vendar je bilo povečanje omenjenega parametra po raztezanju PNF izrazitejše. Med različnimi metodami raztezanja so se razlikovale tudi spremembe togosti mišično-tetivnega kompleksa, in sicer je statično raztezanje bolj vplivalo na zmanjšanje togosti mišic, izometrična kontrakcija na zmanjšanje togosti tetiv, medtem ko je raztezanje PNF vplivalo na zmanjšano togost tako mišic kot tetiv (Kay idr., 2015).

Akutne učinke statičnega in PNF-raztezanja na togost zadnjih stegenskih mišic ter RoM med pasivnim dvigom ravne noge in aktivnim iztegom kolena pri rekreativno aktivnih mladih posameznikih so v svoji raziskavi primerjali Železnik idr. (2024). Rezultati kažejo, da oba tipa raztezanja učinkovito povečujeta aktivni in pasivni RoM, medtem ko le raztezanje PNF dodatno zmanjša strižni modul mišice biceps femoris in s tem tudi njeno togost. Enakih rezultatov

pa niso ugotovili za mišico semitendinosus (Železnik idr., 2024).

Beltrão idr. (2014) so v svoji raziskavi ugotavljali povezavo med akutnimi in kratkoročnimi spremembami RoM ob uporabi statičnega in PNF-raztezanja. Kot so ugotovili, med omenjenima tipoma raztezanja ni bilo statistično značilnih razlik, ob tem pa poudarjajo, da akutno povečanje RoM napove povečanje tega po kratkoročnem programu, kar velja za obe uporabljene tehniki raztezanja (Beltrão idr., 2014).

## ■ Zaključek

Raztezanje je pomemben del trenažnega procesa, saj prispeva k izboljšanju gibljivosti in zmanjšanju tveganja za poškodbe. V članku smo primerjali učinke različnih tehnik raztezanja, vključno s PNF ter statičnim in dinamičnim raztezanjem, na različne parametre. Pregled raziskav in metaanaliz je pokazal, da so vse oblike raztezanja učinkovite pri akutnem povečanju RoM, pri čemer pa ni statistično pomembnih razlik med PNF in statičnim raztezanjem, čeprav se v nekaterih raziskavah izkažeta kot učinkovitejša pri izboljšanju RoM v primerjavi z dinamičnim in balističnim raztezanjem. Raztezanje PNF je pogosto uporabljeno zaradi domnevnih prednosti pri izboljšanju gibljivosti, a naš pregled literature nakazuje, da ni bistveno boljših rezultatov v primerjavi s statičnim raztezanjem. Poleg tega so avtorji nekaterih raziskav prišli do zaključka, da lahko raztezanje PNF škodljivo vpliva na mišično zmogljivost, to pa odpira vprašanje o smiselnosti njegovega izvajanja pred športno vadbo v športnem kontekstu.

## ■ Literatura

- Behm, D. G., Alizadeh, S., Daneshjoo, A., Anvar, S. H., Graham, A., Zahiri, A., Goudini, R., Edwards, C., Culleton, R., Scharf, C., in Konrad, A. (2023). Acute Effects of Various Stretching Techniques on Range of Motion: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine – Open*, 9(1), 107. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00652-x>
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., in McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 41(1), 1–11. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235>

3. Behm, D. G., Kay, A. D., Trajano, G. S., Alizadeh, S., in Blazevich, A. J. (2021). Effects of Stretching on Injury Risk Reduction and Balance. *Journal of Clinical Exercise Physiology*, 10(3), 106–116. <https://doi.org/10.31189/2165-6193-10.3.106>
4. Beltrão, N. B., Ritti-Dias, R. M., Pitangui, A. C. R., in De Araújo, R. C. (2014). Correlation between acute and short-term changes in flexibility using two stretching techniques. *International Journal of Sports Medicine*, 35(14), 1151–1154. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1382018>
5. Borges, M. O., Medeiros, D. M., Minotto, B. B., in Lima, C. S. (2018). Comparison between static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation on hamstring flexibility: Systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physiotherapy*, 20(1), 12–19. <https://doi.org/10.1080/21679169.2017.1347708>
6. Kay, A. D., Husbands-Beasley, J., in Blazevich, A. J. (2015). Effects of Contract-Relax, Static Stretching, and Isometric Contractions on Muscle-Tendon Mechanics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(10), 2181–2190. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000632>
7. Konrad, A., Alizadeh, S., Daneshjoo, A., Anvar, S. H., Graham, A., Zahiri, A., Goudini, R., Edwards, C., Scharf, C., in Behm, D. G. (2024). Chronic effects of stretching on range of motion with consideration of potential moderating variables: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 13(2), 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.06.002>
8. Konrad, A., Močnik, R., Titze, S., Nakamura, M., in Tilp, M. (2021). The Influence of Stretching the Hip Flexor Muscles on Performance Parameters. A Systematic Review with Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1936. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041936>
9. Konrad, A., Seiberl, W., Tilp, M., Holzer, D., in Paternoster, F. K. (2022). What to stretch? - Isolated proprioceptive neuromuscular facilitation stretching of either quadriceps or triceps surae followed by post-stretching activities alters tissue stiffness and jump performance. *Sports Biomechanics*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2058991>
10. Konrad, A., Stafiliadis, S., in Tilp, M. (2017). Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(10), 1070–1080. <https://doi.org/10.1111/sms.12725>
11. Konrad, A., Tilp, M., Stöcker, F., Mehmeti, L., Mahnič, N., Seiberl, W., Behm, D. G., in Paternoster, F. K. (2022). Quadriceps or triceps surae proprioceptive neuromuscular facilitation stretching with post-stretching dynamic activities does not induce acute changes in running economy. *Frontiers in Physiology*, 13, 981108. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.981108>
12. Medeiros, D. M., Cini, A., Sbruzzi, G., in Lima, C. S. (2016). Influence of static stretching on hamstring flexibility in healthy young adults: Systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(6), 438–445. <https://doi.org/10.1080/09593985.2016.1204401>
13. Medeiros, D. M., in Martini, T. F. (2018). Chronic effect of different types of stretching on ankle dorsiflexion range of motion: Systematic review and meta-analysis. *Foot (Edinburgh, Scotland)*, 34, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.jfoot.2017.09.006>
14. Page, P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(1), 109–119.
15. Place, N., Blum, Y., Armand, S., Maffiuletti, N. A., in Behm, D. G. (2013). Effects of a short proprioceptive neuromuscular facilitation stretching bout on quadriceps neuromuscular function, flexibility, and vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 463–470. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182576ffe>
16. Reis, E. da F. S., Pereira, G. B., de Sousa, N. M. F., Tibana, R. A., Silva, M. F., Araújo, M., Gomes, I., in Prestes, J. (2013). Acute effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching on maximal voluntary contraction and muscle electromyographical activity in indoor soccer players. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 33(6), 418–422. <https://doi.org/10.1111/cpf.12047>
17. Takeuchi, K., Nakamura, M., Fukaya, T., Nakao, G., in Mizuno, T. (2024). Stretching intervention can prevent muscle injuries: A systematic review and meta-analysis. *Sport Sciences for Health*. <https://doi.org/10.1007/s11332-024-01213-9>
18. Takeuchi, K., Nakamura, M., Konrad, A., in Mizuno, T. (2023). Long-term static stretching can decrease muscle stiffness: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(8), 1294–1306. <https://doi.org/10.1111/sms.14402>
19. Zaidi, S., Ahamad, A., Fatima, A., Ahmad, I., Malhotra, D., Al Muslem, W. H., Abdulaziz, S., in Nuhmani, S. (2023). Immediate and Long-Term Effectiveness of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Static Stretching on Joint Range of Motion, Flexibility, and Electromyographic Activity of Knee Muscles in Older Adults. *Journal of Clinical Medicine*, 12(7), 2610. <https://doi.org/10.3390/jcm12072610>
20. Železnik, P., Jelen, A., Kalc, K., Behm, D. G., in Kozinc, Ž. (2024). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on hamstrings muscle stiffness and range of motion: A randomized cross-over study. *European Journal of Applied Physiology*, 124(3), 1005–1014. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05325-x>

dr. Žiga Kozinc, doc.  
Univerza na Primorskem,  
Fakulteta za vede o zdravju  
ziga.kozinc@fvz.upr.si



Uršula Prelesnik,  
Žiga Kozinc

## Vrednotenje kardiorespiratorne zmogljivosti pri osebah s poškodbo hrbtenjače

### Izvleček

Posamezniki s poškodbo hrbtenjače so v primerjavi s splošno populacijo manj telesno dejavni, zaradi česar so izpostavljeni večjemu tveganju za kronične nenalezljive bolezni in umrljivosti zaradi njih. Za predpisovanje učinkovitih programov aerobne vadbe in spremljanje vpliva rehabilitacije je ocenjevanje kardiorespiratorne zmogljivosti ključnega pomena. Za ta namen je pri osebah s poškodbo hrbtenjače uveljavljeno merjenje najvišje porabe kisika ( $VO_2$  peak) z ročno ergometrijo, ki je ponovljiva in veljavna, vendar ima nekatere omejitve, zaradi katerih je smiselno razmisliti tudi o drugih načinih testiranja  $VO_2$  peak. Ti načini morajo biti ponovljivi in veljavni.  $VO_2$  peak lahko posredno ocenimo iz rezultatov veljavnih in ponovljivih terenskih testov (večstopenjski in 6-minutni test poganjanja), ki omogočajo celostno oceno mobilnosti osebe na vozičku ter so z vidika cene, časa in potrebnih sredstev manj zahtevni od laboratorijskega testiranja. V okviru slednjega so za določanje  $VO_2$  peak veljavni in ponovljivi ergometrija na invalidskem vozičku (pri kateri preiskovanci izvajajo znani in funkcionalni vzorec gibanja), ergometrija v vodi (ki omogoča aktivacijo vseh oživčenih mišičnih skupin) in za posameznike z nepopolno poškodbo hrbtenjače testiranje med robotsko asistirano hojo s podporo telesne teže na tekalni stezi. Kadar oseba ne želi ali ne more izvajati maksimalnega testiranja, lahko  $VO_2$  peak dokaj dobro napovemo tudi s preprostimi antropometričnimi spremenljivkami in spremenljivkami mišično-skeletne kondicije ali pa se izvede submaksimalno testiranje.

*Ključne besede:* testiranje vzdržljivosti, kardiorespiratorna zmogljivost, veljavnost in ponovljivost, najvišja poraba kisika, osebe s poškodbo hrbtenjače



Image by Drazen Zigic on Freepik

## Evaluation of cardiorespiratory fitness in people with spinal cord injury

### Abstract

Individuals with spinal cord injury are less physically active compared to the general population, which exposes them to a higher risk of chronic non-communicable diseases and mortality associated with them. Assessing cardio-respiratory fitness is crucial for prescribing effective aerobic exercise programs and monitoring the impact of rehabilitation. For this purpose, measuring peak oxygen consumption ( $VO_2$  peak) using arm ergometry is well-established in individuals with spinal cord injury. This method is reliable and valid, but has some limitations, warranting consideration of alternative  $VO_2$  peak testing methods. These methods should be reliable and valid.  $VO_2$  peak can be indirectly assessed using results from field tests (multi-stage and 6-minute push tests), which allow for a comprehensive evaluation of wheelchair mobility and are less demanding in terms of cost, time, and resources compared to laboratory testing. Regarding the latter, valid and reliable methods for determining  $VO_2$  peak include wheelchair ergometry (where subjects perform a familiar and functional movement pattern), water ergometry (which enables activation of all innervated muscle groups), and, for individuals with incomplete spinal cord injury, testing during robotics-assisted gait with bodyweight support on a treadmill. When a person is unwilling or unable to perform maximal testing,  $VO_2$  peak can be reasonably well predicted using simple anthropometric and musculoskeletal fitness variables, or through submaximal testing.

*Keywords:* endurance testing, cardio-respiratory fitness, validity and reliability, peak oxygen consumption, individuals with spinal cord injury

## Uvod

Na svetu živi več kot 15 milijonov ljudi s poškodbo hrbtenjače (v nadaljevanju: PH) (World Health Organization, 2024). Največ PH se zgodi zaradi travme, in sicer pri avtomobilskih nesrečah in padcih, obseg prizadetosti pa je odvisen od lokacije in resnosti poškodbe (GBD 2016 Traumatic Brain Injury and Spinal Cord Injury Collaborators, 2019). Posledica PH je popolna ali nepopolna izguba senzoričnih in/ali motoričnih funkcij pod ravni poškodbe, pogosta je tudi disfunkcija avtonomnega živčnega sistema, ki vpliva na različne funkcije (na primer potenje) (World Health Organization, 2024). PH lahko zmanjša zmožnost opravljanja vsakodnevnih dejavnosti, vključno s hojo, uporabo rok, fiziološkim praznjenjem mehurja ali črevesja ter umivanjem in oblačenjem. Posamezniki s PH so v primerjavi s splošno populacijo tudi manj telesno dejavni. Manj kot četrtnina odraslih invalidov se ukvarja s telesno dejavnostjo, ki zadostuje za doseganje zdravstvenih koristi, povezanih z gibanjem (Fernhall idr., 2008). Van den Berg-Emons idr. (2010) v svoji raziskavi poročajo, da je stopnja telesne dejavnosti pri osebah na invalidskih vozičkih za 40 % nižja kot pri osebah, ki vozička ne uporabljajo. Zaradi tega so osebe s PH bolj izpostavljene tveganju za hujša obolenja in umrljivosti zaradi kroničnih nenalezljivih bolezni, neposredno povezanih s telesno nedejavnostjo, vključno z boleznimi srca in ožilja, sladkorno boleznijo, debelostjo in depresijo (Froehlich-Grobe idr., 2016). Slabo zdravje srca in ožilja, s katerim se pogosto srečujejo osebe s PH, kaže na nujnost večje telesne dejavnosti in kardiorespiratorne zmogljivosti pri tej populaciji. Smernice osebam s PH svetujejo, da se pet dni na teden vsaj 30 minut ukvarjajo z zmerno intenzivno telesno vadbo ali tri dni na teden vsaj 20 minut z visoko intenzivno (Ogonowska-Slodownik idr., 2019).

Ocenjevanje kardiorespiratorne zmogljivosti pri populaciji s PH je ključnega pomena za spremljanje sprememb njihovega zdravstvenega stanja oziroma spremljanje vpliva rehabilitacije skozi čas in za predpisovanje učinkovitih individualiziranih programov aerobne vadbe (Bass idr., 2020). Zelo pomembno pa je tudi pri vrhunskih športnikih s PH. Ti se ukvarjajo s tekmovalnimi športi in potrebujejo za znanstveno podlago za treniranje, da bi dosegli najboljše rezultate in preprečili morebitno pretreniranost in poškodbe (Cooper idr., 1999). Zlati standard za ocenjevanje kardiorespirator-

ne zmogljivosti pri splošni populaciji je merjenje največje porabe kisika ( $VO_{2max}$ ) med obremenilnim testnim protokolum s stopnjevanjem intenzivnosti do izčrpanosti (ergometrija) (Vanhees idr., 2005).  $VO_{2max}$  je mera, ki pove, koliko litrov kisika lahko človek privzame v svoje telo oziroma ga porabi v minuti (Steinach in Gunga, 2021). Odvisna je od hitrosti prenosa kisika po krvnem obtoku (torej od sposobnosti srca, da prečrpa kri, in od koncentracije hemoglobina v krvi), od difuzijske kapacitete pljuč in od sposobnosti mišic, da kisik privzamejo (Engelking, 2015). Običajno se izraža kot količina kisika na kilogram telesne mase, porabljenega na minuto (ml/kg/min). Vrednosti se lahko gibljejo od več kot 90 ml/kg/min pri vrhunskih vzdržljivostnih športnikih do manj kot 20 ml/kg/min pri starejših; zdravi netrenirani moški, stari 25 let, imajo  $VO_{2max}$  okoli 40 ml/kg/min (pri ženskah so vrednosti za približno 15–20 % nižje) (Strasser in Burtscher, 2018). Pri splošni populaciji se obremenilni testi po navadi izvajajo na kolesu ali tekalni stezi (Steinach in Gunga, 2021). Pri športnikih je zaželeno, da je testiranje prilagojeno posameznikovemu športu – kolesar naj bi bil na primer testiran na cikloergometru, tekač na tekalni stezi, veslač na veslaškem ergometru in podobno –, saj lahko v nasprotnem primeru zaradi drugačnih vzorcev gibanja, uporabljene miškulature in oskrbe z energijo dobimo nepravilne rezultate, ki v večini primerov podcenjujejo športnikove sposobnosti (Steinach in Gunga, 2021). Zamed splošno populacijo je testiranje kardiorespiratorne zmogljivosti razmeroma dobro raziskano, pri posameznikih s PH pa primanjkuje dokazov o optimalnem načinu testiranja (Morgan idr., 2019). Pri njih je to zapleteno zaradi somatske in avtonomne disfunkcije, ki se razlikuje od posameznika do posameznika (Au idr., 2018). Testi so izpostavljeni variabilnosti, saj so lahko končne maksimalne vrednosti netočne zaradi različnih dejavnikov, na primer znanega napa, bolečine, moči mišic roke in avtonomne disfunkcije (Au idr., 2017; Currie idr., 2015; Nash idr., 2007; van Drongelen idr., 2006). Najpogosteje se pri posameznikih s PH ocenjuje  $VO_{2peak}$  (najvišja zabeležena poraba kisika med določeno obremenilno nalogo oziroma testiranjem), in sicer z uporabo ročnega ergometra (Eerden idr., 2018). Protokoli testiranja se med seboj nekoliko razlikujejo, v večini primerov pa gre za poganjanje ročnega ergometra proti upor, ki se običajno stopnjuje na eno do tri minute. Test se izvaja do izčrpano-

sti oziroma do točke, ko preiskovanec ne more več vzdrževati na začetku določene konstantne hitrosti vrtenja. Kriteriji, po katerih se presoja, ali je preiskovanec dosegel  $VO_{2peak}$ , so prav tako različni, po navadi pa se gleda, da je dosežen respiratorni količnik izmenjave plinov  $RER > 1$  (anaerobni prag), da je dosežen plato porabe kisika in/ali da je dosežena srčna frekvenca blizu najvišje srčne frekvence, določene glede na starost (Eerden idr., 2018).

Ročna ergometrija je ponovljiva in veljavna metoda za merjenje kardiorespiratornih parametrov pri posameznikih s PH (Eerden idr., 2018; Myers idr., 2007), vendar ima nekatere omejitve – je zamudna ter zahteva prisotnost visoko usposobljenega osebja in posebno opremo, ki je tudi precej draga (Vanderthommen idr., 2002). Terenski testi (na primer 6-minutni test poganjanja) se lahko s posredno oceno  $VO_{2peak}$  uporabljajo kot alternativa ročni ergometriji. V primerjavi s to imajo nekatere pomembne prednosti: so cenejši in enostavnejši za izvajanje ter zahtevajo malo sredstev v smislu specializirane opreme in usposobljenega osebja (Vanderthommen idr., 2002). Še ena pomanjkljivost ročne ergometrije je, da osebe s PH (ki za premikanje in vsakodnevne dejavnosti najpogosteje uporabljajo ročni invalidski voziček) pri poganjanju ročnega ergometra izvajajo neznan in nefunkcionalen vzorec gibanja, ki ga v vsakdanjem življenju niso vajene; to bi lahko vplivalo na sposobnost osebe, da doseže maksimalen napor, in posledično na rezultat testiranja (Morgan idr., 2019). Alternativa je testiranje  $VO_{2peak}$  na invalidskem vozičku.

Da bi bili uporabni, morajo biti terenski testi ter alternativna testiranja in ocenjevanja  $VO_{2peak}$  veljavna in ponovljiva (Vanderthommen idr., 2002). Namen tega članka je ugotoviti veljavnost in/ali ponovljivost testiranja za posredno ali neposredno oceno  $VO_{2peak}$  oziroma ugotoviti njihovo uporabnost pri osebah s PH ter primerjati testiranja med sabo.

## ■ Ocenjevanje $VO_{2peak}$ s pomočjo rezultatov terenskih testov

Po ugotovitvah razpoložljive literature lahko na podlagi rezultatov terenskega testa (prevožene razdalje) posredno ocenimo  $VO_{2peak}$ . Uporabimo lahko na primer rezultat večstopenjskega terenskega testa poganjanja, ki so ga za izvedbo raziskave

pripravili Vanderthommen idr. (2002). Ta dvoranski test, sestavljen iz osemkotnega poligona (15 m x 15 m), na katerem preiskovanci vsako minuto povečajo hitrost poganjanja za eno stopnjo do izčrpanosti, je odlično ponovljiv (ICC = 0,99), z njim pa lahko napovemo 59 % variance v  $VO_2$  peak (z naslednjo enačbo:  $VO_2$  peak (ml/kg/min) =  $18,03 + 0,78 \times \text{št. izvedenih stopenj na testu}$ ). Visoko je ponovljiv tudi za doseženi  $VO_2$  peak (ICC = 0,88), ki so ga med testom v raziskavi merili s prenosnim sistemom analize zraka Cosmed K4b2 (COSMED, Italija); ta prenosni spirometer je bil pogosto uporabljen tudi v drugih raziskavah). Še en terenski test, opisan v raziskavah, je 6-minutni test poganjanja (variacija 6-minutnega testa hoje) (Bass idr., 2020; Cowan idr., 2012). Pri njem morajo preiskovanci v šestih minutah po 30 m dolgem poligonu v obliki številke osem prevoziti čim daljšo razdaljo (vmes lahko kadarkoli upočasnijo oziroma se ustavijo). Po ugotovitvah raziskave Cowan idr. (2012) je, ko gre za rezultat (prevoženo razdaljo), odlično ponovljiv (ICC = 0,97), vendar je njegova veljavnost za določanje telesne pripravljenosti (dobra/slaba) glede na določeno mejo prevožene razdalje dokaj slaba: kljub 86-odstotni občutljivosti je specifičnost le 33-odstotna (test je glede na določeno mejo pravilno prepoznal 86 % slabo telesno pripravljenih posameznikov in le 33 % dobro telesno pripravljenih). Je pa rezultat testa veljaven za oceno  $VO_2$  peak ( $r = 0,75$  – močna korelacija, primerjano z ročno ergometrijo (Bass idr., 2020)). Prav tako je test zelo natančen pri neposrednem ocenjevanju  $VO_2$  peak ( $VO_2$  peak, izmerjen s prenosnim spirometrom med testom, je bil v zelo močni korelaciji ( $r = 0,92$ ) z  $VO_2$  peak, izmerjenim med ročno ergometrijo) (Bass idr., 2020). V raziskavi Vinet idr. (1996) so za direktno merjenje  $VO_2$  peak potrdili tudi veljavnost terenskega testa na tartanski stezi, dolgi 400 m (prilagojen Leger-Boucherev test), kjer so se preiskovanci začeli poganjati s hitrostjo 4 km/h in jo vsako minuto stopnjevali za 1 km/h (med  $VO_2$  peak, izmerjenim s prenosnim sistemom analize zraka med testom, in  $VO_2$  peak, izmerjenim med ergometrijo na invalidskem vozičku, ni bilo statistično značilne razlike).

Čeprav z rezultati terenskih testov ne moremo povsem natančno napovedati  $VO_2$  peak, so ti testi zelo uporabni, saj lahko z njimi z majhnimi stroški ter z manjšo porabo časa in sredstev v grobem dokaj dobro ocenimo telesno pripravljenost osebe. Z vidika javnega zdravja je prepoznavanje

oseb na invalidskih vozičkih, ki bi lahko imele največ koristi od vadbenih ukrepov, to je oseb z nizko telesno pripravljenostjo, bolj pomembno kot ocenjevanje njihove natančne kardiorespiratorne zmogljivosti. Poleg tega terenski testi omogočajo celostno oceno osebe in invalidskega vozička, saj je mobilnost na invalidskem vozičku povezana ne samo s kardiorespiratorno zmogljivostjo posameznika, temveč tudi z njegovo tehniko poganjanja, z mehanskimi značilnostmi vozička in s prilagoditvijo teh značilnosti posameznikovi funkcionalni zmogljivosti (Vanderthommen idr., 2002). Vsi ti parametri, ki jih terenski test posredno oceni, so pomembni za neodvisnost in socialno vključenost osebe na invalidskem vozičku (Vanderthommen idr., 2002). Seveda pa je merjenje  $VO_2$  peak z laboratorijsko opremo (ergometrija) primernejše takrat, ko je potrebna natančna meritev.

## ■ Napovedovanje $VO_2$ peak s spremenljivkami mišično-skeletne kondicije in submaksimalno testiranje

V raziskavi Chang idr. (2019) so pokazali, da je mogoče  $VO_2$  peak pri paraplegikih dobro napovedati (81,1 % variance) tudi s preprostim antropometričnimi spremenljivkami in spremenljivkami mišično-skeletne kondicije (testi mišične jakosti, vzdržljivosti in gibljivosti zgornjih udov: test jakosti stiska pesti, test števila upogibov komolca v 2 min s 4 kg utežjo in test praskanja hrbta). Te spremenljivke se da izmeriti z dokaj poceni in lahko dostopnimi orodji – to je velika prednost, zlasti če ne potrebujemo natančne vrednosti  $VO_2$  peak ali če oseba ne želi oziroma zaradi omejitev ne more izvajati obremenilnega testiranja.

Če oseba ne želi ali ne more izvajati maksimalnega obremenilnega testiranja, se lahko izvede tudi submaksimalno testiranje. Prednost slednjega je, da se z njim izognemo nekaterim omejitvam pri maksimalnem obremenilnem testiranju, to je namreč pri posameznikih s PH verjetno omejeno zaradi perifernih dejavnikov, ki zahtevajo kombinacijo aerobne pripravljenosti in moči zgornjih okončin (Au idr., 2017; Lenton idr., 2008). V študijah so poročali, da se  $VO_2$  peak poveča s treningom moči pri PH, kar kaže, da so za izboljšanje rezultata

testiranja morda delno odgovorne mišične spremembe in ne aerobne izboljšave (Nash idr., 2007). Ena izmed možnosti submaksimalnega testiranja je napovedovanje  $VO_2$  peak s pomočjo porabe kisika ( $VO_2$ ) na pragu ventilacije (doseženem med ročno ergometrijo), kot so ugotovili v raziskavi Au idr. (2018). Prag ventilacije je opredeljen kot točka, pri kateri aerobni metabolizem ne prispeva več k celotni proizvodnji energije med vadbo (Myers idr., 2007). Določanje tega se pogosto uporablja za spremljanje telesne pripravljenosti in predpisovanje vadbe pri zdravih posameznikih ter tudi pri nekaterih športnikih s PH (Kodama idr., 2009; Ross idr., 2016). Po izsledkih raziskave Au idr. (2018) je to smiselno tudi pri nešportnih posameznikih s PH, saj je  $VO_2$  na pragu ventilacije v zelo močni korelaciji z  $VO_2$  peak, izmerjenim med ročno ergometrijo ( $r = 0,96$ ). Ta oblika testiranja predstavlja klinično pomembno alternativo za ocenjevanje kardiorespiratorne zmogljivosti, vendar je treba omeniti, da je bolj uporaben za posameznike s paraplegijo, saj se prag ventilacije pri posameznikih s tetraplegijo težje določi (v raziskavi so ga lahko določili le 68 % tetraplegikov).

Druga možnost submaksimalnega testiranja je 6-minutni test ročne ergometrije, ki so ga opisali Hol idr. (2007). Test vključuje šest minut submaksimalnega poganjanja ročnega ergometra pri konstantni izhodni moči (nastavljena tako, da v ustaljenem stanju izzove 60–70 % najvišjega starostno predvidenega srčnega utripa ali oceno 11–15 na Borgovi lestvici). Test je visoko ponovljiv za določanje  $VO_2$  v ustaljenem stanju (ICC = 0,81) ter ima dobro veljavnost, saj je bila korelacija med  $VO_2$  peak med ročno ergometrijo in  $VO_2$  med 6-minutnim testom zelo močna ( $r = 0,92$ ). Totosty de Zepetnek idr. (2016) so za napovedovanje  $VO_2$  peak iz  $VO_2$  doseženega na 6-minutnem testu, zapisali naslednjo enačbo:  $VO_2$  peak (ml/kg/min) =  $1,501 \times (VO_2) - 0,940$ . Korelacija med izmerjenim in izračunanim  $VO_2$  peak je bila v njihovi raziskavi zelo močna ( $r = 0,89$ ), med njima ni bilo statistično značilne razlike.

## ■ Neposredno merjenje $VO_2$ peak

Kot že omenjeno, je zlati standard za merjenje kardiorespiratorne zmogljivosti pri osebah s PH ročna ergometrija (Eerden idr., 2018), vendar preiskovanci pri poganjanju ročnega ergometra izvajajo neznan in

nefunkcionalen vzorec gibanja. To pa ne drži za ergometrijo na invalidskem vozičku, pri kateri se preiskovanci poganjajo na lastnem invalidskem vozičku in tako izvajajo gib, ki so ga vajeni. Poleg tega se pri tej ergometriji z uporabo valjčkov ali tekalne steze lahko spreminja tudi naklon, kar še bolj posnema vsakodnevne ovire invalidov, saj se pogosto srečujejo s klančinami (Hurd idr., 2009). Ta način testiranja je tako lahko tudi dober trening za posameznike na invalidskih vozičkih. V vključenih raziskavah, pri katerih je bila izvedena ergometrija na invalidskem vozičku (na motorizirani tekalni stezi ali na sistemu valjčkov), so ugotovili, da je ta visoko ponovljiva (ICC = 0,82 – Morgan idr., 2019; ICC = 0,84 – Gauthier idr., 2017) in veljavna ( $r = 0,84$  – Martel idr., 1991;  $r = 0,79$  – Morgan idr., 2019; Cooper idr., 1999; primerjano z ročno ergometrijo) za testiranje  $VO_2$ peak. Tudi Baumgart idr. (2020), ki so v svojem sistematičnem pregledu literature in metaanalizi pregledali 19 raziskav, ki so primerjale doseženi  $VO_2$ peak na invalidskem vozičku (na tekalni stezi ali na sistemu valjčkov) in pri ročni ergometriji, so ugotovili, da se z obema metodama doseže enak  $VO_2$ peak (ni bilo statistično značilne razlike). Avtorji so zaključili, da razlike v načinu poganjanja, vključno z možnimi razlikami pri vključenosti mišic trupa, očitno ne vplivajo na  $VO_2$ peak, zato se za njegovo testiranje ti dve metodi lahko uporabljata izmenljivo. Pomembno pa je poudariti, da se pri vrhunskih športnikih s PH priporoča (tako kot pri drugih vrhunskih športnikih (Steinach in Gunga, 2021)), da se pogoji testiranja prilagodijo posameznikovega športu za pridobitev čim bolj realne in relevantne vrednosti  $VO_2$ peak (Bernardi idr., 2010; Cooper idr., 1999). Pri športnikih, ki na primer dirkajo na invalidskih vozičkih, se svetuje izvajanje ergometrije na vozičku, pri tistih, ki se na primer ukvarjajo z namiznim tenisom, se lahko uporablja ročna ergometrija (Cooper idr., 1999).

Ena izmed možnosti testiranja  $VO_2$ peak je tudi testiranje v vodi, ki so ga izvedli Ogonowska-Slodownik idr. (2019). Testiranec je bil v vodi stabiliziran z elastičnim trakom in vzgonskim pasom, po potrebi je imel za dodaten upor v rokah uteži. Izvajal je tekoče gibanje z vso oživčeno miškulaturo (roke, trup, noge), test pa je bil z uporabo metronoma postopno stopnjevan do izčrpanosti. Na podlagi rezultatov te raziskave je takšno testiranje veljavno ( $r = 0,72$ , primerjano z ročno ergometrijo) in odlično ponovljivo ( $r = 0,93$ ). Poleg tega so – čeprav razlika ni bila statistično značilna – preisko-

vanci v vodi dosegli malenkost višje vrednosti  $VO_2$ peak kot pri testiranju z ročnim ergometrom na kopnem. Prednosti testiranja  $VO_2$ peak v vodi so, da slednja zagotavlja vzgon in omogoča aktivacijo vseh oživčenih mišičnih skupin v telesu (v nasprotju z ročnim ergometrom), tudi tistih, ki so zaradi poškodbe šibkejši (pri nepopolnih PH) in jih na kopnem preiskovanci ne bi mogli aktivirati. Avtorji zato predpostavljajo, da se s testiranjem v vodi lahko doseže resničen  $VO_2$ peak, vendar so potrebne nadaljnje raziskave, ki bi to potrdile –  $VO_2$ peak, dosežen v vodi, vendarle ni bil statistično značilno višji od  $VO_2$ peak, doseženega na kopnem.

Še ena izmed možnosti testiranja  $VO_2$ peak je testiranje med robotsko asistirano hojo s podporo telesne teže na tekalni stezi, kot so ugotovili Gorman idr. (2014), ki so testirali posameznike z nepopolno motorično PH med hojo v ekoskeletu Lokomat® (Hocoma). Ta način je ponovljiv ( $r = 0,96$ ) in veljaven ( $r = 0,87$ , primerjano z ročno ergometrijo). Veljavnost je bila boljša pri posameznikih s tetraparezo kot pri tistih s paraparezo (verjetno zato, ker imajo slednji normalno funkcijo zgornjih okončin in so se lahko bolj potrudili na ročnem ergometru kot na tekalni stezi, kjer so morali uporabljati paraparetične spodnje okončine) (Gorman idr., 2014). Tudi Jack idr. (2010) so primerjali  $VO_2$ peak, dosežen pri poganjanju ročnega ergometra, in  $VO_2$ peak, dosežen na tekalni stezi z uporabo ekoskeleta Lokomat®. Ponovljivost slednjega je bila tako kot pri raziskavi Gorman idr. (2014) odlična ( $r = 0,95$ ). So pa drugače od omenjene raziskave ugotovili, da je bil  $VO_2$ peak, dosežen z ekoskeletom Lokomat®, za 16 % višji kot pri ročni ergometriji ( $p = 0,016$ ) (pri raziskavi Gorman idr. (2014) je bilo obrnjen, vendar razlika ni bila statistično značilna). Razlog bi lahko bil v angažiranju večje mišične mase pri hoji kot pri poganjanju z rokami (Jack idr., 2010). Ker smo o testiranju z uporabo ekoskeleta Lokomat® našli samo ti dve raziskavi, ki se po rezultatih razlikujeta, bi bilo treba izvesti več raziskav, ki bi ugotovljale, ali hoja s pomočjo ekoskeleta Lokomat® na tekalni stezi izzove višji  $VO_2$ peak kot poganjanje ročnega ergometra (in ali je torej primernejša za oceno tega parametra). Tako testiranje je lahko uporabno, kadar želimo na primer ugotoviti  $VO_2$ peak pri posamezniku, ki zaradi prevelikega tonusa v mišicah zgornjih okončin ne more izvesti testiranja z ročnim ergometrom. Slabost pa je, da lahko ekoskelet za testiranje uporabimo le pri posameznikih z nepopolno poškodbo hrbtenjače, saj je nekaj aktiv-

nega premikanja potrebnega za doseg  $VO_2$ peak.

## ■ Vrednosti $VO_2$ peak in najvišje moči

Med pregledanimi raziskavami so se dejanske vrednosti doseženega  $VO_2$ peak precej razlikovale: od  $15,9 \pm 2,0$  ml/kg/min v raziskavi Morgan idr. (2019) do  $40,20 \pm 8,47$  ml/kg/min v raziskavi Bernardi idr. (2010). To je pričakovano ob tem, da so bili v nekatere raziskave vključeni sedentarni ali zmerno telesno aktivni posamezniki s PH, v nekatere pa vrhunski športniki (v raziskavi Bernardi idr. (2010) so bili preiskovanci paraolimpijci). Poleg tega so bile v raziskavah, pri katerih je bil delež tetraplegikov večji, vrednosti nižje – najnižje so bile v raziskavi Morgan idr. (2019), kjer je bilo 70 % tetraplegikov (pri večini preostalih raziskav je bila večina preiskovancev paraplegikov). Povprečne vrednosti  $VO_2$ peak so pri tetraplegikih nižje, saj imajo manj aktivne mišične mase – to pomeni tudi nižjo stopnjo porabe kisika, saj tega porabljajo le aktivne mišice za proizvodnjo energije za vzdrževanje telesne aktivnosti (Cooper idr., 1999; Simmons idr., 2014; Steinach in Gunga, 2021). Omenjeno se sklada s sistematičnim pregledom Eerden idr. (2018), v katerem navajajo, da so bile vrednosti  $VO_2$ peak najnižje pri netreniranih posameznikih s tetraplegijo, najvišje pa pri treniranih posameznikih s paraplegijo. Namen tega pregleda literature je bil povzeti in opredeliti uporabnost znanih maksimalnih in submaksimalnih laboratorijskih obremenilnih testov za ocenjevanje kardiorespiratorne zmogljivosti pri osebah s PH. Avtorji navajajo, da je za maksimalno testiranje kardiorespiratorne zmogljivosti pri osebah s PH morda najustreznejša ročna ergometrija, saj je bila največja moč (angl. »peak power output«) pri ročni ergometriji nekoliko večja kot pri ergometriji na vozičku, čeprav za  $VO_2$ peak med njima ni bilo statistično značilnih razlik. Pri raziskavah, ki smo jih pregledali in ki primerjajo rezultate merjenja parametrov kardiorespiratorne zmogljivosti med ročno ergometrijo in ergometrijo na invalidskem vozičku, je bila največja dosežena moč res nekoliko večja pri ročni ergometriji (Martel idr., 1991; Tørhaug idr., 2016), medtem ko pri  $VO_2$ peak in drugih parametrih kardiorespiratorne zmogljivosti (subjektivni občutek napora, najvišja srčna frekvenca, največja pljučna ventilacija, najvišji količnik izmenjave plinov – RER) ni bilo statistično značilnih razlik

(Martel idr., 1991; Tørhaug idr., 2016). Če nas torej pri testiranju zanima tudi največja dosežena moč, je s tega vidika bolje uporabiti ročno ergometrijo. Če pa nas zanima samo  $VO_2$  peak (in drugi parametri kardiorespiratorne zmogljivosti), sta obe metodi enako uporabni, vendar s to prednostjo ergometrije na invalidskem vozičku, da je gibanje pri njej do testirancev bolj prijazno, saj so ga bolj vajeni. Tudi Eerden idr. (2018) navajajo, da ergometrija na invalidskem vozičku poda relevantne informacije o funkcioniranju posameznika v vsakdanjem življenju (ter da je za submaksimalno testiranje bolj uporabna kot ročna ergometrija).

Vredno je omeniti, da je treba biti pri testiranju kardiorespiratorne zmogljivosti pozoren, da so pogoji čim bolj podobni. Na nekatere parametre, ki lahko vplivajo na rezultate testiranja in s tem na ponovljivost testa, ne moremo vplivati (na primer na dnevno variabilnost v jakosti, koordinaciji, koncentraciji in/ali motivaciji preiskovancev), na nekatere pa je težko vplivati oziroma imamo slab nadzor nad njimi, na primer na uživanje stimulansov (kava, tobak), stopnjo verbalne spodbude med preiskovanci in njihovo različno odzivanje nanjo ter stopnjo utrujenosti zaradi različnih dejavnikov, kot so kakovost spanca prejšnjo noč, stres, aktivnost čez dan in podobno (Currell in Jeukendrup, 2008; American College of Sports Medicine, 2013). Pomembno je biti pozoren na tiste parametre, na katere lahko vplivamo: na primer čas testiranja (testiranje ob istem delu dneva) in protokol (ki mora biti čim bolj podobno izveden kot pri prejšnjih testiranjih) (Gauthier idr., 2017). Pri terenskih testih moramo biti pozorni tudi na sestavo tal, saj različne površine povzročajo različna trenja, to pa lahko vpliva na rezultat testa (Vanderthommen idr., 2002).

## ■ Testiranje drugih spremenljivk kardiorespiratorne zmogljivosti

Večina pregledanih raziskav je poleg vrednosti  $VO_2$  peak vsaj delno poročala tudi o nekaterih drugih vrednostih kardiorespiratorne zmogljivosti. V raziskavi Bass idr. (2020), v kateri so primerjali 6-minutni test poganjanja in ročno ergometrijo, se vrednosti porabe kisika, saturacije krvi s kisikom in sistoličnega krvnega tlaka med testoma niso statistično značilno razlikovale. Najvišja srčna frekvenca, pljučna

ventilacija, proizvodnja ogljikovega dioksida, RER, subjektivni občutek napora in diastolični krvni pritisk pa so bili statistično značilno višji med ročno ergometrijo kot med 6-minutnim testom poganjanja. V raziskavi Morgan idr. (2019), pri kateri so primerjali ergometrijo na invalidskem vozičku in ročno ergometrijo, pa se vrednosti, merjene poleg  $VO_2$  peak (RER, najvišja srčna frekvenca in subjektivni občutek napora), med testoma niso razlikovale. Tudi Cooper idr. (1999) so ob primerjavi ergometrije na invalidskem vozičku in ročne ergometrije ugotovili, da se najvišja srčna frekvenca in najvišja minutna ventilacija med testoma nista razlikovali. V raziskavi Bass idr. (2020) lahko razlike v vrednostih omenjenih spremenljivk delno pripišemo različnim zahtevam v anaerobnem metabolizmu med testoma (Meyer idr., 2004): 6-minutni test poganjanja je test s fiksnim trajanjem in cikličnim nihanjem delovne obremenitve, medtem ko je ročna ergometrija stopnjevano testiranje s postopnim povečevanjem delovne obremenitve na vsako minuto oz. tri minute (običajno traja od osem do 12 minut). Med 6-minutnim testom mišične zahteve nenehno nihajo zaradi ciklične delovne obremenitve, ki jo povzročajo oblika poligona v obliki osmice, faze potiskanja in počitka ob poganjanju z invalidskim vozičkom ter učinki inercije, ki so posledica zaporednih faz pospeševanja in upočasnevanja na različnih delih osmice (Bass idr., 2020). Kadar so mišične zahteve minimalne, lahko aerobni metabolizem pretežno zadovoljuje energetske potrebe (Romijn idr., 1993). Zato se lahko v teh obdobjih zmanjša odvisnost od anaerobnega metabolizma, kar lahko zmanjša kopičenje mlečne kisline in metabolno acidozo skupaj s sproščanjem  $CO_2$  zaradi kompenzatorne hiperventilacije (Meyer idr., 2004). To bi lahko pojasnilo nižjo pljučno ventilacijo, proizvodnjo  $CO_2$  in RER med 6-minutnim testom poganjanja v primerjavi z ročno ergometrijo. Poleg tega so ta obdobja nižje intenzivnosti morda prispevala tudi k nižji najvišji srčni frekvenci in manjšemu subjektivnemu občutku napora. Druga ključna razlika med testoma je v tem, da je pri ročni ergometriji delovna obremenitev predpisana (število vrtljajev na minuto in upor na ergometru), medtem ko je pri 6-minutnem testu pod lastnim nadzorom. To lahko povzroči razlike v motivaciji in naprezanju (preiskovanci se morda med 6-minutnim testom ne poganjajo tako močno) ter posledično različne vrednosti prej omenjenih spremenljivk. Vendar je pomembno omeniti, da je bil RER

med obema testoma  $\geq 1,3$ , kar potrjuje, da sta oba povzročila maksimalni napor (American College of Sports Medicine, 2021).

## ■ Pomanjkljivosti IN priložnosti za nadaljnje raziskovanje

Raziskave, ki smo jih pregledali, so imele nekatere pomanjkljivosti. Na splošno je bil v vseh vzorec preiskovancev razmeroma majhen (največ 52 v raziskavi Tototy de Zepetnek idr. (2016)). Poleg tega je bilo v vseh veliko več moških preiskovancev (ali izključno moški preiskovanci); to je sicer pričakovano, saj je 80 % odraslih s poškodbo hrbtenjače moškega spola (Morgan idr., 2019). Večje število moških v raziskavah tako morda niti ni slabost, saj je vzorec bolj reprezentativen. Je pa slabost, da so v nekaterih raziskavah (Bernardi idr., 2010; Gauthier idr., 2017; Vanderthommen idr., 2002) vključili še uporabnike invalidskih vozičkov z drugimi patologijami (amputacijo spodnjih okončin, poliomielitisom, cerebralno paralizo in podobno), kar onemogoča posplošitev rezultatov samo na osebe s PH (čeprav je bil delež preiskovancev z drugimi patologijami majhen). V nekaterih raziskavah so na primer vključili samo paraplegike, kar onemogoča posplošitev na vse osebe s PH.

V prihodnosti bi bilo treba na področju veljavnosti in ponovljivosti testov za ocenjevanje kardiorespiratorne zmogljivosti oseb s PH izvesti več raziskav, ki bi imele večje velikosti vzorca in izvedene analize po podskupinah (na primer po spolu in glede na stopnjo poškodbe – paraplegija in tetraplegija). Poleg tega bi bilo dobro pri vseh raziskavah, ki ugotavljajo korelacijo med rezultatom terenskega testa in vrednostjo  $VO_2$  peak, sestaviti še regresijsko enačbo za napoved  $VO_2$  peak. V zvezi z ergometrijo v vodi so potrebne nadaljnje raziskave, ki bi potrdile veljavnost in ponovljivost ter morda večjo smiselnost takšnega testiranja v primerjavi z ročno ergometrijo. Treba bi bilo tudi preveriti, kako je z napovedjo  $VO_2$  peak s pomočjo antropometričnih spremenljivk in spremenljivk mišično-skeletne kondicije pri tetraplegikih. Dobro bi bilo izvesti več raziskav, ki bi primerjale doseženi  $VO_2$  peak pri ročni ergometriji in pri robotsko asistirani hoji s podporo telesne teže na tekalni stezi. Več raziskav bi se lahko izvedlo tudi na temo submaksimalnega testiranja in napovedovanja  $VO_2$  peak iz rezultata tega.

## ■ Zaključek

Posamezniki s PH so zaradi telesne nedeljavnosti izpostavljeni večjemu tveganju za kronične nenalezljive bolezni in umrljivosti zaradi njih, zato je nujno, da bi se pogostejše telesno udeleževali. Za predpisovanje učinkovitih programov aerobne vadbe in spremljanje vpliva rehabilitacije skozi čas je ocenjevanje kardiorespiratorne zmogljivosti ključnega pomena. Uveljavljena metoda za ocenjevanje te pri osebah s PH je merjenje  $VO_{2peak}$  z ročno ergometrijo, ki je ponovljiva in veljavna metoda, vendar ima nekatere omejitve, zaradi katerih je smiselno razmisliti tudi o drugih načinih testiranja in ocenjevanja  $VO_{2peak}$ . Posredno ga lahko ocenimo na primer z uporabo rezultata večstopenskega terenskega testa poganjanja in 6-minutnega terenskega testa poganjanja, ki sta veljavna in ponovljiva za oceno  $VO_{2peak}$ . Čeprav z njima ne moremo povsem natančno napovedati  $VO_{2peak}$ , sta lahko zelo uporabna, saj sta z vidika cene, časa in potrebnih sredstev manj zahtevna od laboratorijskega testiranja, poleg tega pa omogočata celostno oceno mobilnosti osebe na invalidskem vozičku. Pri laboratorijskem testiranju je poleg ročne ergometrije zelo uporabna ergometrija na invalidskem vozičku. Je veljavna in ponovljiva za merjenje  $VO_{2peak}$ , poleg tega preiskovanci – v nasprotju z ročno ergometrijo – izvajajo znan in funkcionalen vzorec gibanja, na napravi pa se lahko med drugim spreminja naklon (kar posnema klančine v vsakdanjem življenju invalidov). Je pa treba omeniti, da je največja dosežena moč večja pri ročni ergometriji. Če nas torej pri testiranju zanima tudi ta parameter, je s tega vidika boljše uporabiti ročno ergometrijo. Če pa nas zanima samo  $VO_{2peak}$  (in drugi parametri kardiorespiratorne zmogljivosti), sta obe metodi enako uporabni, saj v pregledanih raziskavah ni bilo statistično značilnih razlik. Tudi laboratorijsko testiranje  $VO_{2peak}$  v vodi je veljavno in ponovljivo, poleg tega voda zagotavlja vzgon in omogoča aktivacijo vseh oživčenih mišičnih skupin v telesu. Za posameznike z nepopolno poškodbo hrbtnjače je uporabno tudi testiranje med robotsko asistirano hojo s podporo telesne teže na tekalni stezi. Kadar oseba ne želi ali ne more izvajati maksimalnega testiranja, lahko  $VO_{2peak}$  dokaj dobro napovemo tudi s preprostimi antropometričnimi spremenljivkami in spremenljivkami mišično-skeletne kondicije ali pa se izvede submaksimalno testiranje (na primer 6-minutni test ročne ergometrije in napoved  $VO_{2peak}$  iz

$VO_{2peak}$  v ustaljenem stanju ali napoved  $VO_{2peak}$  s pomočjo  $VO_{2peak}$  na pragu ventilacije).

## ■ Literatura

- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual*. Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2021). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Wolters Kluwer.
- Au, J. S., Sithamparapillai, A., Currie, K. D., Krassioukov, A. V., MacDonald, M. J. in Hicks, A. L. (2018). Assessing Ventilatory Threshold in Individuals With Motor-Complete Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(10), 1991–1997. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.05.015>
- Au, J. S., Totosy DE Zepetnek, J. O. in Macdonald, M. J. (2017). Modeling Perceived Exertion during Graded Arm Cycling Exercise in Spinal Cord Injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(6), 1190–1196. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001203>
- Bass, A., Brosseau, R., Décar, S., Gauthier, C. in Gagnon, D. H. (2020). Comparison of the 6-Min Propulsion and Arm Crank Ergometer Tests to Assess Aerobic Fitness in Manual Wheelchair Users With a Spinal Cord Injury. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 99(12), 1099–1108. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001534>
- Baumgart, J. K., Brurok, B. in Sandbakk, Ø. (2020). Comparison of Peak Oxygen Uptake Between Upper-Body Exercise Modes: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 11, 412. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00412>
- Bernardi, M., Guerra, E., Di Giacinto, B., Di Cesare, A., Castellano, V. in Bhambhani, Y. (2010). Field Evaluation of Paralympic Athletes in Selected Sports: Implications for Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6), 1200–1208. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c67d82>
- Chang, J. S., Lee, Y. H. in Kong, I. D. (2019). Predictive factors of peak aerobic capacity using simple measurements of anthropometry and musculoskeletal fitness in paraplegic men. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(6), 925–933. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08531-6>
- Cooper, R., O'Connor, T., Robertson, R., Langbein, W. in Baldini, F. (1999). An investigation of the exercise capacity of the Wheelchair Sports USA team. *Assistive Technology*, 11(1), 34–42. <https://doi.org/10.1080/10400435.1999.10131983>
- Cowan, R., Callahan, M. in Nash, M. (2012). The 6-min Push Test Is Reliable and Predicts Low Fitness in Spinal Cord Injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(10), 1993–2000. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31825cb3b6>
- Currie, K. D., West, C. R., Hubli, M., Gee, C. M. in Krassioukov, A. V. (2015). Peak heart rates and sympathetic function in tetraplegic nonathletes and athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(6), 1259–1264. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000514>
- Eerden, S., Dekker, R. in Hettinga, F. J. (2018). Maximal and submaximal aerobic tests for wheelchair-dependent persons with spinal cord injury: a systematic review to summarize and identify useful applications for clinical rehabilitation. *Disability and Rehabilitation*, 40(5), 497–521. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1287623>
- Engelking, L. R. (2015). Exercise ( $V'O_2(max)$  and RQ). V *Textbook of Veterinary Physiological Chemistry* (str. 493–497). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391909-0.50078-5>
- Froehlich-Grobe, K., Jones, D., Businelle, M. S., Kendzor, D. E. in Balasubramanian, B. A. (2016). Impact of disability and chronic conditions on health. *Disability and Health Journal*, 9(4), 600–608. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2016.04.007>
- Gauthier, C., Arel, J., Brosseau, R., Hicks, A. L. in Gagnon, D. H. (2017). Reliability and minimal detectable change of a new treadmill-based progressive workload incremental test to measure cardiorespiratory fitness in manual wheelchair users. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 40(6), 759–767. <https://doi.org/10.1080/10790268.2017.1369213>
- GBD 2016 Traumatic Brain Injury and Spinal Cord Injury Collaborators. (2019). Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet. Neurology*, 18(1), 56–87. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30415-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30415-0)
- Gorman, P. H., Geigle, P. R., Chen, K., York, H. in Scott, W. (2014). Reliability and relatedness of peak  $VO_2$  assessments during body weight supported treadmill training and arm cycle ergometry in individuals with chronic motor incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*, 52(4), 287–291. <https://doi.org/10.1038/sc.2014.6>
- Hol, A. T., Eng, J. J., Miller, W. C., Sproule, S. in Krassioukov, A. V. (2007). Reliability and validity of the six-minute arm test for the evaluation of cardiovascular fitness in people with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(4), 489–495. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.12.044>
- Hurd, W. J., Morrow, M. M. B., Kaufman, K. R. in An, K.-N. (2009). Wheelchair propulsion demands during outdoor community ambulation. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*,



- 19(5), 942–947. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.05.001>
20. Jack, L. P., Purcell, M., Allan, D. B. in Hunt, K. J. (2010). Comparison of peak cardiopulmonary performance parameters during robotics-assisted treadmill exercise and arm crank ergometry in incomplete spinal cord injury. *Technology and Health Care: Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 18(4–5), 285–296. <https://doi.org/10.3233/THC-2010-0591>
21. Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., Sugawara, A., Totsuka, K., Shimano, H., Ohashi, Y., Yamada, N. in Sone, H. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*, 301(19), 2024–2035. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.681>
22. Martel, G., Noreau, L. in Jobin, J. (1991). Physiological responses to maximal exercise on arm cranking and wheelchair ergometer with paraplegics. *Spinal Cord*, 29(7), 447–456. <https://doi.org/10.1038/sc.1991.61>
23. Meyer, T., Faude, O., Scharhag, J., Urhausen, A. in Kindermann, W. (2004). Is lactic acidosis a cause of exercise induced hyperventilation at the respiratory compensation point? *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), 622–625. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.007815>
24. Morgan, K. A., Taylor, K. L., Tucker, S. M., Cade, W. T. in Klaesner, J. W. (2019). Exercise testing protocol using a roller system for manual wheelchair users with spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 42(3), 288–297. <https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1443542>
25. Myers, J., Lee, M. in Kiratli, J. (2007). Cardiovascular disease in spinal cord injury: an overview of prevalence, risk, evaluation, and management. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 86(2), 142–152. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31802f0247>
26. Nash, M. S., van de Ven, I., van Elk, N. in Johnson, B. M. (2007). Effects of circuit resistance training on fitness attributes and upper-extremity pain in middle-aged men with paraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.003>
27. Ogonowska-Slodownik, A., Geigle, P., Gorman, P., Slodownik, R. in Scott, W. (2019). Aquatic, deep water peak VO2 testing for individuals with spinal cord injury. *Journal of spinal cord medicine*, 42(5), 631–638. <https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1559494>
28. Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E. in Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *The American Journal of Physiology*, 265(3 Pt 1), E380–391. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1993.265.3.E380>
29. Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J.-P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., Wisløff, U., American Heart Association Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health, Council on Clinical Cardiology, Council on Epidemiology and Prevention, ... Stroke Council. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653–e699. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461>
30. Simmons, O. L., Kressler, J. in Nash, M. S. (2014). Reference Fitness Values in the Untrained Spinal Cord Injury Population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(12), 2272–2278. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.06.015>
31. Steinach, M. in Gunga, H.-C. (2021). Exercise physiology. V *Human Physiology in Extreme Environments* (str. 81–122). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815942-2.00003-1>
32. Strasser, B. in Burtcher, M. (2018). Survival of the fittest: VO2max, a key predictor of longevity? *Frontiers in Bioscience (Landmark Edition)*, 23(8), 1505–1516. <https://doi.org/10.2741/4657>
33. Tørhaug, T., Brurok, B., Hoff, J., Helgerud, J. in Leivseth, G. (2016). Arm Crank and Wheelchair Ergometry Produce Similar Peak Oxygen Uptake but Different Work Economy Values in Individuals with Spinal Cord Injury. *BioMed Research International*, 2016, 5481843. <https://doi.org/10.1155/2016/5481843>
34. Totosty de Zepetnek, J. O., Au, J. S., Hol, A. T., Eng, J. J. in MacDonald, M. J. (2016). Predicting peak oxygen uptake from submaximal exercise after spinal cord injury. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*, 41(7), 775–781. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0670>
35. van Drongelen, S., de Groot, S., Veeger, H. E. J., Angenot, E. L. D., Dallmeijer, A. J., Post, M. W. M. in van der Woude, L. H. V. (2006). Upper extremity musculoskeletal pain during and after rehabilitation in wheelchair-using persons with a spinal cord injury. *Spinal Cord*, 44(3), 152–159. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101826>
36. Vanderthommen, M., Francaux, M., Colinet, C., Lehance, C., Lhermerout, C., Crielaard, J. in Theisen, D. (2002). A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39(6), 685–692.
37. Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, T. in Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation: Official Journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, 12(2), 102–114. <https://doi.org/10.1097/01.hjr.0000161551.73095.9c>
38. Vinet, A., Bernard, P.-L., Poulain, M., Varray, A., Gallis, D. L. in Micallef, J.-P. (1996). Validation of an incremental field test for the direct assessment of peak oxygen uptake in wheelchair-dependent athletes. *Spinal Cord*, 34(5), 288–293. <https://doi.org/10.1038/sc.1996.52>
39. World Health Organization. (2024). *Spinal cord injury*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>

dr. Žiga Kozinc, doc.  
Univerza na Primorskem,  
Fakulteta za vede o zdravju  
ziga.kozinc@fvz.upr.si



Brina Oblak,  
Žiga Kozinc

## Spremembe morfoloških in arhitekturnih značilnosti zadnjih stegenjskih mišic po vadbeni intervenciji

### Izvleček

Poškodba zadnjih stegenjskih mišic (ZSM) je med najpogostejšimi v športu. Na dovzetnost za te poškodbe med drugim vplivajo arhitekturne značilnosti mišice, med katere spadajo dolžina in penacijski kot mišičnih fasciklov ter prečni presek, debelina in volumen mišice. Te značilnosti je mogoče spremeniti z različnimi dražljaji, vključno z vadbo proti uporu. Namen sistematičnega pregleda je bil proučiti in predstaviti razpoložljivo literaturo o vplivu različnih vadbenih intervencij na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM. Literaturo smo iskali aprila 2024 po podatkovnih zbirkah PubMed, Web of Science, Cochrane library in Scopus. Kakovost izbranih virov smo ocenili z lestvico PEDro. V pregled smo vključili 14 raziskav s primerjalno ali kontrolno skupino, ki so preučevale vpliv vadbenih intervencij na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM. Kakovost vključenih študij je segala od slabe do dobre, pri čemer je bila ena raziskava slabe kakovosti, sedem jih je bilo srednje kakovosti in šest dobre kakovosti. V 12 od 14 raziskav so avtorji ugotovili, da ekscentrična vadba učinkovito podaljša mišične fascikle ZSM. Štiri študije so pokazale, da prekinitev vadbe povzroči ponovno skrajšanje fasciklov dolge glave dvoglave stegenjske mišice (BFH). V devetih od 13 raziskav se je penacijski kot BFH zmanjšal, v eni pa so poročali o povečanju. Po prekinitvi vadbe se pri dveh raziskavah penacijski kot ni spremenil, pri eni so zaznali zmanjšanje in pri eni povečanje. V sedmih izmed 14 raziskav so poročali o povečanju volumna, debeline ali prečnega preseka BFH. Za določitev spremenljivk vadbe, pri katerih je ta najučinkovitejša, so potrebne nadaljnje raziskave.

*Ključne besede:* vadba proti uporu, dolžina mišičnih fasciklov, penacijski kot, debelina, volumen



## Changes in the morphological and architectural characteristics of the hamstrings muscles after exercise intervention

### Abstract

Hamstring injury is one of the most common injuries in sports. Susceptibility to these injuries is influenced by the muscle's architectural characteristics, including fascicle length and pennation angle, muscle thickness, volume and cross-sectional area. These characteristics can be modified by various stimuli, including resistance training. This systematic review aimed to examine and present available literature on the effects of different exercise interventions on architectural and morphological characteristics of the hamstring muscles. The search was conducted in PubMed, Web of Science, Cochrane Library and Scopus in April 2024. Quality of the literature was assessed using the PEDro scale. We included 14 studies with comparative or control groups, which investigated the effects of exercise interventions on architectural and morphological characteristics of the hamstring muscles. The quality of the included studies ranged from poor to good; one study was of poor, seven were of moderate, and six were of good quality. In 12 out of 14 studies, eccentric exercise effectively lengthened the muscle fascicles of the hamstrings. Four studies found that a detraining period caused re-shortening of the biceps femoris long head (BFH) fascicles. In nine out of 13 studies, pennation angle of the BFH decreased, while one study reported an increase. After detraining, two studies found no change in the pennation angle, one found a decrease, and one an increase. Seven out of 14 studies observed an increase in volume, thickness, or cross-sectional area of the BFH. Further research is needed to determine the most effective training variables.

*Keywords:* resistance training, muscle fascicle length, pennation angle, thickness, volume

## ■ Uvod

Arhitekturne značilnosti mišic, med katere spadajo dolžina in penacijski kot mišičnih fasciklov ter prečni presek, debelina in volumen mišice (Timmins, Shield idr., 2016), lahko izmerimo na različne načine. Ena izmed metod je slikanje z magnetno resonanco (Timmins, Shield idr., 2016). Visoka ločljivost slik omogoča prepoznavanje lastnosti posameznih mišic, s čimer lahko določimo oziroma izračunamo morfološke parametre, kot sta volumen in prečni presek mišice (Timmins, Shield idr., 2016). Magnetna resonanca z difuznim tenzorjem pa je bila dokazana kot zanesljiva metoda za določanje dolžine fasciklov, penacijskega kota in prečnega preseka (Okamoto idr., 2010; Sinha in Sinha, 2011). Cenejša, enostavnejša in pogostejše uporabljena metoda ocenjevanja arhitekturnih značilnosti mišic je slikanje z ultrazvokom (Kwah idr., 2013; Narici, 1999). Z dvodimenzionalnim slikanjem lahko izmerimo dolžino mišičnih fasciklov, penacijski kot in debelino mišice (Blazevich idr., 2006). Dvodimenzionalni ultrazvok omogoča zajetje enojne slike in slike z razširjenim vidnim poljem (angl. *extended field of view*) (Franchi idr., 2018). Enojna slika je običajno manjša (4–6 cm) in ne omogoča zajetja celotne dolžine mišičnih fasciklov (Blazevich idr., 2006; Franchi idr., 2018). V tem primeru je potrebna ocena dolžine fasciklov z metodami ekstrapolacije različnih linearnih približkov na podlagi izmerjenih vrednosti debeline mišice in penacijskega kota (Blazevich idr., 2006; Kellis idr., 2009). Nekoliko zanesljivejše je slikanje z razširjenim vidnim poljem (Franchi idr., 2018), ki je pri dolgi glavi dvoglave stegenske mišice (angl. *biceps femoris long head* – v nadaljevanju: BFlh) pokazalo odlično ponovljivost (Seymore idr., 2017).

Poškodba zadnjih stegenjskih mišic (v nadaljevanju: ZSM) je ena izmed najpogostejših pri nogometu, ragbiju, ameriškem in avstralskem nogometu ter sprintu (Biz idr., 2021; Brooks idr., 2006; Elliott idr., 2011; Kerkhoffs idr., 2013; Orchard in Seward, 2002; Timmins idr., 2015; Yeung idr., 2009), za katero je značilna zelo visoka stopnja tveganja za ponovitev poškodbe, te se pojavijo v 16–54 % primerov (Arnason idr., 2008; Ekstrand idr., 2012; Hägglund idr., 2013; J. W. Orchard idr., 2013). Izmed ZSM je najpogostejše poškodovana BFlh (Bourne idr., 2017). Poškodba pogosto nastane pri teku pri velikih hitrostih, predvsem v končni fazi zamaha, saj je takrat mišica v raztegnjenem položaju in je sočasno podvržena velikim

ekscentričnim obremenitvam (Heiderscheit idr., 2005; Schache idr., 2009). Na dozvetnost za poškodbe med drugim vplivajo arhitekturne značilnosti mišice (Brockett idr., 2004). Od teh so odvisni tudi dolžina mišice, največja proizvedena sila, odnos med silami in hitrost mišične kontrakcije (Lieber in Fridén, 2000). Dolžina mišičnih fasciklov je povezana z odnosoma med silo in hitrostjo ter silo in dolžino, ki neposredno vplivata na funkcijo mišice (Medeiros idr., 2020).

Dokazano je bilo, da so mišični fascikli po poškodbi BFlh krajši in penacijski kot večji v primerjavi z nepoškodovano mišico (Timmins idr., 2015). To je lahko tudi eden izmed razlogov za večjo verjetnost ponovne poškodbe pri predhodno poškodovanih mišicah (Brooks idr., 2006). To potrjuje navedba, da je bila pri profesionalnih nogometaših z mišičnimi fascikli, krajšimi od 10,56 cm, ugotovljena za približno štirikrat večja verjetnost poškodbe ZSM kot pri športnikih z daljšimi fascikli (Timmins, Bourne idr., 2016). Avtorji so poleg tega zaznali, da se je pri vsakem podaljšanju fasciklov za 0,5 cm verjetnost poškodbe zmanjšala za približno 74 %. Glavna razlaga za večje tveganje za poškodbo pri krajših mišičnih fasciklih je manjše število zaporednih sarkomer v mišičnem vlaknu (Marchiori idr., 2022). To poveča možnost, da se mišica pri velikem raztegu preobremeni in poškoduje zaradi močnih ekscentričnih kontrakcij (Marchiori idr., 2022), kakršne opazimo v končni fazi zamaha pri teku pri velikih hitrostih (Heiderscheit idr., 2010). Nasprotno, več zaporednih sarkomer v mišičnem vlaknu izboljša sposobnost mišice za proizvodnjo sile pri večjih dolžinah (Brockett idr., 2001).

Arhitekturne značilnosti mišice so prilagodljive in jih je mogoče spremeniti z različnimi dražljaji (Timmins, Shield idr., 2016). Kot možnost preventive in rehabilitacije po poškodbi ZSM je med najbolj raziskovanimi pristopi ekscentrična vadba. Ta naj bi med drugim podaljšala mišične fascikle (Medeiros idr., 2020) in zmanjšala verjetnost za poškodbo (Goode idr., 2015). Pregled literature iz leta 2016 je pokazal, da koncentrična vadba proti uporabi povzroči povečanje penacijskega kota s hipertrofijo, medtem ko so učinki ekscentrične vadbe proti uporabi na penacijski kot bolj variabilni, in sicer se ta lahko poveča oziroma zmanjša ali pa pri njem ni sprememb (Ema idr., 2016). Povečanje penacijskega kota velja za strategijo varčevanja s prostorom, ki omogoča umešitev mišičnih vlaken z večjim premerom

v omejen prostor med aponevrozami (Ema idr., 2016). Funkcionalni pomen zmanjšanja penacijskega kota po ekscentrični vadbi pa je trenutno nejasen in zahteva nadaljnje raziskave (Marušič idr., 2020).

Vpliv ekscentrične vadbe na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM je tema čedalje več raziskav, a kljub temu na tem področju pogrešamo članek, ki bi na enem mestu povzel vplive različnih vadbenih intervencij. Namen našega sistematičnega pregleda je bil torej pregledati in predstaviti razpoložljivo literaturo s področja vpliva različnih vadbenih intervencij na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM.

## ■ Metode

### Iskalna strategija

Do literature o naprednih metodah za vrednotenje morfoloških in arhitekturnih značilnosti mišic smo dostopali aprila 2024 prek elektronskih podatkovnih zbirk PubMed, Web of Science, Cochrane library in Scopus. Uporabili smo naslednji iskalni niz: (morpholog\* OR structur\* OR architecture OR fascicle length OR pennation angle OR volume OR cross-section) AND (change OR adaptation) AND hamstring AND (injury OR rehabilitation). V zbirkah Cochrane library in Scopus smo vire z iskalnim nizom iskali po naslovu, povzetku in ključnih besedah. Zadetke, pridobljene z iskalnim nizom, smo uvozili v brezplačni program Zotero (6.0.36). V programu smo odstranili dvojnike, zadetke pregledali na podlagi naslova in povzetka ter izločili neustrezne. Nato smo preverili dostopnost raziskav s celotnim besedilom in izločili tiste, do katerih ni bilo mogoče dostopati v celoti. Po pregledu raziskav z dostopnim celotnim besedilom smo na podlagi vključitvenih in izključitvenih meril izločili neustrezne.

### Vključitveni in izključitveni kriteriji

Z orodjem PICOS (Methley idr., 2014) smo določili vključitvene in izključitvene kriterije, predstavljene v Tabeli 1. Poleg tega smo se omejili na literaturo, objavljeno v zadnjih desetih letih.

### Ocena kakovosti raziskav

Metodološko kakovost raziskav smo ocenili za lestvico PEDro. S to smo jim dodelili oceno 1–10, pri čemer ocene 1–3 predstavljajo slabo kakovost, 4 in 5 pomenita srednjo kakovost, raziskave, ocenjene s 6–8, so dobre

Tabela 1.

Vključitveni in izključitveni kriteriji

PICOS	Vključitveni kriteriji	Izključitveni kriteriji
P (population)	Zdravi posamezniki, športniki in nešportniki vseh starosti, brez poškodb ZSM ali po njej	Posamezniki po poškodbi ACL ali z drugimi patologijami (osteoartritis, cerebralna paraliza, poškodbe hrbtenjače)
I (intervention)	Različne oblike vadbenih intervencij (ekscetrična, koncentrična, izometrična, izoinerzijska vadba ...)	Brez vadbene intervencije
C (comparison)	Primerjalna vadbeno intervencija, kontrolna skupina	Primerjava vpliva različnih količin intervencije
O (outcome)	Mišična arhitektura in morfologija ZSM (dolžina mišičnih fascioklov, penacijski kot, prečni preseki, volumen, debelina mišice)	Opazovana samo mišična jakost ali zmogljivost, arhitekturne in morfološke značilnosti, spremljanje le med izvajanjem vadbe
S (study design)	Intervencijske študije s primerjalno ali kontrolno skupino, randomizirane kontrolirane študije	Sistematični pregledi, komentarji, pisma uredniku, študije primera, izvlečki konferenc

Legenda: ACL – sprednja križna vez (angl. anterior cruciate ligament), ZSM – zadnje stegenske mišice

kakovosti, tiste z ocenama 9 in 10 pa odlične kakovosti (Cashin in McAuley, 2020).

## Rezultati

### Povzetek iskanja literature

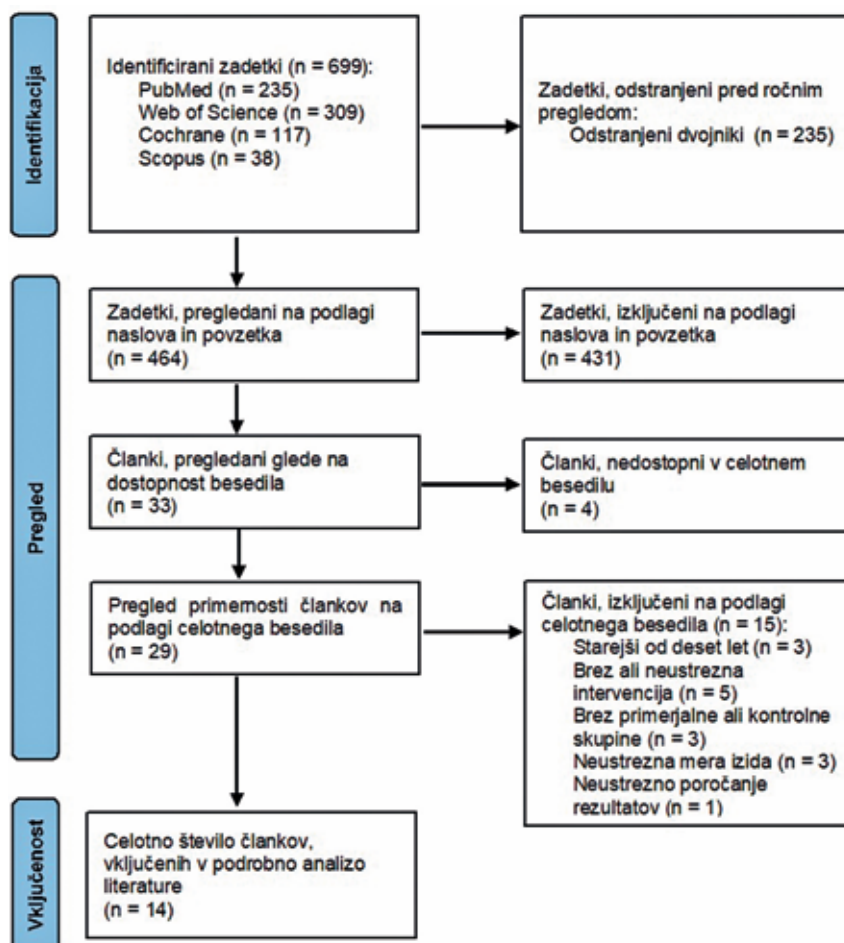
Z uporabo iskalnega niza smo iz podatkovnih zbirk pridobili 699 zadetkov. Odstranili smo 235 dvojnikov ter na podlagi naslova in povzetka pregledali 464 zadetkov, od tega smo jih izločili 431. Izmed preostalih 33 nam štirih ni uspelo pridobiti v celoti. Preostale raziskave smo pregledali v celoti ter na podlagi vključitvenih in izključitvenih kriterijev izločili 15 neustreznih. V sistematični pregled smo tako vključili 14 raziskav. Potek zbiranja in izključevanja literature je povzet na diagramu poteka pregleda literature po sistemu PRISMA na Sliki 1.

V sistematični pregled smo vključili 14 intervencijskih raziskav s primerjalno ali kontrolno skupino, v katerih je skupno sodeloval 401 preiskovanec. V vseh raziskavah so ugotavljali vpliv različnih intervencij vadbe proti uporabi na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM. Pri štirih raziskavah (Marušič idr., 2020; Ribeiro-Alvares idr., 2018; Seymore idr., 2017; Özdamar idr., 2022) so raziskovalci vadbeno intervencijo primerjali s pasivno kontrolno skupino, medtem ko so v preostalih desetih primerjali različne vadbene pristope (Bourne idr., 2017; Carmichael idr., 2022; Duhig idr., 2019; Guex idr., 2016; Marchiori idr., 2022; Pollard idr., 2019; Presland idr., 2020; Suskens idr., 2023; Timmins idr., 2021; Timmins, Ruddy idr., 2016). Intervencije so trajale od najmanj treh (Guex idr., 2016) do 39 tednov (Timmins idr., 2021). V štirih raziskavah so bili vključeni tako moški kot ženske (Guex idr., 2016; Marušič idr., 2020; Ribeiro-Alvares idr., 2018; Seymore idr., 2017), medtem ko so bili

v preostalih desetih vključeni le moški preiskovanci (Bourne idr., 2017; Carmichael idr., 2022; Duhig idr., 2019; Marchiori idr., 2022; Pollard idr., 2019; Presland idr., 2020; Suskens idr., 2023; Timmins idr., 2016; Timmins idr., 2021; Özdamar idr., 2022). V Preglednici 2 so predstavljene osnovne značilnosti in ugotovitve raziskav.

### Ocena kakovosti

Kakovost vključenih raziskav je segala od slabe do dobre, pri čemer je bila ena raziskava slabe kakovosti (Seymore idr., 2017), sedem jih je bilo srednje kakovosti (Bourne idr., 2017; Guex idr., 2016; Marušič idr., 2020; Pollard idr., 2019; Ribeiro-Alvares idr., 2018; Timmins idr., 2021; Özdamar idr., 2022) in



Slika 1. Diagram poteka pregleda literature po sistemu PRISMA (prirejeno po Page idr., 2021)

Tabela 2.  
Značilnosti in glavne ugotovitve raziskav

Avtor in leto	Ocena PEDro	Preiskovanci	Intervencija	Mera izida	Glavne ugotovitve
(Özdamar idr., 2022)	4/10	Sedentarno aktivni moški N = 40 (20 ES; 20 KS) Starost = 18–30 let Teža (kg) = 74,0 ± 2,8 ES; 74,0 ± 2,3 KS Višina (cm) = ni navedeno	ES: nordijska vaja KS: ni navedeno 10 tednov, stopnjevanje od 1 x tedensko 2 x 5 ponovitev do 3 x tedensko 3 x 12-10-8 ponovitev	Dolžina, penaciji- Penacijski kot BFH: SZ povečanje v ES (p = 0,002) po 9 tednih nordijske vaje in SZ manjši penacijski po 10 tednih ski kot fasciklov prekritivne vadbe (p = 0,0001) kot po koncu intervencije. Površina BFH: SZ povečanje v ES (p = 0,006) po 9 tednih nordijske vaje in SZ manjša površina po 10 tednih prekritivne vadbe (p = 0,0001) kot po koncu intervencije. Dolžina fasciklov BFH: brez SZ sprememb.	
(Ribeiro-Alvares idr., 2018)	4/10	Telesno aktivni moški in ženske N = 20 (10 ES; 10 KS) Starost = 23,7 ± 3,3 ES; 26,0 ± 2,7 KS Teža (kg) = 59,1 ± 12,8 ES; 63,7 ± 11,1 KS Višina (cm) = 165,1 ± 9,0 ES; 166,4 ± 7,2 KS	ES: nordijska vaja KS: brez intervencije 4 tedne, 2 x tedensko, stopnjevanje od 3 x 6 ponovitev do 3 x 10 ponovitev	Dolžina, penaciji- Dolžina fasciklov BFH: SZ povečanje v ES (p < 0,001, d = 2,77). ski kot fasciklov Penacijski kot BFH: SZ zmanjšanje v ES (p < 0,001, d = 1,27). in debelina BFH: Debelina BFH: brez SZ sprememb.	
(Seymore idr., 2017)	3/10	Rekreativno aktivni moški in ženske N = 20 (10 ES; 10 KS) Starost = 18,3 ± 0,5 ES; 19,9 ± 1,2 KS Teža (kg) = 71,3 ± 15,9 ES; 64,1 ± 12,1 KS Višina (cm) = 170 ± 10 ES; 160 ± 10 KS	ES: nordijska vaja KS: brez intervencije 6 tednov, stopnjevanje od 2 x 5 ponovitev 1 x tedensko in volumen BFH: Penacijski kot BFH: brez SZ sprememb. do 3 x 12-10-8 ponovitev 3 x tedensko	Dolžina, penaciji- Volumen BFH: SZ povečanje v ES (p < 0,05, d = 1,63). ski kot fasciklov Dolžina fasciklov BFH: brez SZ sprememb. in volumen BFH: Penacijski kot BFH: brez SZ sprememb.	
(Marušič idr., 2020)	4/10	Rekreativno aktivni moški in ženske N = 34 (18 ES; 16 KS) Starost = 24,2 ± 2,1 ES; 23,0 ± 2,8 KS Teža (kg) = 73,0 ± 14,3 ES; 75,1 ± 15,1 KS Višina (cm) = 177 ± 9 ES; 179 ± 7 KS	ES: modificirana nordijska vaja (75° upogiba kolka) in drsna vaja (angl. glide) z utežjo KS: brez intervencije 6 tednov, 12 vadbenih enot, stopnjevanje od 2 x 5 ponovitev do 3 x 8 ponovitev	Dolžina, penaciji- Dolžina fasciklov BFH: SZ podaljšanje v ES (p < 0,01, d = 1,12). ski kot fasciklov Penacijski kot BFH: SZ zmanjšanje v ES (p < 0,01, d = 1,31). in debelina BFH: Debelina BFH: brez SZ sprememb.	
(Duhig idr., 2019)	6/10	Rekreativno aktivni moški N = 30 (15 ES1; 15 ES2) Starost = 23,7 ± 4,8 ES1; 22,7 ± 3,9 ES2 Teža (kg) = 83,8 ± 14,6 ES1; 86,2 ± 15,4 ES2 Višina (cm) = 181,3 ± 6,9 ES1; 178,3 ± 5,8 ES2	ES1: nordijska vaja z utežjo ES2: enonožni koncentrični upogib kolena na trenajažerjski kot fasciklov različka med skupinama (p < 0,001, d = 2,57). 5 tednov, 9 vadbenih enot, stopnjevanje od 2 x 6 ponovitev do 2 x 6 ponovitev vitev do 5 x 6 ponovitev	Dolžina, penaciji- Dolžina fasciklov BFH: SZ podaljšanje v ES1 (p < 0,001, d = 2,0) in SZ skrajšanje v ES2 (p < 0,001, d = 0,92). SZ različka med skupinama (p < 0,001, d = 2,57). Penacijski kot BFH: SZ zmanjšanje v ES1 (p < 0,001, d = 0,52) in SZ povečanje v ES2 (p < 0,001, d = 1,69). SZ različka med skupinama (p < 0,001, d = 2,07). Debelina BFH: SZ povečanje v ES1 (p < 0,001, d = 0,73) in ES2 (p = 0,005, d = 0,43). brez SZ razlik med skupinama (p = 0,868, d = 0,03).	
(Timmins, Ruddy idr., 2016)	6/10	Rekreativno aktivni moški N = 28 (14 ES1; 14 ES2) Starost = 21,2 ± 2,7 ES1; 23,4 ± 5,1 ES2 Teža (kg) = 77,9 ± 9,3 ES1; 76,2 ± 7,1 ES2 Višina (cm) = 181 ± 6 ES1; 181 ± 7 ES2	ES1: ekscentrična vadba na izokinetičnem dinamometru ES2: koncentrična vadba na izokinetičnem dinamometru 6 tednov, stopnjevanje od 4 x 6 ponovitev 2 x tedensko do 6 x 8 ponovitev 3 x tedensko	Dolžina, penaciji- Dolžina fasciklov BFH: SZ podaljšanje v ES1 (p < 0,05, d = 2,6–2,98) in SZ skrajšanje v ES2 (p < 0,05, d = -1,62–(-0,96)). Po 4-tedenski prekritivni vadbe se je dolžina v ES1 SZ zmanjšala (p < 0,05, d = -1,73–(-1,55)) v primerjavi z in debelina BFH dolžino po koncu intervencije.	
(Suskens idr., 2023)	6/10	Košarkarji N = 53 (19 ES1; 16 ES2; 18 KS) Starost = 19,7 ± 3,1 ES1; 23,3 ± 8,9 ES2; 22,1 ± 6,2 KS Teža (kg) = 84,9 ± 10,2 ES1; 86,3 ± 12,9 ES2; 12 tednov, 2 x tedensko, stopnjevanje od 2 x 5 ponovitev do 3 x 10-9-8 ponovitev Višina (cm) = 190,9 ± 8,4 ES1; 189,8 ± 10,1 ES2; 192,1 ± 10,1 KS	ES1: nordijska vaja ES2: enonožni mrtvi dvig z rokami v vzročerju (angl. diver) KS: brez intervencije 12 tednov, 2 x tedensko, stopnjevanje od 2 x 5 ponovitev do 3 x 10-9-8 ponovitev	Penacijski kot BFH: SZ zmanjšanje v ES1 (p < 0,05, d = -1,30–(-0,85)) in SZ povečanje v ES2 (p < 0,05, d = 1,60–2,50). Debelina BFH: brez SZ sprememb.	
(Guex idr., 2016)	5/10	Rekreativno aktivni moški in ženske N = 22 (11 ES1; 11 ES2) Starost = 28 ± 4,5 ES1; 27,3 ± 3,9 ES2 Teža (kg) = 64,0 ± 12,7 ES1; 66,0 ± 13,6 ES2 Višina (cm) = 170,7 ± 5,9 ES1; 173,5 ± 10,8 ES2	ES1: ekscentrični izteg kolena pri dolgi dolžini na izokinetičnem dinamometru ES2: ekscentrični izteg kolena pri kratki dolžini na izokinetičnem dinamometru 3 tedne, 8 vadbenih enot, stopnjevanje od 3 x 8 ponovitev 2 x tedensko do 5 x 8 ponovitev 3 x tedensko	Dolžina in penacijski kot fasciklov BFH: Debelina BFH: brez SZ sprememb. Dolžina fasciklov BFH: SZ podaljšanje v ES1 (p < 0,001, d = 0,89) in ES2 (p < 0,01, d = 0,57), z večjo velikostjo učinka v ES1.	

Avtor in leto	Ocena PEDro	Preiskovanci	Intervencija	Mera izida	Glavne ugotovitve
(Pollard idr., 2019)	5/10	Rekreativno aktivni moški N = 30 (10 ES1; 10 ES2; 10 ES3) Starost = 24 ± 4 ES1; 24 ± 4 ES2; 23 ± 3 ES3 Teža (kg) = 77 ± 12 ES1; 78 ± 11 ES2; 79 ± 11 ES3 Višina (cm) = 178 ± 6 ES1; 181 ± 5 ES2; 79 ± 12 ES3	ES1: nordijska vaja ES2: nordijska vaja z utežjo ES3: nordijska vaja s sočasnim iztegom kolkov z utežjo 6 tednov, zmanjšanje od 4 x 6 ponovitev 2 x tedensko do 2 x 4 ponovitve 1 x tedensko	Dolžina, penacij: Dolžina fascioklov BFH; SZ podaljšanje v ES2 (p < 0,001, d = 1,41), po 1 tednu prekinitve vadbe pa se je dolžina ski kot fascioklov v ES2 SZ skrajšala (p = 0,021, d = -0,86). Po 2 tednih prekinitve vadbe je prišlo do SZ skrajšanja v primerjavi z debelina BFH dolžino po koncu intervencije v ES1 (p = 0,019, d = -1,03) in ES2 (p = 0,001, d = -1,30), ki se je nadaljevalo tudi do 4 tednov prekinitve vadbe (p = 0,005, d = -1,20 ES1; p < 0,001, d = -1,59 ES2). Penacijski kot BFH: SZ učinek časa (p < 0,001), z večjo velikostjo učinka zmanjšanja kota v ES2. Po 2 tednih prekinitve vadbe povečanje kota v ES2 (d = 0,97) in ES1 (d = 0,70).	
(Presland idr., 2020)	6/10	Rekreativno aktivni moški N = 20 (10 ES1; 10 ES2) Starost = 29,2 ± 6,2 ES1; 26,4 ± 4,1 ES2 Teža (kg) = 78,5 ± 7,2 ES1; 81,5 ± 13,5 ES2 Višina (cm) = 176,9 ± 9,0 ES1; 179,6 ± 6,4 ES2	ES1: upogib kolena na IZN s poudarjeno ekscentrično fazo ES2: upogib kolena na IZN 6 tednov, 2 x tedensko, stopnjevanje od 4 x 6 ponovitev do 5 x 6 ponovitev	Dolžina, penacij: Dolžina fascioklov BFH; SZ večje podaljšanje v intervencijski nogi ES1 v primerjavi z nasprotno nogo (izvajala ski kot fascioklov samo koncentrični del vaje) (p < 0,001, d = 1,72), v primerjavi z intervencijsko nogo ES2 (p < 0,001, d = 1,60) in v debelina BFH primerjavi s kontrolno nogo ES2 (p < 0,001, d = 1,78). Penacijski kot BFH: SZ večje zmanjšanje v intervencijski nogi ES1 v primerjavi z nasprotno nogo (p = 0,005, d = -0,95) in v primerjavi z intervencijsko nogo ES2 (p = 0,014, d = -0,63).	
(Marchiori idr., 2022)	6/10	Igralci ragbija N = 23 (12 ES1; 11 ES2) Starost = 26,7 ± 4,9 ES1; 25,8 ± 3,9 ES2 Teža (kg) = 94,8 ± 16,8 ES1; 94,5 ± 19,6 ES2 Višina (cm) = 178 ± 5 ES1; 177 ± 4 ES2	ES1: nordijska vaja ES2: mrtvi dvig z iztegnjenimi nogami pri 75 % 1RM 5 tednov, 2 x tedensko, stopnjevanje od 2 x 8 ponovitev in debelina BFH	Dolžina, penacij: Dolžina fascioklov BFH; SZ učinek časa (p < 0,001) s SZ večjim povečanjem v ES1 (p = 0,015). Penacijski kot BFH: SZ učinek časa (p < 0,001) brez SZ razlik med skupinama. Debelina BFH: SZ učinek časa (p < 0,001) brez SZ razlik med skupinama.	
(Timmins idr., 2021)	4/10	Profesionalni nogometaši N = 27 (14 ES; 13 ES2) Starost = 23 ± 3 ES1; 22 ± 3 ES2 Teža (kg) = 82,7 ± 3,9 ES1; 78,3 ± 6,8 ES2 Višina (cm) = 186 ± 7 ES1; 184 ± 7 ES2	ES1: nordijska vaja z utežjo ES2: mrtvi dvig z iztegnjenimi nogami na IZN 39 tednov, 2 x tedensko	Dolžina, penacij: Dolžina fascioklov BFH; SZ podaljšanje v ES1 in ES2 po petih tednih intervencije (p < 0,001, d = 0,99 ES1; p < 0,001, d = 0,83) ski kot fascioklov ES2 ter SZ zmanjšanje v obeh skupinah po 4 tednih odmora od vadbe (p < 0,001, d = -1,72 ES1; p < 0,001, d = -1,27 ES2) v debelina BFH primerjavi s prejšnjo meritvijo. Po koncu intervencije fascikli v obeh skupinah SZ daljši od izhodiščne vrednosti (p < 0,001, d = 1,73 ES1; p < 0,001, d = 1,99 ES2), brez SZ razlik med skupinama. Penacijski kot BFH: SZ zmanjšanje v ES1 in ES2 (p = 0,017, d = 1,00 ES1; p = 0,025, d = 0,98 ES2), brez SZ razlik med skupinama.	
(Bourne idr., 2017)	5/10	Rekreativno aktivni moški N = 30 (10 ES1; 10 ES2; 10 KS) Starost = 21,6 ± 3,2 ES1; 23,1 ± 4,1 ES2; 21,3 ± 3,7 KS Teža (kg) = 85,0 ± 10,9 ES1; 81,6 ± 9,7 ES2; 75,9 ± 11,8 KS Višina (cm) = 182,8 ± 8,7 ES1; 180 ± 6,3 ES2; 178,5 ± 5,4 KS	ES1: nordijska vaja z utežjo ES2: enonožni izteg kolka pri 60–70 % 1RM KS: brez intervencije 10 tednov, 2 x tedensko, stopnjevanje od 2 x 6 ponovitev do 5 x 8–10 ponovitev	Dolžina fascioklov BFH; SZ podaljšanje v ES1 in ES2 tako na sredini intervencije (p < 0,001, d = 1,39 ES1; p < 0,001, d = 1,12 ES2) kot po koncu intervencije (p < 0,001, d = 2,17 ES1; p < 0,001, d = 1,77 ES2), brez SZ razlike med ES1 in ES2. Volumen ZSM: SZ večje povečanje volumna BFH v ES2 kot v ES1 (p = 0,037, d = 1,03) in KS (p < 0,001, d = 2,24). SZ večje povečanje volumna BF-sh in ST v ES1 (p < 0,001, d = 2,09 BF-sh; p < 0,001, d = 2,50 ST) ter ES2 (p = 0,044, d = 1,49 BF-sh; p = 0,002, d = 2,16 ST) v primerjavi s KS, brez SZ razlik med ES1 in ES2. SZ večje povečanje volumna SM v ES2 kot v KS (p = 0,007, d = 1,57). Anatomski prečni preseki ZSM: SZ večje povečanje preseka BFH v ES2 kot v ES1 (p = 0,047, d = 0,98) in KS (p < 0,001, d = 1,94). SZ večje povečanje BF-sh v ES1 kot v KS (p = 0,001, d = 1,97). SZ večje povečanje SM v ES2 kot v KS (p = 0,0015, d = 1,34), brez SZ razlike med ES1 in ES2. SZ večje povečanje ST v ES1 (p < 0,001, d = 2,17) in ES2 (p = 0,002, d = 1,95) v primerjavi s KS, brez SZ razlik med ES1 in ES2.	
(Carmichael idr., 2022)	6/10	Rekreativno aktivni moški N = 24 (12 ES1; 12 ES2) Starost = 21,7 ± 4,9 ES1; 22,0 ± 3,6 ES2 Teža (kg) = 73,0 ± 9,4 ES1; 77,8 ± 11,1 ES2 Višina (cm) = 177,1 ± 5,0 ES1; 181,9 ± 6,2 ES2	ES1: enonožni ekscentrični upogib kolka z utežjo ES2: enonožni izometrični izteg kolka z utežjo 6 tednov, 2 x tedensko, stopnjevanje od 40 s do 100 s časa pod napetostjo	Dolžina, penacij: Dolžina fascioklov BFH; SZ podaljšanje v ES1 (p < 0,001, d = 1,57) in SZ razlika med skupinama (p = 0,004, d = 1,25). Po 4 tednih prekinitve vadbe so bili v ES1 SZ krajši kot po koncu intervencije (p = 0,001, d = 1,25), debelina BFH in vendar brez SZ razlike v primerjavi z izhodiščno vrednostjo (p = 0,999, d = 0,16). Volumen ZSM: SZ povečanje volumnov BFH (p < 0,001, d = 1,96) in SM (p < 0,001, d = 2,25) v ES1, ki se nista spremenila po obdobju prekinitve vadbe (p = 0,999, d = -0,05 BFH; p = 0,378, d = -0,55 SM). SZ povečanje volumna ST v ES2 (p = 0,005, d = 1,57) po intervenciji in SZ večji volumen ST v ES1 (p = 0,028, d = 0,92) po 4 tednih prekinitve vadbe v primerjavi z izhodiščno vrednostjo. Debelina BFH: brez SZ sprememb.	

Legenda: ES – eksperimentalna skupina, KS – kontrolna skupina, SZ – statistično značilno, BFH – dolga glava m. biceps femoris (angl. *biceps femoris long head*), BF-sh – kratka glava m. biceps femoris (*short head*), SM – polpopnasta mišica (m. *semimembranosus*), ST – polklistasta mišica (m. *semitendinosus*), ZSM – zadnje stegenske mišice, IZN – izometrijska naprava, RM – ponovljeni maksimum

šest dobre kakovosti (Carmichael idr., 2022; Duhig idr., 2019; Marchiori idr., 2022; Presland idr., 2020; Suskens idr., 2023; Timmins idr., 2016). Najpogostejši neizpolnjeni kriteriji kakovosti so bili prikrita dodelitev v skupine, slepost preiskovancev in terapevtov ter analiza z namero zdravljenja (angl. *intention to treat analysis*).

## Razprava

### Vpliv vadbenih intervencij na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM

#### Dolžina fasciklov

V večini vključenih raziskav (12 od 14) so avtorji ugotovili, da ekscentrična vadba učinkovito podaljša mišične fascikle ZSM. Kot učinkovite so se pokazali nordijska vaja z lastno telesno maso (Marchiori idr., 2022; Ribeiro-Alvares idr., 2018; Suskens idr., 2023) in z dodanim bremenom (Bourne idr., 2017; Duhig idr., 2019; Pollard idr., 2019; Timmins idr., 2021), kombinacija modificirane nordijske vaje in drsne vaje z bremenom (Marušič idr., 2020), ekscentrični izteg kolena na izokinetičnem dinamometru tako v sedečem kot ležečem položaju (Guex idr., 2016; Timmins, Ruddy idr., 2016), upogib kolena na izoinercijski napravi (v nadaljevanju: IZN) s poudarjeno ekscentrično fazo (Presland idr., 2020), mrtvi dvig z iztegnjenimi nogami na IZN (Timmins idr., 2021) ter enonožni izteg kolka z bremenom tako v ekscentrično-koncentrični (Bourne idr., 2017) kot le v ekscentrični izvedbi (Carmichael idr., 2022). V omenjenih raziskavah z izjemo Suskens idr. (2023) so raziskovalci dokazali podaljšanje fasciklov BFlh, medtem ko so slednji v svoji raziskavi po intervenciji nordijske vaje opazili podaljšanje fasciklov polkitaste mišice (*m. semitendinosus* – v nadaljevanju: ST). Izometrična vadba ne vpliva na podaljšanje fasciklov BFlh (Carmichael idr., 2022). Poleg tega so Duhig idr. (2019) ter Timmins, Ruddy idr. (2016) ugotovili, da koncentrična vadba v nasprotju z ekscentrično skrajša mišične fascikle BFlh. Učinkovitost ekscentrične vadbe pri podaljšanju fasciklov ZSM so ugotovili tudi Emirzeoğlu idr. (2021) ter Lizama-Perez idr. (2022) v svojih sistematičnih pregledih. Naše ugotovitve so ujemale tudi z rezultati metaanalize Gérard idr. (2020), ki je pokazala srednje močne dokaze, da ekscentrična vadba poveča dolžino mišičnih fasciklov ZSM (MD = 1,97; 95 % CI = 1,48, 2,46). To potrjuje tudi metaanaliza Medeiros idr. (2020) z navedbo, da je nordijska vaja učinkovitejša pri podaljševanju

mišičnih fasciklov v primerjavi s kontrolno skupino ali drugimi oblikami vadbe.

V raziskavah, pri katerih so primerjali različne oblike ekscentrične vadbe, so Suskens idr. (2023) ugotovili, da ima na podaljšanje fasciklov ST pozitiven učinek le nordijska vaja, medtem ko enonožni mrtvi dvig z rokami v vzročju fasciklov ni podaljšal. Rezultati raziskave Pollard idr. (2019) so pokazali, da je izmed ekscentrične izvedbe nordijske vaje s sočasnim iztegom kolkov (angl. *razor curl*), nordijske vaje z lastno telesno maso in nordijske vaje z bremenom pri podaljšanju fasciklov BFlh učinkovita le slednja. To nakazuje potrebo po dodajanju bremena za doseganje oziroma ohranjanje supramaksimalne obremenitve mišice za učinkovito podaljšanje mišičnih fasciklov. Poleg tega nordijska vaja s sočasnim iztegom kolkov morda ni bila učinkovita zaradi svoje bolj izometrične narave, saj se med izvedbo mišično-tetivna enota prek kolka skrajšuje in prek kolena podaljšuje, zaradi česar se njena dolžina verjetno znatno ne spremeni. Posledično lahko med vajo pride do manjše vzdolžne napetosti znotraj mišice, kar lahko potencialno negativno vpliva na dražljaj za podaljšanje mišičnih fasciklov (Pollard idr., 2019). Guex idr. (2016) so v svoji raziskavi, v kateri so primerjali učinkovitost ekscentričnega iztega kolena pri manjši in večji dolžini BFlh, ugotovili, da so se fascikli podaljšali v obeh primerih, vendar je bila vadba pri večji dolžini učinkovitejša. Slednja ugotovitev nakazuje možnost, da je ekscentrična vadba pri večji dolžini mišice učinkovitejša intervencija za podaljšanje mišičnih fasciklov. Presland idr. (2020) so ugotovili, da je vadba z le ekscentrično kontrakcijo ZSM (upogib kolena na IZN s poudarjeno ekscentrično fazo) učinkovitejša pri podaljševanju mišičnih fasciklov BFlh kot ekscentrično-koncentrična izvedba, tudi če je ta izvedena na IZN, pri kateri je obremenitev v ekscentričnem delu giba večja.

Štiri raziskave med drugim vključujejo spremembe dolžine fasciklov po obdobju prekinitve vadbe proti uporabi, pri čemer so ugotovili, da prekinitve ekscentrične (Carmichael idr., 2022; Pollard idr., 2019; Timmins, Ruddy idr., 2016) in ekscentrično-koncentrične vadbe (Timmins idr., 2021) povzročijo ponovno skrajšanje fasciklov BFlh. Dolžina fasciklov BFlh se pomembno skrajša že po enem tednu prekinitve vadbe (Pollard idr., 2019). Te ugotovitve se ujemale s študijo Emirzeoğlu idr. (2021), ki so prav tako opazili, da se pridobitve v dol-

žini fasciklov BFlh izgubijo v kratkem času prekinitve vadbe. Zato je pomembno, da se za učinkovito in dolgotrajno preventivo pred poškodbami ZSM ekscentrična vadba izvaja redno in skozi celotno leto oziroma obdobje treniranja in tekmovanja.

### Penacijski kot

Pri desetih izmed 13 raziskav so raziskovalci opazili spremembe v velikosti penacijskega kota BFlh, v treh raziskavah pa do sprememb kota ni prišlo. Kot posledica vadbe se je penacijski kot BFlh zmanjšal v devetih raziskavah, medtem ko se je v raziskavi Özdamar idr. (2022) povečal. Penacijski kot BFlh se je zmanjšal po nordijski vaji z lastno telesno maso (Ribeiro-Alvares idr., 2018) in z bremenom (Duhig idr., 2019; Timmins idr., 2021), po kombinaciji modificirane nordijske vaje in drsne vaje z bremenom (Marušič idr., 2020), ekscentričnem iztegu kolena na izokinetičnem dinamometru (Timmins, Ruddy idr., 2016), potapljaški vaji (Suskens idr., 2023), upogibu kolena na IZN s poudarjeno ekscentrično fazo (Presland idr., 2020) ter po mrtvem dvigu z iztegnjenimi nogami na IZN (Timmins idr., 2021). Podobno kot pri dolžini fasciklov so Duhig idr. (2019) ter Timmins, Ruddy idr. (2016) po koncentrični vadbi opazili povečanje penacijskega kota fasciklov BFlh, medtem ko izometrična vadba ni imela vpliva na spremembo penacijskega kota (Carmichael idr., 2022). V sistematičnem pregledu Emirzeoğlu idr. (2021) so podobno kot v našem pregledu opazili zmanjšanje penacijskega kota ali pa se ta ni spremenil.

Pri primerjavi različnih ekscentričnih vadbenih intervencij se je drugače kot pri vplivu na dolžino fasciklov enonožni mrtvi dvig z rokami v vzročju izkazal kot učinkovita vaja pri zmanjšanju penacijskega kota fasciklov BFlh, medtem ko nordijska vaja ni imela učinka (Suskens idr., 2023). V raziskavi Pollard idr. (2019) je bilo zmanjšanje penacijskega kota BFlh večje po nordijski vaji z utežjo, medtem ko pri isti vaji z lastno telesno maso in s sočasnim iztegom kolkov ni prišlo do spremembe kota v času.

V študijah, pri katerih so avtorji primerjali učinke ekscentrične in ekscentrično-koncentrične vadbe na spremembe v penacijskem kotu BFlh, so ugotovili, da se ta bolj zmanjša po intervenciji upogiba kolena na IZN s poudarkom na ekscentrični fazi kot pri klasični izvedbi upogiba kolena na IZN (Presland idr., 2020). Timmins idr. (2021), ki so primerjali nordijsko vajo z bremenom in mrtvi dvig z iztegnjenimi nogami na IZN,

so ugotovili, da se penacijski kot BFlh primerljivo zmanjša po obeh vajah.

V dveh raziskavah, pri katerih so ugotavljali tudi posledice prekinitve vadbe na penacijski kot BFlh, se ta po obdobju prekinitve vadbe ni pomembno spremenil (Timmins, Ruddy idr., 2016; Timmins idr., 2021). Pollard idr. (2019) so po dveh tednih prekinitve vadbe opazili povečanje penacijskega kota BFlh tako pri preiskovancih, ki so izvajali nordijsko vajo z lastno telesno maso, kot pri preiskovancih, ki so vajo izvajali z dodatnim bremenom. Penacijski kot se je v štirih tednih prekinitve vadbe nadaljnje povečeval. Obratno pa so Özdamar idr. (2022) po desetih tednih prekinitve vadbe opazili zmanjšanje penacijskega kota BFlh, ki se je prvotno po vadbeni intervenciji povečal.

### Volumen, debelina in prečni presek

V devetih vključenih raziskavah so avtorji spremljali spremembe debeline BFlh, v štirih so opazovali volumen ZSM, v eni poleg tega še anatomski prečni presek in v eni spremembo površine BFlh. Povečanje volumna, debeline ali prečnega preseka BFlh so opazili v sedmih izmed 14 raziskav, in sicer po nordijski vaji z lastno telesno maso (Seymore idr., 2017; Özdamar idr., 2022) ter z bremenom (Duhig idr., 2019), po enonožnem koncentričnem upogibu kolena na trenažerju (Duhig idr., 2019), enonožnem iztegu kolka z bremenom pri ekscentrično-koncentrični izvedbi (Bourne idr., 2017) ter pri izolirani ekscentrični izvedbi (Carmichael idr., 2022). Zmanjšanje volumna ne predstavlja dejavnika tveganja za poškodbo ZSM (Bourne idr., 2017), vendar so bili pri posameznikih s predhodno poškodbo opaženi primanjkljaji v volumnu poškodovane BFlh v primerjavi z nepoškodovano vse do dveh let po koncu rehabilitacije (Silder idr., 2008). Poleg tega je debelina mišice dejavnik, povezan z mišično jakostjo (Blazevich idr., 2006). Za zmanjšanje tega primanjkljaja bi bile torej lahko uporabne omenjene vadbene intervencije.

Carmichael idr. (2022) so poleg povečanja volumna BFlh opazili tudi povečanje volumna polopnaste mišice (*m. semimembranosus*) po vadbi enonožnega ekscentričnega upogiba kolka z bremenom, medtem ko so po enonožnem izometričnem iztegu kolka z bremenom zaznali povečanje volumna ST. Bourne idr. (2017) so ugotovili, da se nordijska vaja z bremenom in enonožni izteg kolka z bremenom razlikujeta po svojih učinkih na volumen in prečni

preseki ZSM. Po njihovih ugotovitvah nordijska vaja vpliva le na volumen in prečni presek ST ter kratko glavo dvoglave stegenske mišice, medtem ko vadba enonožnega iztega kolka povzroči povečanje volumna in prečnega preseka vseh mišic ZSM. Glede na omenjeno bi bili vadbi nordijske vaje in izometričnega iztega kolka z bremenom lahko uporabni intervenciji po rekonstrukciji sprednje križne vezi, po kateri so pogosto opazni primanjkljaji v volumnu ST (Messer idr., 2020).

Na podlagi ugotovitev vključenih raziskav lahko sklenemo, da ekscentrična vadba ZSM učinkovito podaljša mišične fascikle BFlh in zmanjša penacijski kot fasciklov, medtem ko je vpliv na povečanje debeline ali volumna ZSM nekoliko bolj variabilen.

### Vpliv drugih spremenljivk na spremembe v arhitekturi in morfologiji mišic

Na učinkovitost intervencije lahko vplivajo različne spremenljivke. Ena izmed teh je dolžina mišice, pri kateri se vadba izvaja. Tako so Guex idr. (2016) v okviru primerjave ekscentrične vadbe pri večji in manjši dolžini ZSM ugotovili, da je vadba pri večji dolžini nekoliko učinkovitejša pri podaljševanju fasciklov BFlh, saj so se fascikli med vadbo pri večji dolžini povečali skoraj dvakrat toliko kot med vadbo pri manjši dolžini ZSM. Po drugi strani je bila sprememba dolžine fasciklov BFlh v raziskavi, ki je primerjala nordijsko vajo z vajo iztega kolka, primerljiva (Van Hooren in Bosch, 2017), čeprav je pri vaji iztega kolka dolžina mišično-tetivne enote večja (Carmichael idr., 2022). Marušič idr. (2020) navajajo, da je velikost učinka ekscentričnega vadbene programa pri večjih dolžinah ZSM na podaljšanje fasciklov BFlh in zmanjšanje njihovega penacijskega kota primerljiva ali celo večja od velikosti učinka ekscentrične vadbe pri manjših dolžinah ZSM. Timmins, Shield idr. (2016) predvidevajo morebitno povezavo med obsegom giba, ki ga mišična skupina zavzema na dnevni ravni, in njenimi prilagoditvami po vadbeni intervenciji. Avtorji predpostavljajo, da izvajanje vadbe proti uporabi skozi obseg giba, ki presega tistega, ki mu je mišična skupina dnevno izpostavljena, lahko poveča dolžino mišičnih fasciklov, ne glede na vrsto mišične kontrakcije. To bi lahko pojasnilo manjši vpliv ekscentrične vadbe na dolžino fasciklov pri mladih športnikih, ki morda pogosto že zavzemajo obsege giba, podobne tistim, pri katerih se izvaja vadbena intervencija (Blazevich idr.,

2003). Ta razlaga je zanimiva, vendar se za zdaj zdi, da gre le za domnevo, zato so potrebne nadaljnje raziskave, ki bi ugotovljale pomen in vpliv dolžine mišice, pri kateri se vadba izvaja, na arhitekturne spremembe mišic. Poleg tega predpostavka Timmins, Shield idr. (2016), da lahko vadba skozi večji obseg giba, kot mu je mišica običajno izpostavljena, podaljša mišične fascikle ne glede na vrsto mišične kontrakcije, ni vedno resnična. Nasprotno nakazujejo rezultati Timmins, Ruddy idr. (2016), ki so v svoji raziskavi pri izvajanju koncentrične vadbe pri večji dolžini mišice opazili skrajšanje fasciklov BFlh. To nakazuje, da dolžina mišic, pri kateri se vadba izvaja, ni edini dejavnik, ki vpliva na podaljšanje mišičnih fasciklov, temveč je odziv fasciklov odvisen tudi od vrste mišične kontrakcije.

Na spremembe v arhitekturi in morfologiji mišic torej vpliva tudi vrsta mišične kontrakcije. Ekscentrična podaljša mišične fascikle in zmanjša njihov penacijski kot (Emirzeoğlu idr., 2021), medtem ko lahko koncentrična kontrakcija mišične fascikle skrajša in poveča penacijski kot (Timmins, Shield idr., 2016). Vpliv kombinacije ekscentrične in koncentrične kontrakcije je nekoliko manj poznan. Bourne idr. (2017) ugotavljajo, da bi lahko kombinirana ekscentrično-koncentrična vadba nekoliko zmanjšala podaljšanje fasciklov BFlh zaradi svoje koncentrične komponente. Kljub temu so v nekaterih raziskavah, pri katerih so preiskovanci izvajali vadbo z ekscentrično in koncentrično fazo vaje, zaznali podaljšanje mišičnih fasciklov (Bourne idr., 2017; Marchiori idr., 2022; Timmins idr., 2021). Pomembno pa je omeniti, da je šlo za vaje, pri katerih so ZSM v podaljšanem položaju (mrtvi dvig z iztegnjenimi nogami in izteg kolka), kar je lahko pozitivno vplivalo na učinkovitost vadbene intervencije. V prihodnje so potrebne dodatne raziskave na tem področju.

Pomemben naj bi bil tudi sklep, prek katerega se izvaja gib. Nekateri avtorji navajajo, da gibanja prek kolena bolj aktivirajo ST, medtem ko je pri gibanjih, ki se osredotočajo na izteg kolka, bolj aktivirana BFlh (Bourne idr., 2018). Literatura na tem področju je nekoliko pomanjkljiva, saj po naših podatkih ni raziskav, ki bi izolirano primerjale učinke vadbe prek kolka in kolena na spremembe v arhitekturi in morfologiji ZSM.

Nazadnje na učinkovitost vadbene intervencije pri spremembi arhitekturnih in morfoloških značilnosti ZSM vplivajo trajanje intervencije, intenzivnost in hitrost, pri



kateri je posamezna vaja izvajana, ter količina vadbe. Za določitev vrednosti, pri katerih je vadba najučinkovitejša, so potrebne nadaljnje raziskave.

### Prednosti in omejitve

Prednost našega pregleda literature je, da smo vanj vključili novejša raziskave, vse so bile objavljene v zadnjih desetih letih. Poleg tega smo vključili raziskave z različnimi vadbenimi intervencijami in s tem pridobili širši vpogled, kako vaje pri različnih mišičnih dolžinah in v različnih izvedbah ter različnih položajih vplivajo na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM.

Omejitev našega pregleda literature je, da na podlagi rezultatov ne moremo sklepati o spremenljivkah (dolžina mišice, vrsta mišične kontrakcije, sklep, prek katerega se izvaja gib, itd.), ki imajo večji vpliv na učinkovitost vadbene intervencije. Intervencije v vključenih raziskavah so namreč precej raznolike ter po večini niso ugotovljale razlik v vplivu posameznih spremenljivk na učinkovitost intervencije. Če so avtorji primerjali dve intervenciji, sta se ti razlikovali v več spremenljivkah. Zaradi tega morebitnih razlik v učinkovitosti intervencije ne moremo pripisati vplivu le določene spremenljivke. Poleg tega raziskav v našem pregledu literature nismo primerjali na podlagi trajanja intervencije in količine vadbe ter hitrosti izvedbe posamezne vaje, ki lahko pomembno vplivajo na učinkovitost vadbene intervencije. V prihodnje bi bile potrebne dodatne raziskave in sistematični pregledi, ki proučujejo vpliv omenjenih spremenljivk na spremembe v arhitekturnih in morfoloških značilnostih ZSM. Še ena omejitev našega pregleda literature je ta, da so pri večini raziskav vključeni rekreativno aktivni moški, le v štirih raziskavah so vključene tudi ženske. Zato rezultate raziskav nekoliko težje posplošimo na splošno populacijo. Poleg tega so bili le v treh raziskavah vključeni trenirani športniki (Marchiori idr., 2022; Timmins idr., 2021).

### Prikaz najpogostejših vaj

V vključenih raziskavah so bili najpogosteje proučevani učinki nordijske vaje, mrtvega dviga z iztegnjenimi nogami in vaje enonožnega iztega kolka. Nordijska vaja (Slika 2, zgoraj) je bila uporabljena v devetih raziskavah, od tega je bilo v treh ugotovljeno zmanjšanje penacijskega kota in v sedmih podaljšanje mišičnih fasciklov ZSM. Tako mrtvi dvig z iztegnjenimi nogami (Slika 2, sredina) kot vaja iztega kolka na klopi (Slika



Slika 2: Prikaz izvedbe najpogostejših vaj v vključenih raziskavah. Pri zadnji vaji je pogostejša enonožna različica (na sliki prikazana sonožna).

2, spodaj) sta bila tema raziskovanja v dveh študijah. Mrtvi dvig pri izvedbi na izoinercijski napravi je povzročil zmanjšanje penacijskega kota in podaljšanje fasciklov ZSM, vaja enonožnega iztega kolka pa podaljšanje mišičnih fasciklov, pri čemer je bila velikost učinka pri ekscentrični izvedbi večja kot pri ekscentrično-koncentrični.

### Zaključek

Arhitekturne in morfološke značilnosti mišic so dejavniki, ki lahko vplivajo na dovzetnost posameznika za mišične poškodbe. Krajši mišični fascikli namreč predstavljajo dejavnik tveganja za poškodbo ZSM, za katero je značilna zelo visoka stopnja po-

novitve. Poleg tega so po poškodbi BFLh mišični fascikli krajši in penacijski kot večji kot v nepoškodovani nogi. Na arhitekturne in morfološke značilnosti mišic lahko vplivamo z različnimi dražljaji. V našem sistematičnem pregledu smo predstavili literaturo o vplivu različnih vadbene intervencij na arhitekturne in morfološke značilnosti ZSM. Ugotovili smo, da različne oblike ekscentrične vadbene podaljšajo fascikle BFLh ter zmanjšajo njihov penacijski kot, medtem ko je njihov vpliv na volumen, debelino in prečni presek ZSM nekoliko bolj raznolik. Na spremembe v arhitekturi vpliva obdobje prekinitve vadbe, in sicer se dolžina mišičnih fasciklov pomembno zmanjša že po enem tednu prekinitve vadbe, medtem ko

se penacijski kot lahko ne spremeni ali pa se poveča. Na učinkovitost intervencije lahko vpliva več spremenljivk, na primer vrsta mišične kontrakcije, dolžina mišice, pri kateri se vadba izvaja, sklep, prek katerega se izvaja gib, hitrost izvedbe vaje in podobno. Pri določanju vrednosti spremenljivk, pri katerih je vadba najučinkovitejša, je tako še veliko priložnosti za nadaljnje raziskovanje.

## Literatura

1. Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engbretsen, L. in Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40–48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
2. Biz, C., Nicoletti, P., Baldin, G., Bragazzi, N. L., Crimi, A. in Ruggieri, P. (2021). Hamstring Strain Injury (HSI) Prevention in Professional and Semi-Professional Football Teams: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8272. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168272>
3. Blazevich, A. J., Gill, N. D., Bronks, R. in Newton, R. U. (2003). Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(12), 2013–2022. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000099092.83611.20>
4. Blazevich, A. J., Gill, N. D. in Zhou, S. (2006). Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. *Journal of Anatomy*, 209(3), 289–310. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2006.00619.x>
5. Bourne, M. N., Duhig, S. J., Timmins, R. G., Williams, M. D., Opar, D. A., Al Najjar, A., Kerr, G. K. in Shield, A. J. (2017). Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 469–477. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096130>
6. Bourne, M. N., Timmins, R. G., Opar, D. A., Pizzari, T., Ruddy, J. D., Sims, C., Williams, M. D. in Shield, A. J. (2018). An Evidence-Based Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Injury. *Sports Medicine*, 48(2), 251–267. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0796-x>
7. Brockett, C. L., Morgan, D. L. in Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), 783.
8. Brockett, C. L., Morgan, D. L. in Proske, U. (2004). Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 379–387. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000117165.75832.05>
9. Brooks, J., Fuller, C., Kemp, S. in Reddin, D. (2006). Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. *The American Journal of Sports Medicine*, 34, 1297–1306. <https://doi.org/10.1177/0363546505286022>
10. Carmichael, D. S., Hickey, J. T., Tofari, P. J., Bourne, M. N., Ward, M. R. in Timmins, R. G. (2022). Effect of an Isometric or Eccentric Hip Extension Exercise Intervention on Hamstring Strength, Architecture, and Morphology. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(12), 2196–2207. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003012>
11. Cashin, A. G. in McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
12. Duhig, S. J., Bourne, M. N., Buhmann, R. L., Williams, M. D., Minett, G. M., Roberts, L. A., Timmins, R. G., Sims, C. K. E. in Shield, A. J. (2019). Effect of concentric and eccentric hamstring training on sprint recovery, strength and muscle architecture in inexperienced athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(7), 769–774. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.01.010>
13. Ekstrand, J., Healy, J. C., Waldén, M., Lee, J. C., English, B. in Hägglund, M. (2012). Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *British Journal of Sports Medicine*, 46(2), 112–117. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090155>
14. Elliott, M. C. C. W., Zarins, B., Powell, J. W. in Kenyon, C. D. (2011). Hamstring muscle strains in professional football players: a 10-year review. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(4), 843–850. <https://doi.org/10.1177/0363546510394647>
15. Ema, R., Akagi, R., Wakahara, T. in Kawakami, Y. (2016). Training-induced changes in architecture of human skeletal muscles: Current evidence and unresolved issues. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 5(1), 37–46. <https://doi.org/10.7600/jpfsm.5.37>
16. Emirzeoğlu, M., Firat, T. in Ülger, Ö. (2021). The effects of eccentric training on hamstring muscle architecture: a systematic review. *Kinesiology*, 53(1), 141–153. <https://doi.org/10.26582/k.53.1.17>
17. Franchi, M. V., Raiteri, B. J., Longo, S., Sinha, S., Narici, M. V. in Csapo, R. (2018). Muscle Architecture Assessment: Strengths, Shortcomings and New Frontiers of *in Vivo* Imaging Techniques. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 44(12), 2492–2504. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.07.010>
18. Gérard, R., Gojon, L., Declève, P. in Van Cant, J. (2020). The Effects of Eccentric Training on Biceps Femoris Architecture and Strength: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Journal of Athletic Training*, 55(5), 501–514. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-194-19>
19. Goode, A. P., Reiman, M. P., Harris, L., DeLisa, L., Kauffman, A., Beltramo, D., Poole, C., Ledbetter, L. in Taylor, A. B. (2015). Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 349–356. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093466>
20. Guex, K., Degache, F., Morisod, C., Saily, M. in Millet, G. P. (2016). Hamstring Architectural and Functional Adaptations Following Long vs. Short Muscle Length Eccentric Training. *Frontiers in Physiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00340>
21. Hägglund, M., Waldén, M. in Ekstrand, J. (2013). Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(2), 327–335. <https://doi.org/10.1177/0363546512470634>
22. Heiderscheit, B. C., Hoerth, D. M., Chumanov, E. S., Swanson, S. C., Thelen, B. J. in Thelen, D. G. (2005). Identifying the time of occurrence of a hamstring strain injury during treadmill running: A case study. *Clinical Biomechanics*, 20(10), 1072–1078. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.07.005>
23. Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S. in Thelen, D. G. (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 67–81. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3047>
24. Kellis, E., Galanis, N., Natsis, K. in Kapetanios, G. (2009). Validity of architectural properties of the hamstring muscles: correlation of ultrasound findings with cadaveric dissection. *Journal of Biomechanics*, 42(15), 2549–2554. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.07.011>
25. Kerkhoffs, G. M. M. J., van Es, N., Wieldraaijer, T., Sierveelt, I. N., Ekstrand, J. in van Dijk, C. N. (2013). Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(2), 500–509. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2055-x>
26. Kwah, L. K., Pinto, R. Z., Diong, J. in Herbert, R. D. (2013). Reliability and validity of ultrasound measurements of muscle fascicle length and pennation in humans: a systematic review. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 114(6), 761–769. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01430.2011>
27. Lieber, R. L. in Fridén, J. (2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle & Nerve*, 23(11), 1647–1666. [https://doi.org/10.1002/1097-4598\(200011\)23:11<1647::aid-mus1>3.0.co;2-m](https://doi.org/10.1002/1097-4598(200011)23:11<1647::aid-mus1>3.0.co;2-m)
28. Lizama-Perez, R., Chiroso-Rios, I., Chiroso-Rios, L., Olave, E., Ferragut, C., Vila, H. in Jerez-Mayorga, D. (2022). Effects of Eccentric

- Exercise on Muscle Architecture in Adults: A Systematic Review. *International journal of morphology*, 40(2), 425–432.
29. Marchiori, C. L., Medeiros, D. M., Severo-Silveira, L., Oliveira, G. dos S., Medeiros, T. M., de Araujo Ribeiro-Alvares, J. B. in Baroni, B. M. (2022). Muscular adaptations to training programs using the Nordic hamstring exercise or the stiff-leg deadlift in rugby players. *Sport sciences for health*, 18(2), 415–423. <https://doi.org/10.1007/s11332-021-00820-0>
  30. Marušič, J., Vatovec, R., Marković, G. in Šarabon, N. (2020). Effects of eccentric training at long-muscle length on architectural and functional characteristics of the hamstrings. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(11), 2130–2142. <https://doi.org/10.1111/sms.13770>
  31. Medeiros, D. M., Marchiori, C. in Baroni, B. M. (2020). Effect of Nordic Hamstring Exercise Training on Knee Flexors Eccentric Strength and Fascicle Length: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(3), 482–491. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0388>
  32. Messer, D. J., Shield, A. J., Williams, M. D., Timmins, R. G. in Bourne, M. N. (2020). Hamstring muscle activation and morphology are significantly altered 1–6 years after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus graft. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 28(3), 733–741. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05374-w>
  33. Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R. in Cheraghi-Sohi, S. (2014). PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Services Research*, 14(1), 579. <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0>
  34. Narici, M. (1999). Human skeletal muscle architecture studied in vivo by non-invasive imaging techniques: functional significance and applications. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 9(2), 97–103. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(98\)00041-8](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(98)00041-8)
  35. Okamoto, Y., Kunimatsu, A., Kono, T., Kujirakawa, Y., Sonobe, J. in Minami, M. (2010). Gender Differences in MR Muscle Tractography. *Magnetic Resonance in Medical Sciences*, 9(3), 111–118. <https://doi.org/10.2463/mrms.9.111>
  36. Orchard, J. in Seward, H. (2002). Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997–2000. *British Journal of Sports Medicine*, 36(1), 39–44. <https://doi.org/10.1136/bjsm.36.1.39>
  37. Orchard, J. W., Seward, H. in Orchard, J. J. (2013). Results of 2 decades of injury surveillance and public release of data in the Australian Football League. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(4), 734–741. <https://doi.org/10.1177/0363546513476270>
  38. Özdamar, H. Ç., Erkek, Ö. K., Akkaya, H. E., Toprak, E. K. in Küçükataş, Z. M. B. (2022). A randomized controlled trial: effectiveness of 10-week Nordic Hamstring exercise training and subsequent detraining in healthy young men. *Pamukkale Medical Journal*, 15(4), 756–771. <https://doi.org/10.31362/patd.1110573>
  39. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
  40. Pollard, C. W., Opar, D. A., Williams, M. D., Bourne, M. N. in Timmins, R. G. (2019). Razor hamstring curl and Nordic hamstring exercise architectural adaptations: Impact of exercise selection and intensity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(5), 706–715. <https://doi.org/10.1111/sms.13381>
  41. Presland, J. D., Opar, D. A., Williams, M. D., Hickey, J. T., Maniar, N., Lee Dow, C., Bourne, M. N. in Timmins, R. G. (2020). Hamstring strength and architectural adaptations following inertial flywheel resistance training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(11), 1093–1099. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.007>
  42. Ribeiro-Alvares, J. B., Marques, V. B., Vaz, M. A. in Baroni, B. M. (2018). Four Weeks of Nordic Hamstring Exercise Reduce Muscle Injury Risk Factors in Young Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1254–1262. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001975>
  43. Schache, A. G., Wrigley, T. V., Baker, R. in Pandey, M. G. (2009). Biomechanical response to hamstring muscle strain injury. *Gait & Posture*, 29(2), 332–338. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.10.054>
  44. Seymore, K. D., Domire, Z. J., DeVita, P., Rider, P. M. in Kulas, A. S. (2017). The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *European Journal of Applied Physiology*, 117(5), 943–953. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3583-3>
  45. Silder, A., Heiderscheid, B. C., Thelen, D. G., Enright, T. in Tuite, M. J. (2008). MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury. *Skeletal Radiology*, 37(12), 1101–1109. <https://doi.org/10.1007/s00256-008-0546-0>
  46. Sinha, S. in Sinha, U. (2011). Reproducibility analysis of diffusion tensor indices and fiber architecture of human calf muscles in vivo at 1.5 Tesla in neutral and plantarflexed ankle positions at rest. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 34(1), 107–119. <https://doi.org/10.1002/jmri.22596>
  47. Suskens, J. J. M., Secondulfo, L., Kiliç, Ö., Hooijmans, M. T., Reurink, G., Froeling, M., Nederveen, A. J., Strijkers, G. J. in Tol, J. L. (2023). Effect of two eccentric hamstring exercises on muscle architectural characteristics assessed with diffusion tensor MRI. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(4), 393–406. <https://doi.org/10.1111/sms.14283>
  48. Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C. in Opar, D. A. (2016). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1524–1535. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095362>
  49. Timmins, R. G., Filopoulos, D., Nguyen, V., Giannakis, J., Ruddy, J. D., Hickey, J. T., Maniar, N. in Opar, D. A. (2021). Sprinting, Strength, and Architectural Adaptations Following Hamstring Training in Australian Footballers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(6), 1276–1289. <https://doi.org/10.1111/sms.13941>
  50. Timmins, R. G., Ruddy, J. D., Presland, J., Maniar, N., Shield, A. J., Williams, M. D. in Opar, D. A. (2016). Architectural Changes of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 499–508. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000795>
  51. Timmins, R. G., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C. in Opar, D. A. (2015). Biceps femoris long head architecture: a reliability and retrospective injury study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(5), 905–913. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000507>
  52. Timmins, R. G., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C. in Opar, D. A. (2016). Architectural adaptations of muscle to training and injury: a narrative review outlining the contributions by fascicle length, pennation angle and muscle thickness. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1467–1472. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094881>
  53. Van Hooren, B. in Bosch, F. (2017). Is there really an eccentric action of the hamstrings during the swing phase of high-speed running? Part II: Implications for exercise. *Journal of Sports Sciences*, 35(23), 2322–2333. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1266019>
  54. Yeung, S. S., Suen, A. M. Y. in Yeung, E. W. (2009). A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *British Journal of Sports Medicine*, 43(8), 589–594. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.056283>

dr. Žiga Kozinc, doc.,  
Univerza na Primorskem,  
Fakulteta za vede o zdravju  
ziga.kozinc@fvz.upr.si



Petra Robnik,  
Žiga Kozinc

## Vertikalni skoki in telesna dejavnost pri Masajih: preliminarno poročilo o raziskavi v Tanzaniji

### Izvleček

Afriško ljudstvo Masaji je znano po svojih običajih in obredih, prepletenih s petjem, plesom in skakanjem. Plemenski rituali s plesom, med katerim živahno poskakujejo visoko v zrak, so del večstoletne tradicije, ki jo izvajajo mladi moški. Bojevniki, imenujejo se morani, med tradicionalnimi obredi s skoki pokažejo svojo moč in spretnost. Pri tem izvajajo ponavljajoče se skoke, ki jih spremljata živahno petje in plesanje, kar lahko traja več ur. Njihovi skoki so podobni skokom z nasprotnim gibanjem vrhunskih športnikov v zahodnem svetu. Masaji so vsaj na videz izjemni predvsem v navezanih poskokih ter dobro izkoriščajo cikel raztezanja in krčenja. Namen članka je predstaviti preliminarno poročilo raziskave o vertikalnih skokih in gibalni aktivnosti Masajev, izvedene v Tanzaniji, ki je obsegala meritve skokov in gibalne aktivnosti, ter povzeti zanimivosti in izzive, s katerimi smo se srečali pri raziskavi.

*Ključne besede:* vertikalni skoki, reaktivni indeks moči, telesna dejavnost, Masaji



## Vertical jumping and physical activity in Maasai tribe: A preliminary research report in Tanzania

### Abstract

The Maasai are culturally known for their distinctive customs and rituals, which include dancing, singing, and jumping. The tribe's jumping rituals are part of a centuries-old tradition performed by young men-warriors. These warriors, known as »Morani,« showcase their strength and skill through jumps during traditional ceremonies. During these rituals, the warriors engage in repetitive jumps, accompanied by lively singing and dancing, which can last for several hours. Their jumps are similar to the countermovement jumps performed by elite athletes in the Western world. The purpose of the article is to provide a preliminary report on the vertical jumps and movement activity of the Maasai, based on the research carried out in Tanzania, which includes measurements of jumps, movement activity, and to summarize the interesting points and challenges we faced during the research.

*Keywords:* vertical jumps, reactive strength index, physical activity, Maasai

## Uvod

V Tanzaniji po ocenah strokovnjakov živi več kot 430.000 Masajev (Spear in Waller, 1993). To pastirsko polnomadsko ljudstvo naseljuje vzhodnoafriško tektonsko dolino med Kenijo in Tanzanijo (Shaper idr., 1961). Obseg njihove telesne dejavnosti se spreminja, vendar je večinoma omejen na hojo in opisan kot »tiha, a stalna dejavnost« (Shaper idr., 1961). Znani so predvsem po svojih verskih obredih, ki vključujejo petje, plesanje in ponavljajoče se skakanje. Mladi možje oziroma morani, katerih starost je ocenjena na 15–30 let, so bojovníki plemena (Gibney in Burstyn, 1980). V naši raziskavi so sodelovali prav morani, saj je bil eden izmed kriterijev za sodelovanje starost 16–35 let.

Skoki so naravna, a hkrati precej napredna oblika človekovega gibanja, ki zahteva kompleksne koordinacijske spretnosti med kontraktlnimi elementi zgornjega in spodnjega dela telesa (Markovic idr., 2004; Sheppard idr., 2008). Dirk Lund Christensen je (osebna komunikacija) predal informacijo Refsdalu (2017), da je med začetnim opazovanjem pri Masajih zaznal višine več kot 50 cm med ponavljajočim se skakanjem, kar je podobno višinam najvišjih skokov z nasprotnim gibanjem (angl. counter movement jump; CMJ) pri vrhunskih športnikih v zahodnem svetu (de Ruiter idr., 2007). Izjemne skoke pri Masajih je mogoče pojasniti z različnimi dejavniki, a najverjetneje ima pomembno vlogo pogosto izvajanje skokov skozi vse življenje vse od zgodnjega otroštva. Življenjski slog, kultura in tradicija od Masajev zahtevajo izjemno specifično obremenitev na mišično-skeletni sistem, kar lahko vpliva na izvedbo pri nalogah maksimalnih skokov. Pri nas na to gledamo kot na obliko treninga, v tej kulturi pa je to del življenja. Pri izjemni skalalni uspešnosti Masajev imajo prav tako pomembno vlogo antropometrične značilnosti. Študije so poročale, da se pri kenijskih tekačih kažejo specifične antropometrične značilnosti mišic in kit v spodnjem delu noge, na primer daljša Ahilova tetiva in manjši penacijski kot mišice gastrocnemius, kar jim omogoča učinkovito izkoriščanje energije med gibanjem v ciklu raztezanja in krčenja (angl. stretch-shortening cycle; SSC) (Sano idr., 2015). Iz tega lahko sklepamo, da imajo antropometrične značilnosti pomembno vlogo, saj iz Kenije prihajajo odlični tekači na dolge proge. Tako Kenijci kot tudi Masaji so del vzhodnoafriške populacije. Učinkovit izkoristek elastične energije (angl. elastic



Slika 1. Masajski bojovníki med plesom (arhiv avtorice)

energy; EE) v kombinaciji z večjo višino skoka med ponavljajočimi se skoki pri Kenijcih pojasnjujejo z visoko togostjo tetivnega tkiva (Sano idr., 2015). Zato lahko domnevamo, da določene antropometrične lastnosti Masajev pripomorejo k njihovi skalalni uspešnosti (Refsdal, 2017).

Namen članka je preliminarno predstaviti raziskavo o vertikalnih skokih in gibalni aktivnosti Masajev na podlagi tako meritev kot tudi pogovora z njimi. Poleg analize rezultatov članek opisuje potek raziskave in izkušnje, pridobljene med izvajanjem meritev v Tanzaniji, kjer smo sodelovali z lokalnimi raziskovalci, prevajalcem in do-

datnim spremljevalcem. Podrobne analize rezultatov, ki zajemajo tudi primerjavo z dvema dodatnima skupinama (skupina splošne populacije in skupina vrhunskih športnikov), pridobljenima v Sloveniji, načrtujemo za poznejše objave v mednarodnih revijah. Cilj tega članka je poročati o poteku raziskave ter zanimivostih in izzivih, ki so se pojavljali med načrtovanjem in izvedbo.

## Metode

Za izvedbo raziskave v Tanzaniji smo se povezali s tamkajšnjo univerzo. Na krščanski medicinski fakulteti Kilimanjaro so nam



Slika 2. Levo vas Engaruka, v kateri smo izvajali meritve, desno naša tanzanijska ekipa (z leve: avtorica članka, prevajalec, voznik, spremljevalec in prijateljica Valerija)



Slika 3. Meritve skokov (zgoraj: meritve dolžine noge, učenje tehnike počepov; spodaj: meritve višine pri 90°, meritve skoka z aplikacijo My Jump 2)

dodelili lokalna raziskovalca, ki sta tesno sodelovala z nami pri pripravi vlog za presojo etične ustreznosti raziskave in iskanju primerne območja za izvedbo meritev. Izbrali smo območje Arushe, ki leži v okrožju Monduli, in sicer zaradi najmanjšega vpliva urbanizacije, pri čemer prebivalci ohranjajo tradicionalne obrede. Za izvedbo raziskave je bilo treba pridobiti odobritev treh nacio-

nalnih etičnih komisij. Prvo institucionalno odobritev nam je izdala omenjena fakulteta Kilimanjaro, drugo Tanzanijski nacionalni inštitut za medicinske raziskave, tj. organ za nadzor medicinskih in zdravstvenih raziskav, nazadnje smo pridobili dovoljenje za raziskavo še pri tanzanijski komisiji za znanost in tehnologijo. Za izvedbo raziskave smo dodatno potrebovali dovoljenje regije,



Slika 4. Levo nameščanje senzora ActivPal, desno nameščen senzor na udeležencu

v kateri se je raziskava izvajala. Dokument smo pridobili ob pomoči prevajalca, nato pa smo ga morali pokazati v vasi, kjer smo izvajali meritve.

Naša ekipa v Tanzaniji je bila sestavljena iz več članov, in sicer avtorice prispevka (Petra Robnik), prijateljice Valerije, ki je bila v veliko oporo in pomoč pri meritvah, prevajalca (Masaj Tauta) in spremljevalca (Edward Silver), ki sta pomagala pri pridobivanju Masajev za sodelovanje v raziskavi tako, da sta se povezala z njihovimi vodji oziroma starešinami, ter voznika. Prevajalca smo potrebovali za sporazumevanje, saj Masaji govorijo svoj jezik, masajščino. Ker se jih večina ne šola (zlasti tisti, za katere je značilno tradicionalno življenje), ne razumejo angleškega jezika, nekateri niti svahilija, ki je poleg angleščine uradni jezik Tanzanije.

Do vasi, v kateri smo izvajali meritve, je bilo uro in pol vožnje v eno smer, saj je bila tako odmaknjena, da tam nismo mogli bivati. Masaje smo za sodelovanje v raziskavi pridobili prek njihovih vodij oziroma starešin, ki so jih zbrali skupaj iz različnih *bom*, majhnih naselij. Ob pomoči prevajalca smo udeležencem najprej podrobno opisali potek raziskave, nato pa so skupaj z njim podpisali soglasje o svobodni privolitvi v sodelovanje v raziskavi.

Uporabili smo presečno študijo, pri kateri so bile meritve povsem neinvazivne, kratkotrajne in enostavne. Preiskovanci so izvajali gibe, ki so jih navajeni in so del njihovega vsakdanjega življenja. Za namen študije so morali izvesti tri različne vrste skokov, in sicer po tri ponovitve CMJ in skoka iz počepa (angl. squat jump; SJ) ter 15-sekundni test zaporednih skokov. Pred izvedbo smo udeležence stehali ter jim izmerili dolžino noge in višino pri kotu 90° v kolenu. Skoke so izvajali bosi na leseni deski in trdi podlagi, snemali smo jih s kamero na mobilnem telefonu ter iz aplikacije My Jump 2 pridobili podatke o višini skoka, hitrosti, sili, moči, času leta, kontaktnem času, % utrujenosti in reaktivnem indeksu moči (angl. reactive strenght index; RSI). Telesno dejavnost smo merili s senzorji ActivPal, ki so jih udeleženci nosili na stegnu štiri dni.

Dodatno smo med meritvami in po njih zajeli pogovore z Masaji o njihovi kulturi, skakalnih navadah, telesni dejavnosti in prehrani. Pri dveh Masajih (bolje izobraženih) smo te informacije pridobili prek nestrukturiranega intervjuja.

## Zanimivosti pri testiranju

Ker gre za pleme, so se izzivi pojavili že pri naboru udeležencev. Prvi dan se meritve niso udeležili vsi, zato je bilo treba nenehno prilagajati časovnico poteka meritve. Na začetku so izražali dvome pri nameščanju senzorjev ActivPal, saj menijo, da jim »razvijtejši svet« želi škodovati oziroma zmanjšati njihovo populacijo. Mislili so, da gre za nekakšen sledilnik, ki bo prodril skozi njihovo kožo. Šele po prevajalčevem pojasnilu o tem, za kakšne vrste senzorjev gre, so nazadnje le privolili. Predvideno je bilo, da bodo senzori nosili neprekinjeno štiri dni, a smo se kmalu znašli v zagati. Kljub začetnim navodilom, naj senzorjev ne snemajo sami in naj nas ob morebitnih težavah pokličejo, si ga je en udeleženec snel, ker mu je bilo nerodno, da bi ga v sosednji vasi videli z njim in ga spraševali o njem. Poleg tega so se ponoči počutili neprijetno ob utripajoči zeleni lučki na senzorju. Zaradi toplega podnebja v Tanzaniji jih je na mestih pod lepilnim trakom začela srbeti koža. Domnevno je bil to prvi obliž, ki so ga kdaj nosili, prav zato bi senzori verjetno zelo težko nosili dalj časa oziroma sedem dni, saj so bili pri nekaterih že štirje dnevi precej zahtevni. Ob odstranitvi senzorjev jih je prestrašila lokalna hipopigmentacija, zato smo jim ob pomoči prevajalca razložili, da gre za normalen pojav in da se bo koža kmalu vrnila v prvotno stanje.

Tudi pri meritvah skokov smo izvedli nekaj prilagoditev. Dolžina noge se navadno izmeri v ležečem položaju, a ker se Masaji po svojih strogih družbenih zapovedih v navzočnosti ženske ne uležajo, smo meritve merjencev izvedli v sedečem položaju. Njihova tehnika počepanja je precej drugačna, zato smo jim pred meritvami skokov opisali in pokazali želeno izvedbo. Zanje je bil tako največji izziv skok iz počepa (SJ), saj imajo svojo tehniko skakanja, poleg tega niso navajeni imeti rok ves čas na bokih, saj med tradicionalnim skakanjem v eni roki držijo palico. Najbližje jim je bil 15-sekundni test zaporednih skokov, ki je podoben njihovemu tradicionalnemu plesu. Med meritvami skokov smo opazili, da pri skoku CMJ Masaji ne spustijo tako globoko, pri skoku SJ pa tudi nismo mogli popolnoma izključiti koncentričnega giba. Potrebovali bi nekoliko več časa za učenje zelene izvedbe skokov. Kot zanimivost lahko omenimo, da večina tradicionalnih Masajev ne zna brati in pisati. Pri izpolnjevanju soglasja

**EDMU YA RIDHAA YA MSHIRIKI**

Kichwa: Utunganisho wa uwezo wa kuruka wima miongoni mwa Wamaasai, Tanzania na wanamichezo na wasio wanamichezo nchini Slovenia, na uhusiano kati ya kiwango cha masoezi ya mwili.

**Wachunguzi:** Bi. Eunice Kombe, Bi. Petra Robnik, Profesa Ziga Kozinc na Profesa Jaffu Chilongola

Tafadhali weka alama  
effesteni kwenye  
masanduku  
NAU ✓ NDIO  
HAU x HAPANA

- Ninathibitisha kuwa nimesoma na kuelewa Jedwali la Taarifa la mshiriki kwa utafiti ulio tapwa hapo juu na nimepata fursa ya kuuliza mawasil.
- Ninaelewa kuwa ushiriki wangu ni wa hizi na kwamba nika haru kujiondos wakati wowote kwa kustaarifi mtafiti Eunice Kombe kupitia namba ya simu namba +255758095080. Kamari ya Maadili ya Utafiti ya chuo kikuu idabihiriki cha Tiba Kilimanjaro kwa simu namba 0272753909 na MATHREC/NIMR kwa simu namba +255-22-2121400 ili kutua sababu yoyote, na bila huduma za matibabu, elimu au haki za kisheria kuathirwa.
- Ninaelewa kuwa basi ya kujumoni, taarifa zayokazanywa hali zangu ya kujumoni zitajumuliwa katika matokeo ya utafiti.
- Ninaelewa kuwa maelezo yaliyokusanywa kumikusa yatatunika kwenye utafiti mwingine katika siku zijazo na yanawasa kutumika pasipo taarifa zangu binafsi katikana na watafiti wengine.
- Ninaelewa kuwa kwa kushiriki katika utafiti huu nina haki ya kuhifua gharama za utafiti wa kwenda au kutoka kwenye ongo la utafiti ama kwa gharama za maelezo ya gari.
- Ninakubali kushiriki katika utafiti hapo juu.

BI. EUNICE KOMBE 9/2/24  
Jina la mshiriki Tarehe Sahiti  
PETRA ROBNIK 8th of February  
Jina la Mtafiti Tarehe Sahiti Robnik

Slika 5. Prstni odtis pri »podpisu« soglasja o sodelovanju v raziskavi

o zavestni in svobodni privolitvi v sodelovanje v raziskavi jim je pomagal prevajalec, namesto podpisa pa so nekateri prispevali prstni odtis.

## Pogovori o skokih, gibalnih navadah in prehrani ter še kakšna zanimivost

Masaji so polnomadsko ljudstvo, ki se zaradi potrebe po vodi in hrani za svojo živino nenehno seli, zato ne gradijo stalnih hiš. Hiše, imenujejo jih *emanjate*, so zgrajene iz lesenih palic, blata in slame ter stojijo znotraj ograde oziroma *bome*. Tako so vasi z lesenimi palicami in trnjem zavarovane pred divjimi živalmi.

Zaradi ugodnejših razmer, ki so jih našli v Tanzaniji in Keniji, se manj selijo ali pa se sploh ne več. Njihovo življenje je tesno povezano z govedom in kozami, ki zanje predstavljajo največjo vrednost, tako z ekonomskega vidika kot tudi zaradi hrane in

možnosti prodaje. V Tanzaniji naj bi v različnih delih države živeli štirje klanji Masajev. V naši raziskavi je sodeloval klan Irkisongo, ki naseljuje severno regijo, kamor spadajo Manyara, Arusha in Ngorongoro. Poznamo še klan Lumbwa, ki živi v predelu Morogoro, ter klana Saleh in Laitayo, katerega pripadniki prebivajo na območju Loliondo blizu meje s Kenijo. Med seboj se klani razlikujejo po slogu oblačenja, načinu govora in drugem. V klanu Irkisongo lahko dečki po 15. letu starosti postanejo bojvnik. Pomemben obred pred tem je obrezovanje, saj takrat postanejo »pravi moški«. Pred obredom jih čaka preizkušnja, s katero ocenijo njihovo pripravljenost, saj med obredom ne smejo pokazati šibkosti ali bolečine. Preizkušnja poteka tako, da jim z nožem naredijo luknjo v ušesno mečico – večja je luknja, močnejši naj bi bil Masaj (trenutno se ta preizkušnja ne uporablja več v tolikšnem obsegu oziroma jo opuščajo). Če ne prenesejo te bolečine, niso pripravljeni na tisto pri obrezovanju, saj ne uporabljajo



Slika 6. Levo v ozadju boma, desno emanjata

anestetikov. Prav ti mladi možje oziroma bojevniki sodelujejo v ponavljajočih se skokih med obredi. Masaji začnejo skoke izvajati že zgodaj v otroštvu, vendar uradno začnejo skakati (med ceremonijami) takrat, ko postanejo morani. Kot otroci posnemajo njihovo skakanje med opazovanjem ob obredih, s čimer pravzaprav že začnejo vaditi skoke. Morani imajo dve nalogi, to sta

varovanje skupnosti pred divjimi živalmi in vodenje živine na pašo v zgodnjih jutranjih urah, zlasti v sušnem obdobju, ko iščejo hrano in vodo. V tem obdobju lahko v eno smer prehodijo 20–25 kilometrov, medtem ko lahko najmočnejši oziroma najvzdržljivejši prehodijo tudi do sto kilometrov na dan. Poleg hoje so izvrstni v metanju kopja, kar jim omogoča učinkovito zaščito živali

pred napadi divjih zveri, hkrati pa so tudi izjemno hitri tekači.

Njihova tradicionalna in glavna prehrana je sestavljena predvsem iz mleka, mesa in krvi, ki jih pridobivajo od svojih živali. Kri odvzamejo živi živali, najpogosteje govedu, po posebnem postopku. Živali najprej z vrstico zavežejo vrat in jo zategnejo, da žila postane vidna. S posebnim pripomočkom, podobnim puščici, imenujejo ga *oyemonet*, ustrelijo v žilo, spodaj pa nastavijo posodo *kalabaš*, v katero steče kri. To lahko pijejo samo ali pa jo zmešajo z mlekom, pri čemer zmešajo liter krvi in liter mleka. Če pijejo samo kri, zaužijejo dva litra.

Masaji jedo dvakrat na dan. Njihov zajtrk, imenujejo ga *edaa endedekanya*, je sestavljen iz čaja z mlekom, v katerega dodajajo tradicionalna zdravila, med drugim korenino rastline *olosuki*, podobne ingverju. Zraven čaja lahko zajtrkujejo *ugali* (koruzno moko pokuhano v vodi), čeprav ta ni vedno del obroka. Za morane je značilno, da zaužijejo večje količine hrane, tako posameznik za zajtrk poje približno 1–2 kilograma ugaliya, preden odpelje živino na pašo. Kosilo, ki ga imenujejo *edaa eteipa*, obsega podobno količino hrane kot zajtrk, zraven ali pa v ugali pogosto dodajo različne vrste zelenjave ali meso. Če so čez dan na paši, enako količino pojedjo za večerjo. Masaji uživajo goveje ali kozje meso vsak dan ali pa na dva do tri dni. Na dan, ko Masaj ne je mesa, lahko popije 5–10 litrov mleka. Če ubijejo kozo in uživajo meso, tisti dan ne pijejo mleka. Posameznik lahko sam poje celo kozo in v tem tekmujejo tudi za plačilo, čeprav običajno eno kravo ali kozo poje skupina štirih do petih moranov. Njihova posebnost je tudi, da jedo meso iz lesenih palic, imenovanih *olgipet*. Obrok poteka v krogu, pri čemer en Masaj z mačeto reže meso in ga razdeljuje drugim. Kot še eno zanimivost pa lahko omenimo, da Masaji ne jedo piščančjega mesa in jajc. Če imajo kokoši, jih vzrejajo predvsem za prodajo jajc na masajskih tržnicah.



Slika 7. Prehrana Masajev (zgoraj: za kosilo ugali s kislim mlekom, za zajtrk ugali s čajem; spodaj: priprava kozjega mesa ob ognju, kalabaš).

## ■ Osnovni rezultati meritev skokov in telesne dejavnosti

Tabela 1 prikazuje rezultate skokov CMJ in SJ ter 15-sekundnega testa zaporednih skokov.

Pri skokih CMJ so bili rezultati veljavni pri vseh 30 udeležencih. Izmed treh izvedenih



Tabela 1.

Rezultati skokov CMJ in SJ ter 15-sekundnega testa zaporednih skokov

Indeksi	CMJ	SJ
Višina skoka (povprečje)	38,1 cm ± 7,3 cm	35,87 cm ± 6,59 cm
Višina skoka (min./max.)	27,57 cm / 54,98 cm	25,71 cm / 51,68 cm
Čas leta (povprečje)	554,9 ms ± 52,78 ms	538,62 ms ± 48,82 ms
Hitrost (povprečje)	1,37 ± 0,13 m/s	1,32 ± 0,12 m/s
Sila (povprečje)	1441,79 ± 255,82 N	1405,7 ± 228,54 N
Moč (povprečje)	1977,23 ± 440,45 W	1871,92 ± 492,15 W
Zaporedni skoki		
Povprečna višina	36,2 cm ± 7,75 cm	
Povprečna višina (min./max.)	24,8 cm / 49,79 cm	
% utrujenosti pri višini skoka	-0,73 % ± 7,7 %	
Povprečni čas stika s tlemi	276,9 ms ± 42,29 ms	
% utrujenosti časa stika s tlemi	15,14 % ± 12,62 %	
RSI	1,38 ± 0,48	
RSI (min./max.)	0,7 / 2,4	

Legenda: CMJ – skok z nasprotnim gibanjem, SJ – skok iz počepa, cm – centimetri, min. – minimum, max. – maksimum, ms – milisekunde, m/s – metri na sekundo, N – newton, W – vat, RSI – reaktivni indeks moči.

skokov vsakega udeleženca smo izbrali najboljšo ponovitev, pri čemer smo napačno izvedene skoke predhodno izključili. Povprečna višina skoka je 38,1 ± 7,3 cm, medtem je povprečni čas leta 554,9 ± 52,78 ms, pri čemer je povprečna hitrost 1,37 ± 0,13 m/s. Aplikacija višino, čas leta in hitrost zelo dobro oceni, sila in moč pa sta približek, pri čemer je povprečna ocenjena sila 1441,79 ± 255,82, povprečna moč pa 1977,23 ± 440,45 W.

Pri skokih SJ so bili rezultati veljavni pri 29 udeležencih, saj smo enega morali izključiti zaradi nepravilne izvedbe. Povprečna višina skoka je 35,87 ± 6,59 cm, medtem je povprečni čas leta 538,62 ± 48,82 ms, pri čemer je povprečna hitrost 1,32 ± 0,12 m/s. Povprečna ocenjena sila je 1405,7 ± 228,54 N, povprečna moč pa 1871,92 ± 492,15 W.

Pri zaporednih skokih smo uporabili 15-sekundni test skakanja. Pri tem testu so bili rezultati veljavni pri 26 udeležencih, preostale smo morali izključiti, saj meritvenega testa niso končali. Povprečna višina skoka je 36,2 ± 7,75 cm, pri čemer povprečen odstotek utrujenosti znaša -0,73 ± 7,7 %, medtem je povprečni čas stika s tlemi 276,9 ± 42,29 ms, pri čemer povprečni odstotek utrujenosti znaša 15,14 ± 12,62 %. Povprečna vrednost RSI znaša 1,38 ± 0,48.

Udeleženci so v naši raziskavi senzorje ActivPal nosili neprekinjeno štiri dni. Tabela 2 prikazuje podatke, pridobljene iz senzorjev ActivPal, za povprečje enega dneva.

Povprečno število korakov za obdobje enega dneva znaša 19269,91 ± 4540,71. Senzorji ActivPal poleg merjenja števila korakov ocenjujejo tudi, koliko časa (h) so v dnevu spali, ležali/počivali, sedeli, se vozili, stali, hodili in kolesarili. Senzorji ocenijo tudi, kolikokrat v dnevu so se vstali/usedli, ter ocenijo telesno dejavnost (MET.h). Vstajanje/usedanje v povprečju enega dne znaša 41,29 ± 6,7. V povprečju so na dan spali 7,63 ± 1,02 ure, ležali/počivali 0,81 ± 0,6 ure, sedeli 6,06 ± 1,53 ure, se vozili 1,02 ± 0,61 ure, stali 4,58 ± 1,01 ure, hodili 3,81 ± 0,83 ure ter kolesarili 0,01 ± 0,01 ure. V povprečju enega dne ocena telesne dejavnosti znaša 38,2 ± 1,84 MET.h.

Tabela 2.

Podatki iz senzorjev ActivPal za povprečje enega dneva

Dejavnost	Povprečje	Minimum	Maksimum
Koraki	19.269,91 ± 4.540,71	11.722	28.553,5
Vstajanje/usedanje	41,29 ± 6,7	31	55,75
Ocena dejavnosti (MET.h)	38,2 ± 1,84	35,34	42,18
Spanje (h)	7,63 ± 1,02	5,45	9,38
Ležanje/počivanje (h)	0,81 ± 0,6	0	2,33
Sedenje (h)	6,06 ± 1,53	3,13	8,88
Vožnja (h)	1,02 ± 0,61	0	2,38
Stoja (h)	4,58 ± 1,01	2,65	6,83
Hoja (h)	3,81 ± 0,83	2,68	5,6
Kolesarjenje (h)	0,01 ± 0,01	0	0,05

Legenda: h – ura; MET – metabolni ekvivalent.

## Zaključek

Masaji so znani po svojih izjemnih skakalnih sposobnostih, ki jih izvajajo med tradicionalnimi plesi in rituali. Rezultati naše raziskave kažejo, da so izvrstni zlasti pri specifični nalogi zaporednih skokov, pri čemer dosejajo zelo visoke rezultate. Njihova izjemna uspešnost pri tem kaže na odlično sposobnost hitrega preklapljanja med ekscentrično in koncentrično kontrakcijo, kjer pride do SSC, pri čemer je ključna sposobnost mišic in tetiv, da hitro preklaplja med ekscentrično in koncentrično fazo. Masaji velik del dneva preživijo na prostem in v gibanju, kar je v nasprotju s tehnološko razvitejšim svetom, v katerem prevladuje sedentarni način življenja. Tehnološki napredek in sodobni način dela sta občutno zmanjšala potrebo po fizični dejavnosti v vsakdanjem življenju. Ljudje veliko več časa presedijo, v službi, doma pred televizorjem ali za računalnikom ter v avtomobilih med vožnjo. Tehnologija je zelo poenostavila številna nekoč fizično zahtevnejša opravila (avtomobili, dvigala itd.), zato se je zmanjšala potreba po telesnem naporu. Manjši vpliv tehnologije pri Masajih in njihov način življenja (pastirstvo) zahtevata veliko gibanja, zato ohranjajo visoko raven telesne kondicije in zdravja. Ta primerjava poudarja pomen telesne dejavnosti za zdravje in dobro počutje ter izpostavlja izzive, s katerimi se srečujejo sodobne družbe pri ohranjanju telesne pripravljenosti in zdravja v dobi tehnološkega napredka. Prehrana Masajev je povezana z njihovim načinom življenja, ki odseva njihovo kulturo in prilagoditve okolju, pri čemer govedo in koze predstavljajo glavni vir preživetja, tako s prehranskega kot ekonomskega vidika. Masaji redko zbolijo – če pa se to zgodi, se najprej



Slika 8: Skupini Masajev

zdravijo s tradicionalno medicino in zdravnik obiščejo šele, če ta ne pomaga. Pri njih ni zaznani kroničnih nenalezljivih bolezni oziroma je ta pojav res redek v primerjavi s tehnološko razvitim svetom, v katerem so te bolezni čedalje večji in vse bolj razširjeni problem.

## Literatura

1. De Ruiter, C. J., Vermeulen, G., Toussaint, H. M. in de Haan, A. (2007). Isometric knee-extension torque development and jump height

in volleyball players. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(8), 1336–1346. <https://doi.org/10.1097/mss.0b013e318063c719>

2. Gibney, M. J. in Burstyn, P. G. (1980). Milk, serum cholesterol, and the Maasai. *Atherosclerosis*, 35(3), 339–343. [https://doi.org/10.1016/0021-9150\(80\)90131-8](https://doi.org/10.1016/0021-9150(80)90131-8)
3. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. in Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3), 551–555. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2)

4. Refsdal, A. S. (2017). *Jump performance in Maasai jumpers and Caucasian controls* [Magistrsko delo]. Norveška šola za vede o športu. <https://nih.brage.unit.no/nih-xmlui/handle/11250/2436204>
5. Sano, K., Nicol, C., Akiyama, M., Kunimasa, Y., Oda, T., Ito, A., Locatelli, E., Komi, P. V. in Ishikawa, M. (2015). Can measures of muscle-tendon interaction improve our understanding of the superiority of Kenyan endurance runners?. *European journal of applied physiology*, 115(4), 849–859. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3067-7>
6. Shaper, A. G., Jones, M. in Kyobe, J. (1961). Plasma-lipids in an African tribe living on a diet of milk and meat. *Lancet (London, England)*, 2(7216), 1324–1327. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(61\)90900-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(61)90900-x)
7. Sheppard, J., Hobson, S., Barker, M., Taylor, K., Chapman, D., McGuigan, M. in Newton, R. (2008). The effect of training with accentuated eccentric load counter-movement jumps on strength and power characteristics of high-performance volleyball players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 3(3), 355–363.
8. Spear, T. in Waller, R. (1993). *Being Maasai: ethnicity and identity in East Africa*. London: James Currey.

dr. Žiga Kozinc, doc.,  
Univerza na Primorskem,  
Fakulteta za vede o zdravju  
[ziga.kozinc@fvz.upr.si](mailto:ziga.kozinc@fvz.upr.si)



**Naja Videmšek,  
Ana Glavač, Mateja Videmšek**

## Duševno zdravje in telesna dejavnost žensk v nosečnosti in po porodu

### Izvleček

V prispevku smo predstavili pomembnost duševnega zdravja žensk med nosečnostjo in po porodu ter vpliv telesne dejavnosti v tem obdobju. Menimo, da je vključevanje ustrezne telesne vadbe v vsakdanje življenje nosečnic in žensk po porodu ključno za ohranjanje njihovega duševnega zdravja.

*Ključne besede:* duševno zdravje, nosečnost, obdobje po porodu, telesna dejavnost



Vir: Canva

## Women's mental health and physical activity during pregnancy and after childbirth

### Abstract

In the article, we presented the importance of women's mental health during pregnancy and after childbirth as well as the impact of physical activity on this area. We believe that incorporating appropriate physical exercise into the daily lives of pregnant women and women in the postpartum period is key to maintaining their mental health.

*Keywords:* mental health, pregnancy, postpartum period, physical activity

## ■ Uvod

Življenjske prelomnice, kot so zanositev, nosečnost, porod in začetek starševstva, so za žensko, njenega partnerja in družino izziv ter vplivajo na duševno zdravje in počutje. Ženska med nosečnostjo in v poporodnem obdobju (obporodno obdobje) doživlja telesne in fiziološke spremembe, hkrati pa se dogajajo kompleksni duševni procesi. Nosečnica spreminja doživljanje sebe kot ženske, partnerice in bodoče matere, spreminjajo pa se tudi odnosi v njeni ožji in širši družini (Tomšič idr., 2022).

Med nosečnostjo in v poporodnem obdobju ženska doživlja številna pozitivna čustva, lahko pa je to obdobje polno stresa, skrbi in neprijetnega čustvovanja (Kores Plesničar, 2018). Psihično počutje vsake nosečnice je drugačno, odvisno pa je tudi od obdobja nosečnosti.

V *prvem trimesečju* ženska sprejema dejstvo, da je noseča, kar jo lahko preseneti, razveseli ali plaši. Doživlja hitre spremembe. Za prvo obdobje nosečnosti so značilni in normalni nasprotujoči si občutki. Kadar je ta razdvojenost premočna, se lahko izrazi v psihosomatskih zapletih, kot so različne krvavitve in izcedki, ponavljajoči se spontani splavi, patološko bruhanje, hipertenzivne bolezni, grozeč prezgodnji porod in različne motnje v začetku in trajanju poroda. Ženska mora sprejeti nosečnost ter se telesno in psihično pripraviti na porod (Videmšek idr., 2022).

*Drugo trimesečje* nosečnosti je običajno najmirnejše obdobje za nosečnico, čeprav sta v tem času v ospredju vprašanji, ali bo z otrokom vse v redu in kako bo potekal porod. Tudi anksiozno in depresivno razpoloženje, ki se pogosto okrepi v prvem trimesečju, v tem obdobju navadno izzvenita (Mlakar idr., 2011; Videmšek idr., 2022).

V *zadnjem trimesečju* nosečnost že postaja telesno naporna, zato si ženske kljub strahu pred porodom na koncu želijo roditi in so pripravljene, da se srečajo s svojim otrokom na drug način. V tem obdobju se anksiozno in depresivno razpoloženje spet pojavita v nekoliko blažji obliki. Psihično je ženska pripravljena na porod šele v zadnjem mesecu nosečnosti, zato je prezgodnji porod zanjo velik stres (Globevnik Velikonja in Krajnc, 2019).

## ■ Obporodne duševne stiske

Porod je za večino žensk stresen in naporen dogodek, ki ga spremljajo negotovost,

skrb in strah. Intenziven strah pred porodom imenujemo **tokofobija**. Ženska s tokofobijo se izogiba nosečnosti, porodu, želi predčasno dokončati želeno nosečnost ali zahteva carski rez. Strah pred porodom vpliva tudi na psihično zdravje žensk po porodu (Steblovnik, 2018).

V obporodnem obdobju sta najpogostejši duševni motnji **depresija in anksioznost**, saj prizadeneta petino nosečnic in žensk po porodu. V več kot polovici primerov poporodne depresije se izkaže, da so se težave začele že med nosečnostjo (Globevnik Velikonja in Krajnc, 2019).

Za **depresijo v nosečnosti** sta značilni dolgotrajna žalost in izguba zanimanja za dejavnosti, v katerih ženska sicer uživa, ob tem pa s težavo poskrbi za vsakodnevna opravila. Takšne težave trajajo vsaj dva tedna. Nosečnice z depresijo imajo manj energije, spremenita se tek in spanje, zmožnost koncentracije se zmanjša, občutijo tesnobo, neodločnost, nemir, ničvrednost, krivdo, brezup, pojavljajo se misli o samopoškodovanju ali samomoru (Nacionalni inštitut za javno

zdravje [NIJZ], 2017). Nezdravljena depresija v nosečnosti škodljivo vpliva na nosečnico, saj povečuje tveganje za neustrezno pridobivanje telesne mase in pojav nosečnostne sladkorne bolezni, pri plodu pa povečuje tveganje za prezgodnji porod, nizko porodno težo in zastoj rasti ter tveganje za slabši čustveni, socialni, kognitivni, gibalni in vedenjski razvoj otroka v prvih letih. Posledice so lahko tako za mater in otroka kot tudi odnose v družini (Misri idr., 2016; Globevnik Velikonja, 2022).

**Depresija v poporodnem obdobju** se najpogosteje pojavi med drugim in tretjim mesecem po porodu. Poleg že omenjenih najpogostejših depresivnih simptomov se lahko pojavi pomanjkanje zanimanja za otroka ter poleg misli o samopoškodovanju tudi misli o poškodovanju otroka (Kores Plesničar, 2018). Prisotni so lahko tudi trdovratna nespečnost, občutek, da ne zmore vsega, pogosto jokanje brez pravega razloga, nezmožnost, da bi se z dojenčkom dobro »ujela«, dvom, da je zmožna poskrbeti za otroka in zase (NIJZ, 2017).

**Poporodna otožnost** označuje obdobje čustvene labilnosti v prvih dneh po porodu, za katero so značilna obdobja joka, razdražljivosti, občutljivosti, zmedenosti in anksioznosti. Poporodna otožnost je zelo pogosta, doživi jo večina žensk vsaj za nekaj ur. Pripisujejo jo predvsem hormonskim spremembam in stresu v poporodnem obdobju. Če poporodna otožnost traja več kot dva tedna, se lahko razvije resnejša oblika razpoloženskih motenj po porodu (Videmšek idr., 2022).

Po porodu so lahko prisotne tudi **poporodne posttravmatske stresne motnje** s simptomi, kot so napetost, nočne more, vdiranje spominov na travmatski dogodek in pretirano avtonomno vzbujenje. Simptomi lahko trajajo več tednov ali mesecev in se včasih vrnejo ob koncu naslednje nosečnosti, kar lahko vodi tudi v **sekundarno tokofobijo** (patološki strah pred porodom) (Rai idr., 2015).

**Anksiozne motnje** v obporodnem obdobju so pogosto neprepoznane in so po nekaterih raziskavah celo pogostejše od



Vir: Canva



Vir: Canva

poporodne depresije. Pogosto se anksioznost normalizira, saj je do določene mere konstruktivna in pripomore, da ženska prilagodi življenje nosečnosti, se pripravi na porod in ustrezno poskrbi za otroka (Rai idr., 2015; Podvornik idr., 2015; Mirsi idr., 2016). Najpomembnejši anksiozni simptomi so strah, ki prežema vsakdanje misli in dejanja, kar je težko nadzorovati; panični napadi, ki žensko popolnoma preplavijo, nadzoruje pa jih le s težavo ali pa sploh ne; stalni občutki razdražljivosti in nemira; nezmožnost sprostitve, težave pri uspanju; anksioznost ali strah, ki preprečujeta ženski, da bi šla z otrokom iz hiše, ali pa jo vodita v

stalno preverjanje otrokovega stanja (Kores Plesničar, 2018).

**Strah pred smrtjo v zibelki** lahko doseže patološke dimenzije. Najpogostejša oblika tega strahu po porodu je nočno bedenje ob otroku in preverjanje njegovega dihanja, kar vodi v pomanjkanje spanja pri materi. Številne matere so pretirano zaskrbljene za otrokovo zdravje in varnost (Rai idr., 2015; Mirsi idr., 2016).

**Obsesivno-kompulzivna motnja** se lahko pojavi že v nosečnosti ali znotraj šestih tednov po porodu. Vsebina obsesivnih misli se najpogosteje nanaša na misli ali

srhljive predstave o poškodovanju otroka (Rai idr., 2015).

**Poporodna psihoza** je pri večjem deležu žensk le poslabšanje že prej obstoječe resne duševne motnje (npr. bipolarni motnje ali shizofrenije). Je najbolj dramatična, a redka poporodna duševna motnja, ki se običajno pojavi v prvem mesecu po porodu (Globevnik Velikonja, 2022).

Čeprav imajo psihični stresorji veliko vlogo pri nastanku obporodnih psihičnih motenj, vsaka ženska, ki doživlja hude strese, ne razvije psihične motnje. Genetska predispozicija in biološke spremembe, ki se dogajajo med nosečnostjo in dojenjem, lahko pripomorejo k nastanku ali poslabšanju že obstoječe psihične bolezni ali motnje (Globevnik Velikonja in Krajnc, 2019).

## ■ Kaj lahko ženske storijo za boljše počutje

Za nosečnice in doječe matere je ohranjanje zdravega življenjskega sloga pogosto velik izziv. Poskrbijo naj za dovolj spanja in gibanja ter zdravo prehrano in se odrečejo škodljivim razvadam, kot sta kajenje in uživanje alkohola. Zdravo življenje pa vključuje tudi prilagoditev delovnih obveznosti.

**Pred porodom** je pomembno utrjevanje prijateljskih in sorodniških vezi, saj sta navet in pomoč v stiski zelo pomembna. Na nosečnico ugodno vpliva tudi srečanje z drugimi nosečnicami (npr. na skupinski telesni vadbi), saj je priložnost za pogovor o stiskah in izmenjavi izkušenj posameznic o spopadanju z njimi. **Po porodu** se mamica sreča z novimi in neobičajnimi dolžnostmi, ki lahko vplivajo na njeno razpoloženje. Pogosto je izčrpana in se težko sprizani s telesnimi spremembami in novim načinom življenja. Pomembno je, da posameznica poskrbi zase in izkoristi pomoč, ki ji je na voljo (NIJZ, 2016a).

Telesna dejavnost, zdrava prehrana, spanec, meditacija in sproščanje lahko pripomorejo k boljšemu počutju. Podporo in dodatne informacije lahko ženska poišče tudi pri babici, socialni delavki, patronažni medicinski sestri ali drugih strokovnih delavcih. Zelo pomembno je, da lahko ženske o svojih občutkih in težavah spregovorijo, zato nanje blagodejno delujeta tudi pogovor in izmenjava mnenj z drugimi mamicami (NIJZ, 2016a).



Vir: Canva

Če slabo razpoloženje traja dalj časa in gre za blažje težave, naj posameznica poišče pomoč v obliki svetovanja ali psihoterapije, v primeru hudih težav pa tudi zdravniško in/ali psihiatrično pomoč (NIJZ, 2016b).

## ■ Pomen telesne dejavnosti

Telesna dejavnost je pomemben dejavnik zdravega življenja. Ženske, ki so med nosečnostjo in po porodu redno telesno dejavne, izražajo bolj pozitivna čustva, so bolj razpoložene ter imajo manj nosečniških in poporodnih težav kot telesno nedejavne ženske (Videmšek idr., 2022). Ustrezna telesna dejavnost pozitivno vpliva na njihovo telesno in psihično počutje; ohranja telesno pripravljenost, ustrezno telesno maso, zmanjšuje stres, dviguje samozavest in samopodobo (Videmšek idr., 2015).

Gibanje žensko sprošča, v njej se prebudijo številna pozitivna čustva. Postane pozornейša na delovanje lastnega telesa, kar pomeni, da začuti, kaj njeno telo potrebuje – hrano, tekočino, gibanje ali počitek. Vse to ji telo sporoča samo (Villar-Alises, 2023). Prav poznavanje lastnega telesa znotraj izbranih telesnih dejavnosti in sprostitvenih tehnik ji daje dober občutek, da se zna sprostiti, razvedriti in sama pripomore k svojemu dobremu počutju (Videmšek in Šuštaršič, 2021).

Raziskave so pokazale, da telesne dejavnosti, ki temeljijo na sprostitvenih tehnikah, ustreznem dihanju in poslušanju primerne glasbe, izjemno pozitivno vplivajo na duševno zdravje nosečnice (Barakat idr., 2015; Zupanič idr., 2016). Številni strokovnjaki poudarjajo zlasti pomen joge v obdobju nosečnosti, ki preprečuje oziroma zmanjšuje strah, stres, anksioznost in depresijo (Sattyaprya idr., 2013; Newham idr., 2014; Gong idr., 2015), izboljša čustveno ravnovesje in spanec, poveča sprejemanje in razumevanje sprememb v telesu (Bakri idr., 2021), vpliva na večjo povezanost z nerojenim otrokom ter izboljša psihično pripravljenost na porod (Styles idr., 2019). Joga, pilates in druge sprostitvene telesne dejavnosti med nosečnostjo pozitivno vplivajo tudi na življenje ženske po porodu. Pri organiziranih skupinskih vadbah se povečata socialni stik z drugimi nosečnicami in možnost za izmenjavo izkušenj.

Rezultati številnih raziskav so pokazali, da so tudi aerobne dejavnosti zelo pomembne za vzdrževanje oziroma izboljšanje

duševnega zdravja nosečnic in žensk po porodu. Robledo Colonia idr. (2012) so ugotovili, da nadzorovana skupinska aerobna vadba vpliva na zmanjšanje izražene simptome depresije pri ženskah v nosečnosti in po porodu, Wipfli idr. (2008) ter Shivakumar idr. (2011) pa menijo, da tudi druge oblike aerobne dejavnosti, ki se izvajajo po splošnih smernicah za telesno dejavnost, učinkovito izboljšajo njihovo samozavest ter zmanjšajo simptome depresije in anksioznosti.

Redna aerobna vadba med nosečnostjo pripomore k lažšanju stresa, izboljšanju razpoloženja in spanca ter zmanjšanju tveganja za depresijo in anksioznost, poleg tega pomaga pri ohranjanju zdrave telesne mase, izboljšuje krvni obtok, povečuje vzdržljivost ter zmanjšuje tveganje za gestacijski diabetes in preeklampsijo. Aerobna telesna dejavnost, zlasti če se izvaja v naravi, ima pomemben vpliv na duševno zdravje žensk tudi po porodu, saj se lahko nadaljuje kot del procesa okrevanja (Villar-Alises, 2023). Pomaga pri izgubi telesne mase, krepi mišice ter izboljša vzdržljivost in splošno počutje ženske. Redna vadba lahko pomaga tudi pri obvladovanju stresa in skrbi, povezanimi z novimi izzivi materinstva, ter povečuje samozavest in občutek nadzora.

Pomembno je izbrati varno in primerno raven aerobne dejavnosti, ki ustreza telesni pripravljenosti posameznice. Zelo koristni so sprehodi na svežem zraku, ki lahko pomagajo pri ohranjanju vzdržljivosti, sproščanju, zmanjšanju stresa in tesnobe, prav tako je zelo priporočljivo tudi plavanje, ki zmanjšuje obremenitev sklepov in hrbtenice ter blagodejno vpliva na telo in um.

Daley idr. (2015) ugotavljajo, da katerikoli tip telesne dejavnosti pozitivno vpliva na duševno zdravje žensk v nosečnosti in po porodu. Nasprotno pa pomanjkanje gibanja vodi k bolj nezdravemu prehranjevanju, povečevanju telesne mase in kopičenju različnih težav ter posledično slabšemu psihičnemu počutju. To povzroči začarani krog, ko se nedejavne ženske zaradi množice tegob in nerazpoloženi tolažijo s priljubljeno hrano, imajo vse več kilogramov in čedalje pogosteje sede preživljajo svoj prosti čas.

Telesna dejavnost ponuja možnost druženja, kar vodi v prijateljstva, ki imajo za skupno izhodišče šport. Nosečnice se v vadbenih skupinah spoznavajo, izmenjajo mnenja, izkušnje, se pogovarjajo o porodu



Vir: Laura Karamatič

ter tako preženejo strah in se sprostijo, kar pozitivno vpliva na njihovo psihično počutje (Villar-Alises, 2023).

Pri podpori psihičnega počutja ženske v nosečnosti in po porodu ima pomembno vlogo njen partner. Med nosečnostjo ji lahko pomaga pri ohranjanju aktivnega življenjskega sloga, spodbuja zdrave prehranjevalne navade in zagotavlja čustveno podporo ob številnih spremembah v njenem telesu. Podpora partnerja je pomembna tudi po porodu, saj mora ženska okrevati, se otepa z utrujenostjo in spremembami razpoloženja. Partner lahko pomaga ženski najti čas in motivacijo za telesno vadbo, ji pomaga pri organizaciji in varstvu otroka ter ji daje moralno podporo in spodbudo. Pomembno je, da skupaj ustvarita okolje, ki spodbuja telesno dejavnost kot del celostne skrbi za duševno in telesno zdravje ženske v nosečnosti in po porodu.

## ■ Sklep

Redna telesna dejavnost žensk med nosečnostjo in po porodu ima izjemen pomen pri ohranjanju njihovega duševnega zdravja, poleg tega izboljšuje telesno počutje, zmanjšuje stres, tesnobo in depresijo ter povečuje samozavest in samopodobo. Zato je zelo pomembno, da ženske tudi v teh življenjsko pomembnih obdobjih vključijo telesno dejavnost v svoj vsakdanjik ter tako pozitivno vplivajo na svoje telesno in duševno zdravje.

## Literatura

- Barakat, R., Perales, M., Garatachea, N., Ruiz, J. R. in Lucia, A. (2015). Exercise during pregnancy. A narrative review asking: What do we know? *British Journal of Sports Medicine*, 49(21), 1377–1381.
- Globevnik Velikonja, V. (2022). Obporodna depresija: preventiva, diagnostika in oblike nefarmakološkega zdravljenja. V P. Jelenko Roth (ur.), *Duševno zdravje v obporodnem obdobju* (str. 30–47). Nacionalni inštitut za javno zdravje.
- Globevnik Velikonja, V. in Krajnc, M. (2019). Možne psihološke težave. V N. Tul Mandič (ur.) in A. Verovšek (ur.), *Vodnik za bodoče starše* (str. 21–24). Zavarovalnica Triglav.
- Gong, H. idr. (2015). Yoga for prenatal depression: a systematic review and metaanalysis. *BMC Psychiatry*, 15, 14.
- Kores Plesničar, B. (2018). Perinatalna depresija. V 1. *Mariborski tečaj Psihosomatike v ginekologiji in porodništvu* (str. 71–76). Klinika za ginekologijo in perinatologijo, Univerzitetni klinični center Maribor.
- Misri, S., Abizadeh, J. in Nirwan, S. (2016). Depression during Pregnancy and the Postpartum Period. V *The Oxford handbook of perinatal psychology* (111–131). Oxford, New York, Oxford University Press.
- Mlakar, K., Videmšek, M., Vrtačnik Bokal, E., Žgur, L. in Ščepanovič, D. (2011). *Z gibanjem v zdravo nosečnost*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Nacionalni inštitut za javno zdravje. (2016a). *Kako preprečiti in obvladovati obporodne duševne stiske?* <https://www.nijz.si/sl/kako-preprečiti-in-obvladovati-obporodne-duševne-stiske>
- Nacionalni inštitut za javno zdravje. (2016b). *Obporodne duševne stiske*. <https://www.nijz.si/sl/kako-preprečiti-in-obvladovati-obporodne-duševne-stiske>
- Nacionalni inštitut za javno zdravje. (2017). *Depresija v nosečnosti in po porodu*. <https://www.nijz.si/sl/depresija-v-nosečnosti-in-po-porodu>
- Newham, J. J. idr. (2014). Effects of yoga on maternal anxiety and depression: a randomized controlled trial. *Depression and Anxiety*, 31(8), 631–640.
- Podvornik, N., Velikonja, V. G. in Praper, P. (2015). Depression and Anxiety in Women During Pregnancy in Slovenia. *Slovenian Journal of Public Health*, 54(1), 45.
- Rai, S., Pathak, A. in Sharma, I. (2015). Postpartum psychiatric disorders: Early diagnosis and management. *Indian Journal of Psychiatry*, 57(2), 216–221.
- Robledo Colonia, A. F., Sandoval-Restrepo, N., Mosquera-Valderrama, Y. F., Escobar Hurtado, C. in Ramírez Vélez, R. (2012). Aerobic exercise training during pregnancy reduces depressive symptoms in nulliparous women: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*, 58(1), 9–15.
- Satyapriya, M., Nagarathna, R., Padmalatha, V. in Nagendra, H. R. (2013). Effect of integrated yoga on anxiety, depression & well being in normal pregnancy. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 19(4), 230–236.
- Shivakumar, G., Brandon, A. R., Snell, P. G., Santiago-Muñoz, P., Johnson, N. L., Trivedi, M. H. in Freeman, M. P. (2011). Antenatal depression: a rationale for studying exercise. *Depression and anxiety*, 28(3), 234–242.
- Styles, A., Loftus, V., Nicolson, S. in Harms, L. (2019). Prenatal yoga for young woman: a mixed methods study of acceptability and benefits. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 19, 449.
- Tomšič, Z., Drglin, B. Mihevc, P. in Kotar, S. (2022). Sodobni znanstveni izsledki: za prepoznavanje, podporo, pomoč in zdravljenje duševnih stisk v obporodnem obdobju. V P. Jelenko Roth (ur.), *Duševno zdravje v obporodnem obdobju* (str. 8–17). Nacionalni inštitut za javno zdravje.
- Videmšek, M., Bokal Vrtačnik, E., Ščepanovič, D., Žgur, L., Videmšek, N., Meško, M. ... Hadžić, V. (2015). Priporočila za telesno dejavnost nosečnic. *Zdravstveni Vestnik*, 84, 87–98.
- Videmšek, M. (ur.) in Šuštaršič, A. (ur.) (2021). *Življenjski slog nosečnic*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Videmšek, M., Šuštaršič, A., Hadžić, V., Videmšek, N., Karpljuk, D. in Karamatič, L. (2022). Aktivna nosečnica; Zdrav življenjski slog v nosečnosti in po porodu. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Villar-Alises, O., Martínez-Miranda, P. in Martínez-Calderon, J. (2023). Prenatal yogabased interventions may improve mental health during pregnancy: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1556.
- Vrtačnik Bokal, E. in Karpljuk, D. (2008). The state of mind of less physical active and regularly physically active women in the second trimester of their pregnancies. *Acta universitatis palackianae olomucensis gymnastica*, 38(3), 37–44.
- Wipfli, B. M., Rethorst, C. D. in Landers, D. M. (2008). The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and doseresponse analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(4), 392–410.
- Zupanič, S., Ščepanovič, D. in Globevnik Velikonja, V. (2016). Vpliv sprostitvenih metod na duševno in fiziološko stanje zdravih nosečnic z visokim tveganjem : pregled literature / Relaxation methods impact on psycho-physiological state in healthy and high risk pregnant women. *Fizioterapija: Glasilo Društva Fizioterapevtov Slovenije*, 24(1), 35–42.

Naja Videmšek, dr. med., psihoanalitična psihoterapevtka (ECP)  
 naja@psihoterapija-videmsek.si



Uroš Zadnik,  
Igor Štirn, Frane Erčulj

## Strukturna analiza asistenc pri vrhunskih košarkarskih ekipah

### Izvleček

Asistence so eden izmed najpomembnejših pokazateljev učinkovitosti košarkarske igre v napadu. O asistenci govorimo, kadar igralec po sprejemu podane žoge neovirano vrže na koš in doseže zadetek. V raziskavi podrobneje proučimo strukturo asistenc, in to na vzorcu najboljših evropskih državnih reprezentanc. Rezultati kažejo, da skoraj 60 % vseh asistenc izvedejo branilci (igralci tipa 1 in 2), največ (več kot polovico) pa jih prejmejo centri (igralci tipa 4 in 5). Največ asistenc je bilo izvedenih iz vodenja v gibanju, pri čemer so bili podajalci najpogosteje v območju nad črto prostih metov. Pri podeljevanju asistenc so bile nekoliko pogosteje (53 %) uporabljene soročne podaje kot podaje z eno roko in precej pogosteje (80 %) neposredne podaje kot podaje z odbojem od tal. Igralci, ki so prejeli asistenco, so se predhodno odkrili, vtekli pod koš ali pa so podaje sprejeli na mestu. Vsi trije načini so med seboj precej uravnoteženi. Na podlagi rezultatov raziskave bodo lahko košarkarski trenerji lažje načrtovali vadbo za izboljšanje skupinske in moštvene taktike svoje ekipe, ob tem pa tudi situacijsko vadbo podaj.

*Ključne besede:* košarka, asistenca, evropsko prvenstvo, tehnika



## Structural analysis of assists in elite basketball teams

### Abstract

Assists are one of the most important indicators of offensive efficiency in basketball. An assist is when a player, after receiving a pass, makes a smooth shot to the basket and scores. In this study, we take a closer look at the structure of assists, using a sample of the best European national teams. The results show that almost 60% of all assists are given by guards (type 1 and 2 players), while most (more than half) are received by centers (type 4 and 5 players). Most assists were given from dribbling in movement, with assistants most often located in the area above the free throw line. When giving assists, two-handed passes were used slightly more often (53%) than one-handed passes and direct passes were used much more often (80%) than bounce passes. Players who received an assist had previously uncovered themselves, ran under the basket or received a pass in place. All three modes are fairly balanced between each other. Based on the results of the study, basketball coaches will be better able to plan training sessions to improve their team's group and team tactics, as well as situational passing practice.

*Keywords:* basketball, assist, European Championship, technique



## ■ Uvod

Podaje so zelo pomemben element košarkarske igre. Erčulj, Mirt in Štrumbelj (2016) ugotavljajo, da najboljše ekipe v evroligi izvedejo na tekmo v povprečju 268 podaj, pri katerih se največkrat (pri več kot 60 %) uporabljajo podaje z obema rokama. Različne tehnike podajanja z eno roko se pojavljajo v manj kot 40-odstotnem deležu, od tega je podaj z dominantno roko približno trikrat več kot podaj z nedominantno. Več kot polovico podaj na tekmi izvedejo branilci, toliko kot krila in centri skupaj. Približno tri četrtine vseh podaj je izvedenih neposredno, preostale pa posredno (z odbojem od tal). Pri mladih košarkarjih so ta razmerja podobna, v manjšem deležu pa se pojavljajo podaje z nedominantno roko. Uspešnost podajanja se s starostjo igralcev povečuje, prav tako povprečna dolžina podaj (Erčulj, Debeljak in Štrumbelj, 2016). Po nekaterih ugotovitvah se več kot polovica podaj izvede z mesta, sledijo podaje iz vodenja, medtem ko sta deleža podaj iz skoka in iz teka skoraj zanemarljiva (Papež, 2015). Primerjava med zmagovalnimi in poraženimi ekipami kaže, da pri zmagovalnih zasledimo v povprečju več napadov, pri katerih je bilo izvedenih najmanj 5 podaj. Nasprotno pa je pri poraženih ekipah več napadov z manj kot petimi podajami (Ortega idr., 2006).

Podaje uvrščamo med tehnične elemente košarke. Enako velja za različne načine lovljenja žoge, ki so neposredno povezani s podajanjem, saj je vsako podano žogo seveda treba tako ali drugače ujeti. Akcija med dvema igralcema, ki vključuje podajo in lovljenje, pa ima tudi že taktični značaj. Prihaja namreč do neposrednega sodelovanja med dvema igralcema, pri čemer mora eden natančno, pravočasno in s primerno hitrostjo podati žogo drugemu, ta pa žogo ulovi praviloma po uspešnem odkrivanju na zunanjem položaju ali po vtekanju pod koš. Pri tem mu s postavljanjem blokade lahko pomaga tudi tretji soigralec. Igralec, ki je žogo sprejel, lahko akcijo zaključi z metom na koš ali pa napad nadaljuje s preigravanjem ali nadaljnjo podajo soigralcu.

Ko igralec po sprejemu podane žoge neovirano vrže na koš in doseže zadetek, govorimo o asistenci. Ta torej predstavlja najučinkovitejšo možnost podaje, ki velja za enega izmed najpomembnejših statističnih parametrov košarkarske igre. Dodatno vrednost ji daje to, da je asistenca

praviloma eden izmed parametrov pri t. i. dvojnem ali trojnem dvojčku, ki imata zelo veliko težo, ko govorimo o vrednotenju uspešnosti (učinkovitosti) igre posameznih igralcev, predvsem zunanjih.

Vsa uradna košarkarska tekmovanja, pri katerih se beleži statistika igre, naj bi imela v svojih pravilih jasno in objektivno opredeljen pojem asistenca, ki ga morajo uradne osebe, odgovorne za statistiko, dobro poznati. Po navodilih za statistike mednarodne košarkarske organizacije FIBA, v okviru katere poteka večina košarkarskih tekmovanj, med asistencami prištevamo vse podaje (tudi igralcu zunaj rakete), po katerih igralec doseže zadetek ali pa je bila med metom nad njim storjena osebna napaka, ne da bi moral pri tem preigrati obrambnega igralca, oziroma če lahko neovirano prodre proti košu ali neovirano vrže na koš ne glede na oddaljenost meta. Pred metom lahko tudi preide v vodenje (FIBA, 2018).

Ameriška košarkarska liga NBA (National Basketball Association) je v pomoč statistikom za lažje prepoznavanje in beleženje asistenc na svojih spletnih straneh (<https://videorulebook.nba.com/rule/table-stats/>) objavila videoposnetke primerov vseh situacij, ki ustrezajo definiciji asistenc (NBA Video Rulebook, 2020). Pri tem je nekaj manjših razlik glede na to, kako asistenc opredeljuje FIBA. V ligi NBA včasih šele po pregledu posnetka (oziroma po tekmi) igralcu priznajo ali pa odvzamejo asistenco. To seveda dodatno potrjuje njen pomen v najmočnejši košarkarski ligi. Poleg tega se je v zadnjem času pojavila še kategorija t. i. sekundarne asistenc. Ta se pripíše igralcu, ki je žogo podal soigralcu, ta pa je nato izvedel asistenco (asistentu) v manj kot 1 sekundi in pri tem ni prešel v vodenje žoge. Ugotovljeno je bilo, da ekipe z večjim številom sekundarnih asistenc v NBA lažje prihajajo do odprtih, neoviranih metov (Supola idr. 2022). Prav tako so (na podlagi velikega števila tekem v NBA) že razvili model oziroma metodo merjenja, ki je sposobna določiti, ali je za igralca, ki je žogo (podajo) sprejel, boljša izbira met na koš ali podaja prostemu soigralcu (t. i. extra pass), ki je v še boljšem položaju za met (Supola idr. 2023).

Številni raziskovalci, ki se ukvarjajo s preučevanjem uspešnosti košarkarske igre, poskušajo najti razloge za to, da so nekatere ekipe uspešnejše od drugih, in iščejo glavne dejavnike, ki ločijo bolj uspešne od manj uspešnih ekip ali pa zmagovalce od poražencev. Pri tem si nekateri pomagajo

tudi z analiziranjem parametrov igre, ki se beležijo v košarkarski statistiki. Igralce in ekipe med seboj primerjajo po uspešnosti meta, številu asistenc, skokov, izgubljenih ali pridobljenih žog idr.

Lorenzo idr. (2010) so v svoji raziskavi ugotovili, da so imele zmagovalne ekipe na evropskem prvenstvu za košarkarje, stare do 16 let, v povprečju več asistenc kot poražene in manj izgubljenih žog. Pomen obeh omenjenih parametrov se je izrazil zlasti na izenačenih tekmah oziroma pri izenačenih ekipah.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Ibáñez idr. (2009), ki so analizirali ključne parametre za zmaganje pri košarkarjih, starih do 20 let. Uspešni meti za dve točki, obrambni skoki in asistenc so bili po njihovih ugotovitvah ključni parametri pri zmagovalnih ekipah na opazovanih tekmah in so tudi statistično značilno razlikovali zmagovalne ekipe od poraženih.

Čeprav asistenc očitno pomembno vplivajo na uspešnost ekipe že v mlajših starostnih kategorijah, pa Sampaio idr. (2004) ugotavljajo, da so ekipe na mladinskem svetovnem prvenstvu v košarki zbrale manj asistenc kot tiste na članskem svetovnem prvenstvu. Poleg tega je bilo za mladinske ekipe značilno tudi večje število izgubljenih žog.

Tako kot številni drugi avtorji tudi García idr. (2013) število asistenc navajajo kot enega izmed ključnih dejavnikov, po katerih se zmagovalne ekipe razlikujejo od poraženih. Konkretno so to potrdili na tekmah rednega dela elitnega španskega prvenstva (liga ACB). Poleg večjega števila asistenc so zmagovalne ekipe zbrale tudi več obrambnih skokov ter uspešnih metov za dve in tri točke.

Še podrobneje so razlike med zmagovalci in poraženci v statistiki igre analizirali Csataljaj idr. (2009). Osredotočili so se na tekme evropskega prvenstva za člane leta 2007 in ugotovili, da so na omenjenem tekmovanju zmagovalna moštva v povprečju dosegla več asistenc kot poražena. Statistično značilne razlike v številu asistenc so se sicer pojavile le pri srečanjih, ki so se končala z največ 9 točkami razlike, pri preostalih pa ne.

Pri analizi igre ekip v ameriški ligi NCCA so Conte idr. (2018) ugotovili, da je večje število asistenc pri zmagovalnih ekipah sicer eden od pomembnih kazalnikov njihove učinkovitosti, a v nasprotju z obrambnim

skokom statistično značilno ni razlikoval zmagovalnih ekip od poraženih. Predvidevajo, da je to posledica sloga igre v tej ligi, kjer je v ospredju bolj fizična igra z veliko preigravanja in igre ena na ena v primerjavi z nekaterimi drugimi, predvsem evropskimi tekmovanji.

Melnick (2001) ugotavlja, da se z rastjo števila podaj v napadu poveča tudi število asistenc, ki so dober dokaz kakovosti sodelovanja med igralci oziroma kolektivne (timske) igre v napadu. Poleg tega so asistenc tudi močno povezane z zmagovalnim na tekmah.

Pojškić idr. (2011) so proučevali, kateri parametri statistike igre razlikujejo domače in gostujoče ekipe v jadranski ligi (takrat liga NLB) in evroligi. Avtorji navajajo večje skupno število doseženih točk, več točk začetne peterke ter več ukradenih žog in asistenc. Pri gostujočih ekipah so zaznali večje število izgubljenih žog.

Sampaio idr. (2006) so primerjali število doseženih asistenc med tremi osnovnimi tipi igralcev oz. igralnimi položaji (branilci, krila, centri) v najmočnejši španski in portugalski ligi ter ligi NBA. V vseh treh tekmovanjih največ asistenc dosegajo branilci, celo več kot krila in centri skupaj.

Na podlagi izsledkov številnih raziskav ter tudi povsem praktičnih izkušenj so se trenerji in drugi košarkarski strokovnjaki začeli zavedati pomembnosti asistenc. To zavedanje se kaže tudi v trendu, da se v najmočnejši evropski košarkarski ligi (evroligi) njihovo število vsako leto povečuje (Štrumbelj idr., 2013).

Čeprav je bilo o pomenu asistenc v košarki opravljenih kar nekaj raziskav, pa se te v večini nanašajo na asistenc kot statistični parameter košarkarske igre, pri čemer se različni avtorji omejujejo le na analizo njihovega števila v povezavi z uspešnostjo ekipe ali posameznega igralca. Podrobnejše analize, v smislu strukture asistenc, v znanstveni literaturi ni zaslediti. Tako za prakso kot teorijo košarke bi bile prav gotovo zanimive informacije o tem, kateri tipi igralcev izvedejo največ asistenc in kateri jih največ prejmejo, na katerih delih igrišča so te pogostejše in na katerih manj, na kakšen način se izvajajo (iz vodenja, z mesta, iz teka ...), kako pogosto se v akcijo dveh igralcev posredno vključuje še tretji. Na ta vprašanja v zvezi z asistencami znanost še ni ponudila ustreznega odgovora. Zato smo se odločili, da podrobneje proučimo strukturo asistenc, in sicer na vzorcu naj-

boljših evropskih državnih reprezentanc. Z analizo želimo poglobiti znanje in okrepiti razumevanje pomena tega elementa košarke, ki daje tej ekipni igri z žogo dodaten kolektivni pečat.

## Metode

Na evropskem prvenstvu v košarki leta 2022 je sodelovalo 24 ekip. V raziskavo smo zajeli 16 najboljših moštev (192 igralcev), ki so se uvrstila v osmino finala tega tekmovanja. V analizo smo vključili osem tekem osmine finala, štiri srečanja četrtfinala, dve tekmi polfinala ter finalni tekmi za tretje in prvo mesto. Na skupno 16 tekmah so ekipe izvedle 640 asistenc, na podlagi katerih smo izvedli strukturno analizo.

Za pridobitev podatkov smo uporabili tehnologijo Synergy Sports (Synergy Sports Technology, San Antonio, Teksas, ZDA, 2013). To programsko podjetje s svojimi strokovnimi kadri in tehnologijo analizira številna najpomembnejša košarkarska tekmovanja. Med drugim ima v lasti ekskluzivne pravice, da ekipam evrolige posreduje podatke o vseh njihovih tekmah, razdeljene v različne kategorije glede na njihove potrebe.

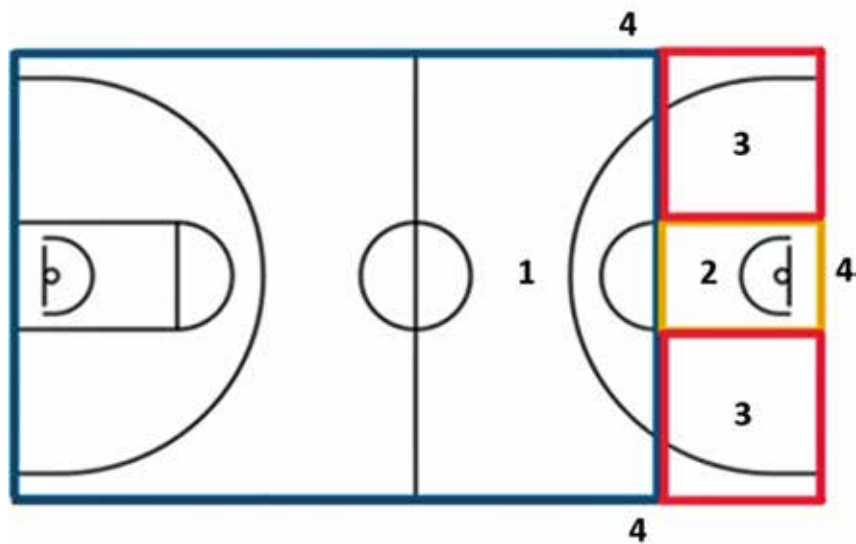
Asistenc, zajete v analizo, so beležili izurjeni strokovni sodelavci omenjenega podjetja, ki so pri tem upoštevali uradna navodila mednarodne košarkarske organizacije FIBA (FIBA, 2018). Tako smo pridobili videoposnetke vseh asistenc. Razlika v številu asistenc, zabeleženih v uradni statistiki tekmovanja, in tistih, ki so bile zajete s

pomočjo tehnologije Synergy Sports, je bila manj kot 1 %.

Vse zbrane asistenc smo razvrstili na različne načine po naslednjih merilih:

- tip igralca, ki je dosegel in prejel asistenco (1 – branilec organizator igre, 2 – branilec strelec, 3 – krilo, 4 – krilni center, 5 – center);
- asistenc, izvedene iz vodenja in brez njega;
- asistenc, izvedene v gibanju ali z mesta;
- način podaje glede na uporabo rok pri asistenci (soročno, enoročno);
- način podaje glede na let žoge pri asistenci (neposredno ali z odbojem od tal);
- način gibanja igralca pred sprejemom asistenc (odkrivanje, vtekanje, na mestu);
- lokacija (položaj na igrišču) podajalca ob asistenci (Slika 1);
- neposredna vključenost tretjega igralca pri asistenci (blokada igralcu, ki je dosegel asistenco, ali igralcu, ki je prejel asistenco);
- število asistenc pri zmagovalnem in poraženem moštvu.

Podatke smo obdelali s statističnima programoma IBM SPSS in Microsoft Excel. Uporabili smo osnovne metode opisne statistike. Opazovanim spremenljivkam smo izračunali mere centralne tendence in/ali mere razpršenosti (odvisno na merski nivo spremenljivke). Pri prikazu rezultatov smo uporabili različne oblike grafikonov (tortni, stolpčni idr.).



Slika 1. Razdelitev košarkarskega igrišča na štiri območja za določitev lokacije (položaja na igrišču) podajalca ob asistenci

Za primerjavo med zmagovalnimi in poraženimi reprezentancami v povprečnem številu asistenc smo uporabili t-test za neodvisne vzorce. Predhodno smo preverili predpostavko o normalnosti porazdelitve (Shapiro-Wilkov test) in homogenost varianc (Levenov test).

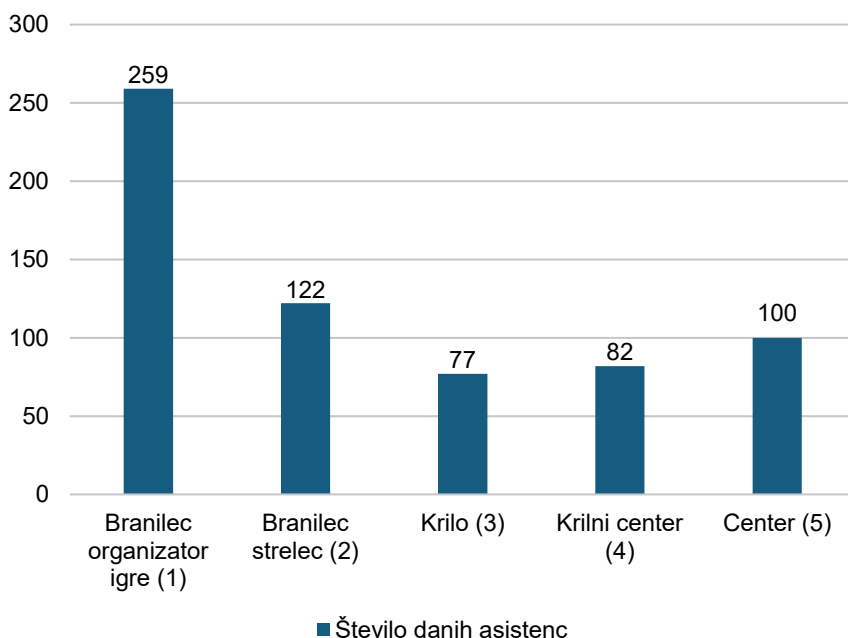
Za analizo razlik med posameznimi tipi igralcev smo uporabili enosmerno analizo variance. Predhodno smo preverili predpostavke o neodvisnosti skupin, normalnosti porazdelitve in homogenosti varianc. Pri ugotavljanju razlik v danih asistencah med igralnimi tipi smo zaradi kršenih predpostavk izvedli neparametrično obliko testa (Kruskal-Wallisov test). Pri primerjavi igralnih tipov po prejetih asistencah pa smo zaradi kršene predpostavke o homogenosti varianc izvedli neparametrično obliko testa (Brown-Forsythov test). Za dodatno primerjavo posameznih skupin med seboj smo uporabili test mnogoterih primerjav (Games-Howellov test). Vse podatke smo obdelali pri stopnji tveganja 5 %.

## Rezultati in razlaga

Kot je prikazano na Sliki 2, so največ asistenc izvedli branilci organizatorji igre (tip 1), in sicer 259 oziroma 40,5 % vseh, sledili so branilci strelci (tip 2) s 122 asistencami (19,1 %), centri (tip 5) s 100 asistencami (15,6 %) in krilni centri (tip 4) z 82 asistencami (12,8 %). Najmanj asistenc so dosegli krilni igralci (tip 3), in sicer 77 oz. 12 % vseh. Rezultati so pričakovani, saj imajo branilci žogo največkrat v posesti in izvedejo največ podaj (Marinič, 2008; Erčulj, Mirt in Štrumbelj, 2016). Razmeroma veliko število asistenc centrov nas prav tako ne preseneča, saj sodobni trendi košarkarske igre od njih zahtevajo vse boljše tehnično pripravljenost za več kreacije v napadu in uspešno uporabo različnih vrst podaj.

Ugotovili smo statistično značilne razlike med različnimi tipi igralcev po številu izvedenih asistenc (Tabela 1). S testom mnogoterih primerjav pa je bilo v nadaljevanju potrjeno, da se razlike pojavljajo le med branilci, organizatorji igre in drugimi igralnimi tipi. Pri preostalih medsebojnih primerjavah igralnih tipov v številu asistenc razlik nismo zaznali.

Poleg primerjave v izvedenih asistencah med različnimi tipi igralcev nas je zanimala tudi primerjava pri prejetih asistencah. Ugotovimo lahko, da so po prejetih asistencah izstopali visoki igralci. Centri (tip 5)



Slika 2. Primerjava števila izvedenih asistenc po tipu igralca

Tabela 1.

Prikaz razlik med tipi igralcev v številu izvedenih asistenc

Igralni tipi	<i>N</i>	<i>Me</i>	<i>IQR</i>	$\bar{x}$	<i>p</i>
branilec organizator	16	16,0	6,0		
branilec strelac	16	8,0	5,0		
krilo	16	4,0	3,0	42,93	0,00
krilni center	16	5,0	3,0		
center	16	6,0	6,0		
skupaj	80				

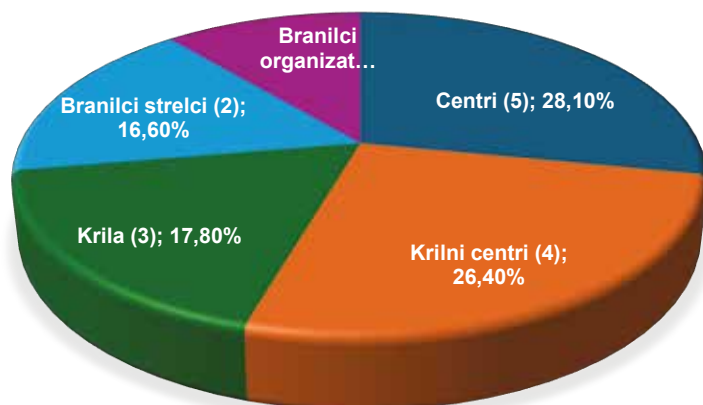
Tabela 2.

Prikaz razlik med tipi igralcev v številu prejetih asistenc

	Vsota kvadratov	<i>df</i>	<i>MS</i>	ANOVA	
				<i>F</i>	<i>p</i>
Between Groups	519,625	4	129,906		
Within Groups	648,375	75	8,645	15,027	0,000
Skupaj	1168,000	79			

so jih prejeli največ, kar 180. Sledili so krilni centri (tip 4), ki so jih prejeli 11 manj. Na tretjem mestu so bili krilni igralci (tip 3) s 114 prejetimi asistencami, branilci strelci (tip 2) so jih prejeli 106, branilci organizatorji pa so jih na 16 tekmah prejeli le 71 (Slika 3). Slednje nas ne preseneča, saj igralna vloga or-

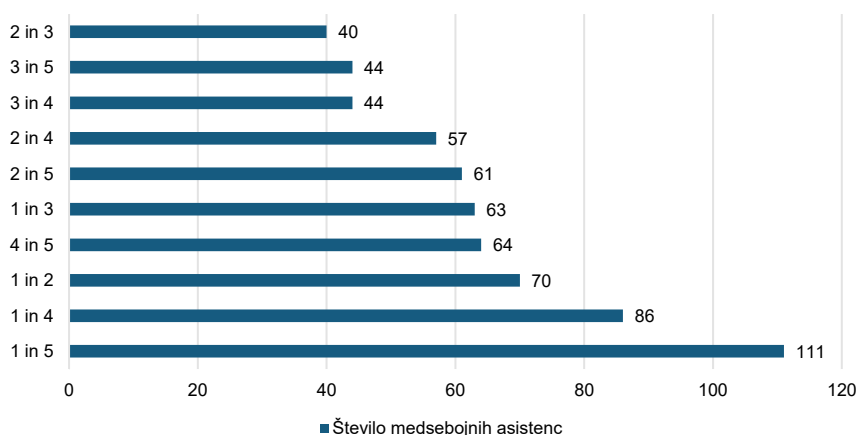
ganizatorjem narekuje kreacijo igre in razigravanje preostalih igralcev. Organizatorji so torej odgovorni predvsem za podeljevanje asistenc, in ne njihovo prejemanje. Po drugi strani pa skušajo visoki igralci (centri in krilni centri) žogo sprejeti čim bližje košu in edini način za to je podaja po globini,



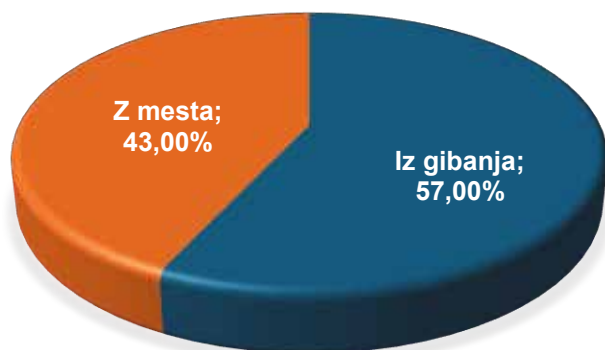
Slika 3. Deleži prejetih asistenc po tipu igralca

ki velikokrat pomeni tudi asistenco. Poleg tega so visoki igralci zadolženi za postavljanje blokad zunanjim igralcem, po katerih pogosto pride do deblokiranja (vtekanja) v smeri koša (t. i. pick and roll igra), kar predstavlja dodatno možnost za prejem asistenc (Erčulj idr., 2018).

Rezultati so tudi pokazali (Tabela 2), da so med tipi igralcev statistično značilne razlike v povprečnem številu prejetih asistenc ( $p < 0,05$ ). Z nadaljnjo statistično analizo je bilo ugotovljeno, da so branilci organizatorji prejeli statistično značilno manj asistenc kot branilci strelci, krila, krilni centri in cen-



Slika 4. Struktura sodelovanja pri asistencah med različnimi tipi košarkarjev



Slika 5. Delež asistenc po načinu gibanja podajalca

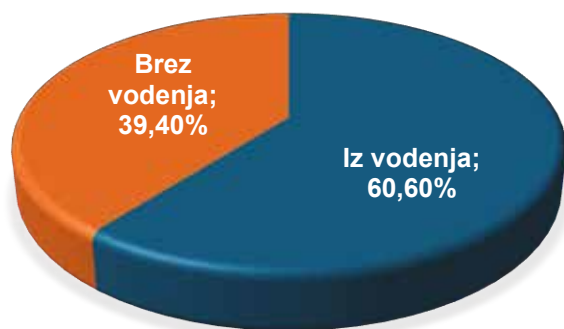
tri. Branilci strelci in krila so prejeli statistično manj asistenc kot krilni centri in centri. Med strelci in krili ter med krilnimi centri in centri pa ni statističnih razlik v povprečnem številu prejetih asistenc.

Pri nadaljnji analizi nas je zanimalo, kako pogosto pri asistencah med seboj sodelujejo posamezni tipi igralcev. Rezultati (Slika 4) so pokazali, da so pri asistencah med seboj največkrat sodelovali branilci organizatorji igre (tip 1) in centri (tip 5), v 111 situacijah, najmanjkrat pa branilci strelci (tip 2) in krila (tip 3), le 40-krat. Takšni rezultati logično izhajajo iz igralnih vlog različnih tipov igralcev in dodatno potrjujejo našo razlago.

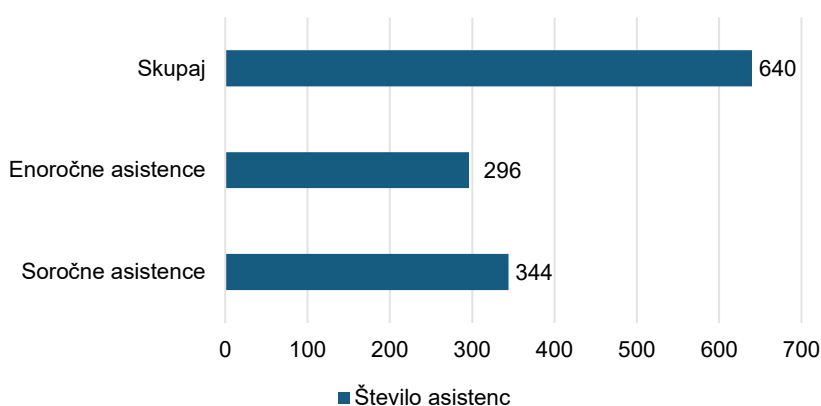
Z nadaljnjo analizo je bilo tudi ugotovljeno, da med asistencami prevladujejo tiste, ki so jih igralci izvedli v gibanju. Takšnih je bilo 365 (Slika 5). To predstavlja 57 % vseh asistenc. Asistenc z mesta so košarkarji izvedli 275-krat oziroma v 43 % vseh primerov. Asistenc, izvedene v gibanju, so v veliki meri posledica t. i. »pick and roll« ali »pick and pop« igre. Pri tovrstni akciji igralec običajno vodi žogo v gibanju, medtem ko mu drugi postavi blokado. Po tej se deblokira v smeri koša (vteka) ali od njega (se odkrije) za možen prejem asistenc. Drugi razlog za razmeroma velik delež asistenc, izvedenih v gibanju, je veliko igre ena na ena, pri kateri košarkarji brez žoge izpraznijo prostor igralcu z žogo, da ta lažje preigrava, hkrati pa s postavljanjem v prostor (širino) sebi omogočijo lažji sprejem podaje ali celo asistenc. Pri asistencah z mesta je šlo pogosto za t. i. sekundarne asistenc, ko je po prvi podaji igralec, ki je žogo sprejel, podajo samo »podaljšal« (t. i. »extra pass«) in tako soigralcu omogočil neoviran met.

V nadaljevanju smo ugotovili še, da so vrhunski evropski košarkarji večino asistenc (388) izvedli iz vodenja, takšnih brez vodenja pa je bilo nekaj manj kot 40 % (ali 252) (Slika 6). Razlog za večji delež podaj iz vodenja vidimo predvsem v tem, da so tovrstne podaje hitrejšje in manj predvidljive kot podaje z mesta. Prav tako so podaje iz vodenja pogosto posledica agresivne obrambe, saj ta na igralca, ki še ni prešel v vodenje ali pa je po njem žogo prijel, izvaja velik pritisk in mu onemogoča podajo. Seveda so podaje iz vodenja tehnično zahtevnejše, zato je pomembno, da imajo košarkarji v trening vključene kompleksne vaje, pri katerih lahko vadijo takšen način podajanja žoge in posledično tudi asistenc.

Rezultati analize so med drugim pokazali, da so bili igralci pri 336 primerih podaj iz



Slika 6. Delež asistenc z vidika uporabe vodenja

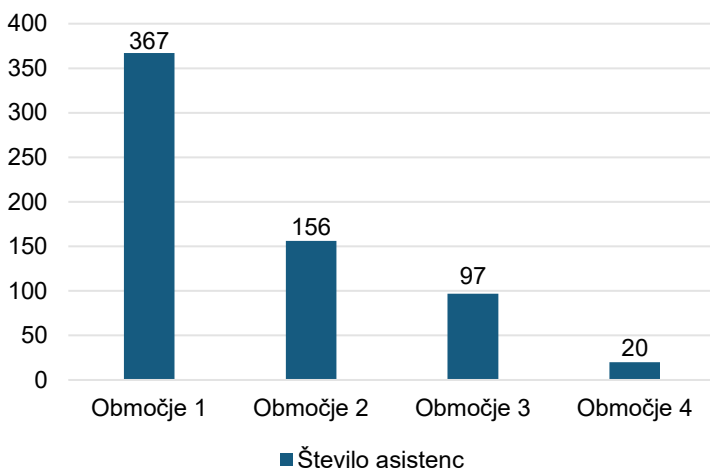


Slika 7. Struktura asistenc z vidika uporabe rok

vodenja tudi v gibanju. V 223 primerih je do asistenc prišlo, ko je igralec podal brez vodenja in z mesta. Manj značilni sta kombinaciji, ko igralec poda za asistenco med vodenjem na mestu (52) ter v gibanju brez vodenja (29).

Izmed skupno 640 asistenc je igralec (asistent) žogo podal z obema rokama pri

344 ali 53,75 % vseh. Igralci so največkrat uporabljali podajo izpred prsi ali nad glavo. Enoročnih podaj pri asistencah je bilo 296 oziroma 46,75 % vseh (Slika 7). Večji delež soročnih podaj nas ni presenetil, pričakovali smo še nekoliko večjega. Mirt (2014) je v svoji diplomski nalogi npr. ugotovil, da je ta delež pri najboljših ekipah evrolige znašal 62 %. Erčulj, Debeljak in Štrumbelj (2016)



Slika 8. Struktura asistenc glede na prostor na igrišču v trenutku podaje

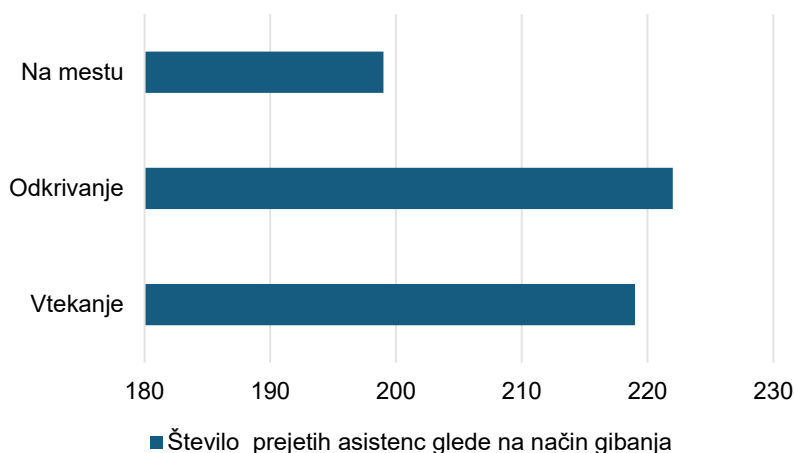
pa poročajo, da je pri mlajših dečkih, starih do 12 let, in pri kadetih, starih do 16 let, ta delež približno 60-odstoten. Razmeroma visok delež enoročnih podaj pripisujemo predvsem agresivnosti obramb. Tovrstne podaje so bile pogostejše pri tistih iz vodenja, pri asistencah z mesta pa so prevladovala dvoročna podaja.

Pri primerjavi števila neposrednih in posrednih podaj pri asistencah so velike razlike. V veliki večini primerov (80,6 %) so bile asistenc izvedene kot neposredne podaje, v manj kot 20 % pa so bile pri asistencah uporabljene podaje z odbojem od tal. Podobno ugotavljajo tudi Erčulj, Mirt in Štrumbelj (2016) na vzorcu najboljših ekip evrolige.

Največkrat je bil asistent ob podaji v prostoru nad linijo prostih metov (območje 1), in sicer v 367 primerih. Do podaje iz rakete (območje 2) je prišlo 156-krat, 97 asistenc pa je bilo izvedenih s podajo s krilnega položaja, tj. iz prostora pod črto za proste mete ter zunaj rakete (območje 3). V 20 primerih je bila asistenc izvedena med izvajanjem stranskega oziroma čelnega avta (območje 4) (Slika 8). Prevladujoči delež asistenc z območja nad črto za proste mete logično izhaja iz dejstva, da največ asistenc izvedejo branilci, ki se z žogo večinoma zadržujejo na tem območju. Asistenc iz območja 2 (rakete) predstavljajo 24 % vseh asistenc in so največkrat posledica podaj zunanjih igralcev po prodoru pod koš.

Igralci, ki so sprejeli podajo za asistenco, so se predhodno odkrili, vtekli pod koš ali pa so sprejeli podajo na mestu. Vsi trije načini sprejema žoge so precej pogosti in med seboj uravnoteženi. Po odkrivanju so igralci sprejeli žogo 222-krat, po vtekanju 219-krat in na mestu 199-krat (Slika 9). Po odkrivanju in na mestu so asistenco pogosto prejeli zunanji igralci, po vtekanju pa centri.

Rezultati so pokazali, da je bilo vključenosti oziroma neposrednega sodelovanja tretjega igralca manj, kot smo pričakovali. Pri le 80 asistencah je sodeloval tretji igralec (z blokado igralcu, ki je izvedel ali prejel asistenco), pri kar 560 pa sta neposredno sodelovala le dva igralca. Majhen delež vključenosti tretjega igralca gre po našem mnenju pripisati predvsem temu, da je obramba najboljših evropskih ekip na zelo visoki ravni. Njihova priprava na nasprotnikov napad je tako temeljita, da ekipe v napadu redko pridejo do odprtih metov iz vnaprej dogovorjenih akcij oziroma napadov. Razmeroma majhen delež sodelo-



Slika 9. Struktura asistenc glede na gibanje igralca pred prejemanjem asistenc

vanya tretjega igralca lahko pripišemo tudi pogosti uporabi individualnih napadalnih akcij (igra ena na ena) in že omenjene igre »pick and roll«.

Na vseh 16 tekmah zaključnega dela evropskega prvenstva leta 2022 skupaj so zmagovalne ekipe v povprečju dosegle asistenco več kot poražene. Zmagovalne ekipe so v povprečju zbrale 20,7 asistenc na tekmo, poražene pa 19,7. Čeprav nekateri raziskovalci ugotavljajo nasprotno, razlike v našem primeru niso presegle meje statistične značilnosti. Zanimivo pa je, da so pri tem elementu košarkarske igre zmagovalne ekipe prevladoval predvsem na polfinalnih srečanjih ter na tekmah za tretje in prvo mesto. To bi lahko kazalo na večji pomen asistenc na pomembnejših in odločilnih tekmah.

## Zaključek

Trendi kažejo, da se število asistenc pri vrhunskih košarkarskih ekipah povečuje oziroma da asistenc postajajo eden izmed najpomembnejših kazalnikov učinkovitosti igre v napadu. Ne glede na pomen asistenc pa v literaturi skoraj ne moremo zaslediti raziskav, ki bi bolj poglobljeno analizirale predvsem strukturo tega skupinskega tehnično-taktičnega elementa košarkarske igre.

Menimo, da pričujoča raziskava ponuja dober vpogled v strukturo asistenc vrhunskih evropskih košarkarskih reprezentanc. Na podlagi pridobljenih podatkov bodo lahko košarkarski trenerji in drugi strokovnjaki na tem področju lažje načrtovali vadbo za izboljšanje skupne in skupinske taktike svoje ekipe ter tudi situacijsko vadbo podaj.

datki jim bodo v pomoč tudi pri snovanju učinkovitih napadalnih akcij in tudi branjenju teh.

Upamo, da bo v prihodnosti še več raziskav obravnavalo ta pomembni element košarkarske igre. Rezultati pričujoče raziskave prav gotovo ponujajo dobro podlago za nadaljnje raziskovalno delo na tem področju. Eno izmed vprašanj, na katero bi raziskovalci lahko poskušali najti ustrezen odgovor, se nanaša na vrednotenje (rangiranje) posameznih asistenc. Tako bi ustrezno razčlenitev in vrednotenje asistenc lahko postopno vpeljali tudi v napredno statistiko igre.

## Literatura

- Conte, D., Tessitore, A., Gjullin, A., Mackinnon, D., Lupu, C. in Favero, T. (2018). Investigating the game-related statistics and tactical profile in NCAA division I men's basketball games. *Biology of sport*, 35(2), 137–143. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2018.71602>
- Csataljaj, G., O'Donoghue, P., Hughes, M. in Dancs, H. (2009). Performance indicators that distinguish winning and losing teams in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(1), 60–66. <https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868464>
- Erčulj, F., Bergant, B., Gašparin, D. in Sila, A. (2018). *Košarka v obdobju osnovne šole*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Erčulj, F., Debeljak, G. in Štrumbelj, E. (2016). Analiza uporabe različnih tipov podaj pri mladih košarkarjih. *Šport: revija za teoretična in praktična vprašanja športa* 64(3/4), 115–119.
- Erčulj, F., Mirt, G. in Štrumbelj, E. (2016). Analysis of the use of different types of passes by elite basketball teams. *Šport: revija*

za teoretična in praktična vprašanja športa, 64(1/2), 113–117.

- FIBA. (2018). *FIBA Statisticians' manual 2018*. [https://www.fiba.basketball/documents/2015/FIBA\\_Stats\\_Manual20120920.pdf](https://www.fiba.basketball/documents/2015/FIBA_Stats_Manual20120920.pdf)
- García, J., Ibáñez, S. J., Martínez De Santos, R., Leite, N. in Sampaio, J. (2013). Identifying Basketball Performance Indicators in Regular Season and Playoff Games. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 161–168. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0016>
- Ibáñez, S. J., García, J., Feu, S., Lorenzo, A. in Sampaio, J. (2009). Effects of Consecutive Basketball Games on the Game-Related Statistics that Discriminate Winner and Losing Teams. *Journal of sports science & medicine*, 8(3), 458–462.
- Lorenzo, A., Gómez, M. Á., Ortega, E., Ibáñez, S. J. in Sampaio, J. (2010). Game related statistics which discriminate between winning and losing under-16 male basketball games. *Journal of sports science & medicine*, 9(4), 664–668. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761811/pdf/jssm-09-664.pdf>
- Marinič, M. (2008). *Analiza gibanja različnih tipov igralcev na tekmi evropskega košarkarskega prvenstva za mlajše člane s pomočjo računalniškega sistema SAGIT* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport]. <https://www.fsp.uni-lj.si/COBISS/Diplome/Diploma22052750MarinicMiha.pdf>
- Melnick, M. J. (2001). Relationship between team assists and win-loss record in The National Basketball Association. *Perceptual and motor skills*, 92(2), 595–602. <https://doi.org/10.2466/pms.2001.92.2.595>
- Mirt, G. (2014). *Analiza uporabe različnega tipa podaj igralcev najboljših štirih evropskih ekip Evrolige v sezoni 2012/2013* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport]. <https://www.fsp.uni-lj.si/COBISS/Diplome/Diploma22064070MirtGrega.pdf>
- NBA Video Rulebook. (2020, december 30). *Table Stats – Assist*. <https://videorulebook.nba.com/rule/assist/>
- Ortega, E., Cárdenas, D., Sainz de Baranda, P. in Palao, J. M. (2006). Differences Between Winning and Losing Teams in Youth Basketball Games (14-16 Years Old). *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18,1–11.
- Papež, J. (2015). *Analiza strukture podaj slovenske reprezentance na košarkarskem evropskem prvenstvu leta 2013 v Sloveniji* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport]. <https://www.fsp.uni-lj.si/COBISS/Diplome/Diploma22070870PapezJoze.pdf>
- Pojškič, H., Šeparović, V. in Užičanin, E. (2011). Modelling home advantage in basketball at different levels of competition. *Acta Kinesiológica* 5, 1: 25–30.
- Sampaio, J., Godoy, S. I. in Feu, S. (2004). Discriminative Power of Basketball Game-

- Related Statistics by Level of Competition and Sex. *Perceptual and Motor Skills*, 99(3\_suppl), 1231–1238. <https://doi.org/10.2466/pms.99.3f.1231-1238>
18. Sampaio, J., Janeira, M., Ibáñez, S. in Lorenzo, A. (2006). Discriminant analysis of game-related statistics between basketball guards, forwards and centres in three professional leagues. *European Journal of Sport Science*, 6(3), 173–178. <https://doi.org/10.1080/17461390600676200>
19. Strumbelj, E., Vračar, P., Robnik-Šikonja, M., Dežman, B. in Erčulj, F. (2013). A decade of eurolig basketball: an analysis of trends and recent rule change effects. *Journal of human kinetics*, 38, 183–189. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0058>
20. Supola, B., Hoch, T. in Baca, A. (2022). The role of secondary assists in basketball – an analysis of its characteristics and effect on scoring. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 22(2), 261–276. <https://doi.org/10.1080/24748668.2022.2039090>
21. Supola, B., Hoch, T. in Baca, A. (2023). Modeling the extra pass in basketball – an assesment of one of the most crucial skills for creating great ball movement. *International Journal of Computer Science in Sport* 22(1), 13–29. <https://doi.org/10.2478/ijcss-2023-0002>

Uroš Zadnik, mag. prof. šp. vzg.  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
[uri.zadnik@gmail.com](mailto:uri.zadnik@gmail.com)



Mojca Fink,  
Matic Sašek, Darjan Smajla

## Povezave med jakostjo mišic spodnjih okončin in hitrostjo pri linearnih in zavutih sprintih

### Izvleček

Cilj raziskave je bil preučiti povezave med izometrično jakostjo izbranih mišičnih skupin ter hitrostjo pri linearnih in zavutih sprintih. V raziskavi je sodelovalo 18 preiskovancev, od tega 12 moških ( $24,8 \pm 4,7$  leta) in 6 žensk ( $20 \pm 1,3$  leta). Ob prvem obisku so izvedli meritve linearnih in zavutih sprintov, ob drugem pa meritve jakosti iztegovalk in upogibalk kolena ter odmikalk in primikalk kolka. Stopnjo povezanosti med jakostjo spodnjih okončin in hitrostjo smo preverili s Pearsonovim koeficientom korelacije. Linearno regresijo smo izvedli z namenom napovedovanja največje dosežene hitrosti pri linearnih in zavutih sprintih na podlagi jakostnih spremenljivk. Ugotovili smo statistično značilno srednjo do visoko stopnjo povezanosti med jakostjo upogibalk in iztegovalk kolena ter primikalk kolka z največjo hitrostjo pri linearnih in zavutih sprintih ( $r = 0,57-0,76$ ). Jakost odmikalk kolka je bila značilno povezana samo s hitrostjo pri zavutih sprintih. Izbrane spremenljivke izometrične mišične jakosti so pojasnile 79,3 % variance največje hitrosti linearnega sprinta (jakost iztegovalk kolena desne noge, primikalk kolka leve noge in ekscentrična jakost upogibalk kolena desne noge). Jakost primikalk kolka in upogibalk kolena desne noge sta pojasnili 68,7 % variance največje hitrosti zavitega sprinta v levo in 68,0 % variance največje hitrosti zavitega sprinta v desno. V splošnem lahko povzamemo, da jakost izbranih mišic spodnjih okončin kaže povezave z boljšimi časi in največjo razvito hitrostjo med sprinti.

*Ključne besede:* linearni sprint, zaviti sprint, mišična jakost, hitrost



## Associations between the isometric strength of selected muscle groups and the speed of linear and curvilinear sprints

### Abstract

The study was designed to investigate the associations between the isometric strength of selected muscle groups and the speed of linear and curvilinear sprints. Eighteen subjects (12 males (mean age:  $24,8 \pm 4,7$  years) and 6 females (mean age:  $20 \pm 1,3$  let)) participated in the study. Subjects performed linear and curvilinear sprints at the first visit and strength measurements at the second visit (knee extensors and flexors strength, hip adductors and abductors strength). The relationship between lower limb strength and maximum sprint speed was assessed using Pearson's correlation coefficient. Linear regression was performed to predict maximum speed in both linear and curvilinear sprints based on the strength variables. Knee flexors and extensors strength and hip adductors strength were in significant moderate to high correlation with the maximum speed of linear and curvilinear sprints ( $r = 0,57 - 0,76$ ), while hip abductors strength were correlated just with maximum speed of curvilinear sprints. Selected isometric muscle strength variables explained 79,3 % of the variance in the maximum speed of linear sprint (right leg knee extensors, left leg hip adductors and right leg eccentric knee flexor strength). Right leg hip adductors and knee flexors strength explained 68,7 % of the variance in the maximum speed of the left curvilinear sprint and 68,0 % of the variance in the maximum speed of the right curvilinear sprint. In general, high lower limb muscle strength shows correlations with better sprint times and higher developed speed during sprints.

*Keywords:* linear sprint, curvilinear sprint, muscle strength, speed



## Uvod

Sprint je večdimenzionalna veščina, ki vključuje start, pospeševanje, doseganje in ohranjanje največje hitrosti ter upočasnevanje (Delecluse, Van Coppenolle, Diels in Goris, 1992; Johnson in Buckley, 2001; Mero, Komi in Gregor, 1992; Schot in Knutzen, 1992). Sprinti se lahko izvajajo na različne načine in pri športno specifičnih akcijah niso nujno linearni, ampak lahko vključujejo tudi nelinearno gibanje in spremembo smeri.

V ekipnih športih, kot je nogomet, imata ključno vlogo tako sprintersko pospeševanje kot doseganje velikih hitrosti (Caldbeck in Dos'Santos, 2022). Dinamika nogometne igre je odvisna predvsem od različnih oblik teka, ki predstavljajo večino aktivnosti v igri (Elsner, 2014). Analize kažejo, da hitrost in količina teka naraščata s kakovostjo nogometne igre (Gualtieri idr., 2023). Največje izmerjene hitrosti sprinta med nogometno igro se gibljejo med 31 in 32 km/h, pri čemer nogometiški med tekmo izvedejo od 17 do 81 sprintov, ti pa trajajo v povprečju od 2 do 4 sekunde (Egesoy, 2022). V moštvenih športih se poleg linearnih sprintov pojavljajo tudi sprinti s spremembo smeri (Reilly, 1997). V nogometu naj bi okoli 85 % sprinterskih akcij predstavljali zaviti sprinti (angl. *curvilinear sprints*) (Caldbeck in Dos'Santos, 2022). V zadnjem obdobju se zato za vrednotenje športno specifične hitrosti v nogometu in drugih ekipnih športih vse pogosteje uporabljajo novi testi, ki merijo sposobnost sprinterskega pospeševanja in doseganja največje hitrosti med zavitimi sprinti (Filter idr., 2020).

Med sprintom po loku krožnice (*v nadaljevanju: zaviti sprinti*) mora športnik pospeševati v smeri loka krivine, kar zahteva prilagoditev tehnike sprinta, s tem pa se zmanjša končna hitrost (Caldbeck, 2020). Pri tem športnik ustvarja radialno (ali centripetalno) silo (Churchill idr., 2016; Filter idr., 2020). Da bi to učinkovito izvedel, mora med zavitim sprintom telo nagniti proti središču polmera krivine, kar vodi do nesorazmerne aktivacije mišic ter različne postavitve zunanje in notranje noge (Jones in Dos'Santos, 2023). Največje nesorazmerje pri zavutih sprintih se kaže v trajanju stika s podlago, ki je pri notranji nogi daljši kot pri zunanji (Filter idr., 2020). Med zavitim sprintom se dolžina in frekvenca korakov notranje noge značilno skrajšata (Caldbeck, 2020), saj mora ta v kratkem času proizvesti veliko silo v smeri proti središču kroženja in hkrati zavijati pod velikim kotom (Churchill,

Trewartha, Bezodis in Salo, 2016). Z večanjem polmera kroga se zmanjšuje obseg primika kolka notranje noge in obseg odmika zunanje noge, ter obrnjeno (Filter idr., 2020). Spremeni se tudi delež aktivacije posameznih mišičnih skupin. Med fazo opore notranje noge se poveča aktivnost mišic primikalk (PK) in notranjih rotatorjev kolka. Obratno se med fazo opore zunanje noge poveča aktivnost odmikalk (OK) in zunanjih rotatorjev kolka (Churchill idr., 2016; Filter idr., 2020; Judson idr., 2020).

Med pomembnimi mišičnimi dejavniki zmogljivosti pri sprintu je mišična jakost. Različne študije zaradi različnih metod merjenja kažejo nasprotujoče si rezultate. McKinlay idr. (2017) navajajo, da je izometrična jakost iztegovalk kolena (IK) pozitivno povezana s sposobnostjo izvedbe eksplozivnih gibanj (skok z nasprotnim gibanjem, skok iz počepa, globinski skok), medtem ko Requena idr. (2009) v svoji raziskavi niso zasledili značilne povezanosti med izometrično jakostjo IK in časom sprinta na 15 metrov. Alexander (1989) je ugotovil statistično značilno negativno povezavo med izokinetično jakostjo IK pri veliki kotni hitrosti in časom sprinta na 100 metrov. Ker pa med sprintom prihaja tudi do ekscentričnega krčenja upogibalk kolena (UK), nekatere študije kažejo zelo visoko pozitivno povezanost med ekscentrično jakostjo UK in hitrostjo sprinta na 30 metrov (Coratella idr., 2018). To potrjujejo tudi Marković idr. (2020), ki so ugotovili negativno povezanost med največjo ekscentrično jakostjo pri izvajanju nordijskega spusta in časom sprinta. Po drugi strani pa Suarez-Arrones idr. (2019) v svoji raziskavi niso ugotovili povezave med ekscentrično jakostjo zadnjih stegenskih mišic in časom linearnega sprinta na 20 metrov. Poleg jakosti mišičnih skupin, ki so odgovorne za večino propulzije sprinta v bočni ravnini (IK, UK in iztegovalke kolka), imajo pomembno vlogo tudi mišice, ki delujejo v čelni ravnini in skrbijo za stabilnost med gibanjem (PK in OK). Ta je ključna za učinkovito absorpcijo sil med prvim stikom s podlago in prenosom sil od proksimalnih do distalnih delov telesa ter propulzijo v fazi odrida od podlage. Krolikowska idr. (2023) navajajo, da izometrična jakost PK in OK ne kaže povezav z izvedbo linearnih sprintov, vendar bi lahko imela pomembno vlogo pri zavutih sprintih, saj je pri teh treba proizvajati večje sile v mediolateralni smeri. Zaradi pomanjkanja raziskav, ki bi proučevale povezanost med jakostjo mišic spodnjih okončin in zmogljivostjo pri zavutih sprintih, ter nasprotujočih

si rezultatov ob primerjavi z zmogljivostjo pri linearnih in zavutih sprintih smo v raziskavi proučevali povezanost med temi spremenljivkami. Cilj raziskave je bil ugotoviti povezave med jakostjo izbranih mišičnih skupin ter sprintersko zmogljivostjo pri linearnih in zavutih sprintih. Pričakovali smo (1) visoko pozitivno povezanost med največjo jakostjo IK in UK ter hitrostjo linearnih in zavutih sprintov; (2) visoko povezanost med največjo jakostjo OK in PK ter hitrostjo linearnih in zavutih sprintov ter (3) pozitivne, zmerne do visoke povezave med največjo ekscentrično jakostjo zadnjih stegenskih mišic ter hitrostjo linearnih in zavutih sprintov.

## Metode

### Vzorec preiskovancev

V raziskavi je sodelovalo 18 preiskovancev, od tega 12 moških (povprečna starost:  $24,8 \pm 4,7$  leta; povprečna višina:  $182,1 \pm 5,9$  cm; povprečna teža:  $80 \pm 6,6$  kg) in 6 žensk (povprečna starost:  $20 \pm 1,3$  leta; povprečna višina:  $160,2 \pm 2$  cm; povprečna teža:  $55,3 \pm 2,9$  kg). Preiskovanci so bili zdravi posamezniki brez nedavnih poškodb ali kroničnih bolezni, ki bi lahko vplivale na rezultate. Vsi so bili seznanjeni s postopki meritve in so pred začetkom podpisali soglasje za sodelovanje v raziskavi. Raziskavo je odobril KER UP (Komisija Univerze na Primorskem za etiko v raziskavah, ki vključujejo delo z ljudmi) in je bila izvedena v skladu z določili Helsinške deklaracije.

### Merilni postopek

Izvedli smo prečno-presečno študijo z dvema obiskoma. Pri prvem so preiskovanci izvedli 40-metrsko linearne (LS) ter zavite sprinte v levo (ZSL) in desno stran (ZSD). Pri drugem obisku so izvedli teste izometrične jakosti IK in UK, OK in PK ter ekscentrične jakosti upogibalk kolena na dinamometrih.

### Meritve sprintov

Meritve sprintov smo izvajali na nogometnem igrišču z umetno travo, vsi preiskovanci so nosili nogometne čevlje. Po ustni seznanitvi z merilnim postopkom je sledilo splošno ogrevanje, sestavljeno iz aerobnega dela (5-minutni tek), dinamičnih razteznih in krepilnih vaj (sklece, počepi, dvig bokov leže) ter atletske abecede. Nato so izvedli specifično ogrevanje, sestavljeno iz treh submaksimalnih 40-metrskih sprintov po subjektivni presoji preiskovancev. Meritve časov sprintov smo izvedli z uporabo 9



Slika 1. Prikaz preiskovanca med izvajanjem zavitega sprintsa

parov fotocelic (Brower, TCI-System B13283, Utah, ZDA), postavljenih na vsakih 5 metrov v skupni dolžini 40 metrov. ZSL in ZSD so preiskovanci izvedli na osrednjem krogu nogometnega igrišča s polmerom 9,15 metra. Start je bil pri vseh načinih sprintsa izveden enako, iz stoječega položaja in brez znaka za začetek. Da bi se izognili prehitremu proženju fotocelic, so preiskovanci startni položaj zavzeli tako, da so prednjo nogo postavili na označeno mesto (0,5 metra) pred prvim parom fotocelic. Vsak preiskovanec je v naključnem vrstnem redu izvedel 3 LS, 3 ZSD in 3 ZSL. Zmogljivost pri sprintu smo merili iz sprintov z najhitrejšimi časi na 40 metrov. Kot kazalnike sprinterske zmogljivosti v zgodnji in pozni fazi pospeševanja smo izračunali vmesne čase sprintsa na 10 metrov ( $LS_{10m}$ ,  $ZSL_{10m}$ ,  $ZSD_{10m}$ ) in 30 metrov ( $LS_{30m}$ ,  $ZSL_{30m}$ ,  $ZSD_{30m}$ ). Iz vmesnih časov na 5 metrov smo s programsko opremo R ter kodo Jovanovića in Vescovija (2022) izračunali največjo hitrost ( $LS_{maxhit}$ ,  $ZSL_{maxhit}$ ,  $ZSD_{maxhit}$ ), največji pospešek ( $LS_{maxpos}$ ,  $ZSL_{maxpos}$ ,  $ZSD_{maxpos}$ ) in največjo moč ( $LS_{maxmoč}$ ,  $ZSL_{maxmoč}$ ,  $ZSD_{maxmoč}$ ) (Zabaloj idr., 2024).

## Meritve jakosti

Pred merilnim protokolom je bilo izvedeno ogrevanje, sestavljeno iz aerobnega dela (4 minute stopanja na 25 cm visoko škatlo) ter dinamičnih raztezni in krepih vaj (počepi, dvigi na prste, dvig bokov leže, iztegi kolka v opori klečno spredaj, primiki in odmiki kolka). Jakost UK in IK smo vrednotili unilateralno z namenskim kolenskim dinamometrom (S2P, Znanost v prakso, d. o. o., Ljubljana, Slovenija). Preiskovanci so meri-

tve izvajali v sedečem položaju s kotom v kolku  $90^\circ$  in v kolenu  $60^\circ$ . Os kolena merjene noge je bila poravnana z osjo dinamometra, zgornja opora je bila pritrjena nad kolonom, spodnja pa nad gležnjem (Slika 2). Preiskovanca smo dodatno stabilizirali s pasom prek medenice (Šarabon idr., 2013). Naloga preiskovanca je bila, da z največjo silo potisne golenico proti spodnji opori in proizvedeno silo zadrži od 3 do 5 sekund. Za vsak gib in za vsako nogo so bile opra-



Slika 2. Prikaz postavitve preiskovanca ter naprave med izvajanjem meritev jakosti upogibalk in iztegovalk kolena

vljene tri veljavne ponovitve. Med ponovitvami so imeli posamezniki 30 sekund odmora. Za nadaljnjo analizo jakosti UK in IK smo uporabili največji izmerjeni navor pri iztegu in upogibu kolena [Nm].

Izometrično jakost OK in PK smo vrednotili bilateralno z dinamometrom za kolk – MuscleBoard® (S2P, Znanost v prakso, d. o. o., Ljubljana, Slovenija). Preiskovanci so meritve izvajali sede z rokami, položenimi na tla za hrbtom. Nogi sta bili na dinamometer pritrjeni z oporo nad gležnjem. Preiskovanci so opravili največje hotene izometrične odmike in primike kolka. Naloga preiskovanca je bila, da z največjo silo potisne golenico proti opori in proizvedeno silo zadrži od 3 do 5 sekund. Za vsak gib so bile opravljene tri veljavne ponovitve z vmesnim 30-sekundnim odmorom. Za nadaljnjo analizo jakosti OK in PK smo uporabili največji izmerjeni navor pri odmiku in primiku kolka [Nm].

Ekscentrično jakost zadnjih stegenskih mišic smo vrednotili unilateralno med izvedbo vaje nordijski spust z dinamometrom za kolk – MuscleBoard® (S2P, Znanost v prakso, d. o. o., Ljubljana, Slovenija). Preiskovanci so bili nameščeni v položaj kleče (začetni položaj, vertikalno poravnana linija glava-trup-stegno) z rokami ob telesu, pokrčenimi v komolcih in z dlanmi pred prsmi. Preiskovanec je bil na dinamometer pritrjen na spodnjem zadnjem delu goleni. Naloga preiskovanca je bila, da se iz začetnega položaja kontrolirano in tekoče spusti proti tlu (trajanje ekscentrične kontrakcije od 3 do 5 sekund). Preiskovanci so izvedli tri ponovitve z vmesnim enominutnim odmorom. Za nadaljnjo analizo ekscentrične jakosti UK smo uporabili največji izmerjeni navor med izvedbo ene ponovitve [Nm].

## Metode obdelave podatkov

Analizo podatkov smo opravili s programsko opremo IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM, Armonk, New York, ZDA). Za vse spremenljivke smo izračunali osnovno opisno statistiko. Z uporabo koeficientov asimetričnosti in sploščenosti smo preverili normalnost porazdelitve. Za preverjanje statistično značilne povezave med spremenljivkami smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient. Statistična značilnost je bila določena ob stopnji zaupanja  $p < 0,05$ , korelacijski koeficienti so bili kvalitativno interpretirani po naslednji lestvici: 0,00–0,19 trivialna korelacija; 0,20–0,29 nizka; 0,30–0,49 zmerna; 0,50–0,69 visoka; 0,70–0,89 zelo visoka; 0,90–0,99 skoraj popolna; 1,00 popolna

(Hopkins idr., 2009). Nato smo izvedli stopenjsko linearno regresijo za pojasnjevanje deleža variance sprinterske zmogljivosti (odvisne spremenljivke) s spremenljivkami največje izometrične jakosti (neodvisne spremenljivke). Statistična značilnost je bila določena pri stopnji zaupanja  $\alpha < 0,05$ .

## Rezultati

### Povezave največje izometrične jakosti mišic spodnjih okončin in različnih spremenljivk sprintov

Tabela 1 prikazuje velikosti Pearsonovega korelacijskega koeficienta ( $r$ ) med spremenljivkami največje izometrične jakosti mišic spodnjih okončin in zmogljivostjo ter kinetičnimi značilnostmi linearnega sprinta. Najvišje povezave se kažejo med jakostjo IK ter  $LS_{30m}$  ( $IK_{leva}$ :  $r = -0,61$ ;  $p < 0,01$ ;  $IK_{desna}$ :  $r = -0,61$ ;  $p < 0,01$ ). Za največjo hitrost se kažejo najvišje povezave z jakostjo  $IK_{desna}$  ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,01$ ),  $UK_{leva}$  ( $r = 0,74$ ;  $p < 0,01$ ) in  $PK_{desna}$  ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ). Za največji pospešek in največjo moč, razvito pri sprintu, ni bilo statistično značilnih povezav z jakostnimi spremenljivkami ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1).

Tabela 2 prikazuje velikosti Pearsonovega korelacijskega koeficienta ( $r$ ) med spremenljivkami največje izometrične jakosti mišic spodnjih okončin in zmogljivostjo ter kinetičnimi značilnostmi zavitega sprinta. Najvišje povezave se kažejo med jakostjo  $PK_{desna}$  in  $ZSL_{30m}$  ( $r = -0,75$ ;  $p < 0,01$ ) ter  $ZSL_{maxhit}$  ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ). Srednjo stopnjo povezanosti smo izračunali tudi med jakostjo OK in PK ter  $ZSL_{10m}$  in  $ZSD_{10m}$ . Jakost  $OK_{leva}$  kaže najvišje povezave z rezultati  $ZSD_{30m}$  ( $r = -0,61$ ;  $p < 0,01$ ) in  $ZSD_{maxhit}$  ( $r = 0,54$ ;  $p < 0,01$ ). Za največji pospešek in največjo moč, razvito pri ZSL, ni bilo statistično značilnih povezav z jakostnimi spremenljivkami. Za največji pospešek tudi pri ZSD ni bilo statistično značilnih povezav z jakostnimi spremenljivkami, medtem ko se za  $ZSD_{maxmoč}$  kažejo statistično značilne povezave z  $IK_{leva}$ ,  $UK_{leva}$  in  $OK_{desna}$  (Tabela 2).

### Regresijska analiza

Tabela 3 prikazuje rezultate linearne regresijske analize odvisnih in neodvisnih spremenljivk. Predstavljeni so odstotki pojasnjene variance jakostnih spremenljivk za izbrane spremenljivke sprinta. Izbrani jakostni parametri mišične jakosti ( $IK_{desna}$ ,  $PK_{leva}$  in  $NS_{desna}$ ) pojasnijo 79,3 % variance  $LS_{maxhit}$ . Jakost  $PK_{desna}$  in  $UK_{desna}$  skupaj pojasnita 68,7 % variance  $ZSL_{maxhit}$ . Jakost  $PK_{desna}$  in  $UK_{desna}$  skupaj pojasnita 68,0 % variance  $ZSD_{maxhit}$ .

Tabela 1

Povezave med jakostjo mišic spodnjih okončin in zmogljivostjo ter kinetičnimi značilnostmi linearnega sprinta

	$LS_{10m}$	$LS_{30m}$	$LS_{maxhit}$	$LS_{maxpos}$	$LS_{maxmoč}$
$IK_{leva}$	0,22	-0,61**	0,71**	-0,26	0,12
$IK_{desna}$	-0,19	-0,61**	0,76**	-0,36	0,04
$UK_{leva}$	-0,26	-0,64**	0,74**	-0,22	0,16
$UK_{desna}$	-0,35	-0,67**	0,71**	-0,07	0,30
$NS_{leva}$	-0,41	-0,64**	0,7**	-0,09	0,27
$NS_{desna}$	-0,49*	-0,65**	0,63**	0,04	0,36
$OK_{leva}$	-0,31	-0,38	0,35	0,03	0,23
$OK_{desna}$	-0,37	-0,44	0,40	0,07	0,29
$PK_{leva}$	-0,43	-0,67**	0,72**	-0,06	0,31
$PK_{desna}$	-0,44	-0,69**	0,75**	-0,11	0,28

Opomba. \* = statistično značilna povezava pri stopnji zaupanja  $p < 0,05$ ; \*\* = statistično značilna povezava pri stopnji zaupanja  $p < 0,01$ ;  $IK_{leva}$  = izteg kolena leve noge (največja jakost);  $IK_{desna}$  = izteg kolena desne noge (največja jakost);  $UK_{leva}$  = upogib kolena leve noge (največja jakost);  $UK_{desna}$  = upogib kolena desne noge (največja jakost);  $NS_{leva}$  = nordijski spust leve noge (največja jakost);  $NS_{desna}$  = nordijski spust desne noge (največja jakost);  $OK_{leva}$  = odmik kolka lečja jakost);  $OK_{desna}$  = odmik kolka desne noge (največja jakost);  $PK_{leva}$  = primik kolka leve noge (največja jakost);  $PK_{desna}$  = primik kolka desne noge (največja jakost);  $LS_{10m}$  = čas linearnega sprinta na 10 m;  $LS_{30m}$  = čas linearnega sprinta na 30 m;  $LS_{maxhit}$  = največja hitrost linearnega sprinta na 40 m;  $LS_{maxpos}$  = največji pospešek linearnega sprinta na 40 m;  $LS_{maxmoč}$  = največja moč linearnega sprinta na 40 m.

Tabela 2

Povezave med jakostjo mišic spodnjih okončin in zmogljivostjo ter kinetičnimi značilnostmi zavitega sprinta

	$ZSL_{10m}$	$ZSD_{10m}$	$ZSL_{30m}$	$ZSD_{30m}$	$ZSL_{maxhit}$	$ZSD_{maxhit}$	$ZSL_{maxpos}$	$ZSD_{maxpos}$	$ZSL_{maxmoč}$	$ZSD_{maxmoč}$
$IK_{leva}$	-0,35	-0,59*	-0,62**	-0,63**	0,64**	0,60**	-0,13	0,34	0,11	0,57*
$IK_{desna}$	-0,22	-0,41	-0,55*	-0,55*	0,63**	0,57*	-0,24	0,09	-0,01	0,33
$UK_{leva}$	-0,34	-0,63**	-0,63**	-0,67**	0,66**	0,66**	-0,14	0,27	0,11	0,54*
$UK_{desna}$	-0,37	-0,59*	-0,68**	-0,68**	0,70**	0,69**	-0,11	0,09	0,15	0,38
$NS_{leva}$	-0,356	-0,65**	-0,62**	-0,69**	0,67**	0,68**	-0,20	0,18	0,07	0,45
$NS_{desna}$	-0,45	-0,70**	-0,64**	-0,68**	0,623**	0,65**	-0,03	0,19	0,23	0,44
$OK_{leva}$	-0,58*	-0,52*	-0,67**	-0,61**	0,54*	0,54*	0,06	0,30	0,32	0,52
$OK_{desna}$	-0,64**	-0,53*	-0,71**	-0,64**	0,57*	0,59*	0,11	0,24	0,38	0,49*
$PK_{leva}$	-0,49*	-0,53*	-0,68**	-0,65**	0,69**	0,65**	-0,09	0,17	0,20	0,45
$PK_{desna}$	-0,52*	-0,61**	-0,75**	-0,75**	0,75**	0,75**	-0,13	0,14	0,20	0,46

Opomba. \* = statistično značilna povezava pri stopnji zaupanja  $p < 0,05$ ; \*\* = statistično značilna povezava pri stopnji zaupanja  $p < 0,01$ ;  $IK_{leva}$  = izteg kolena leve noge (največja jakost);  $IK_{desna}$  = izteg kolena desne noge (največja jakost);  $UK_{leva}$  = upogib kolena leve noge (največja jakost);  $UK_{desna}$  = upogib kolena desne noge (največja jakost);  $NS_{leva}$  = nordijski spust leve noge (največja jakost);  $NS_{desna}$  = nordijski spust desne noge (največja jakost);  $OK_{leva}$  = odmik kolka leve noge (največja jakost);  $OK_{desna}$  = odmik kolka desne noge (največja jakost);  $PK_{leva}$  = primik kolka leve noge (največja jakost);  $PK_{desna}$  = primik kolka desne noge (največja jakost);  $ZSL_{10m}$  = čas zavitega sprinta v levo na 10 m;  $ZSL_{30m}$  = čas zavitega sprinta v levo na 30 m;  $ZSL_{maxhit}$  = največja hitrost zavitega sprinta v levo na 40 m;  $ZSL_{maxpos}$  = največji pospešek zavitega sprinta v levo na 40 m;  $ZSL_{maxmoč}$  = največja moč zavitega sprinta v levo na 40 m;  $ZSD_{10m}$  = čas zavitega sprinta v desno na 10 m;  $ZSD_{30m}$  = zavitega sprinta v desno na 30 m;  $ZSD_{maxhit}$  = največja hitrost zavitega sprinta v desno na 40 m;  $ZSD_{maxpos}$  = največji pospešek zavitega sprinta v desno na 40 m;  $ZSD_{maxmoč}$  = največja moč zavitega sprinta v desno na 40 m.

Tabela 3  
Rezultati linearne regresijske analize odvisnih in neodvisnih spremenljivk

	Koefficient	95-% interval zaupanja		p	% variance
		I <sub>Z</sub> <sub>spodnja meja</sub>	I <sub>Z</sub> <sub>zgornja meja</sub>		
<b>LS10m</b>					
NS <sub>desna</sub>	-0,174	-1,324	0,976	0,037	24,5
<b>LS30m</b>					
PK <sub>desna</sub>	0,600	-0,738	1,939	0,026	60,8
UK <sub>desna</sub>	0,057	-0,618	0,733	0,046	
<b>LSmaxhit</b>					
IK <sub>desna</sub>	0,354	0,096	0,613	0,011	79,3
PK <sub>leva</sub>	0,436	0,029	0,820	0,029	
NS <sub>desna</sub>	0,779	0,036	1,498	0,036	
<b>ZSL10m</b>					
OK <sub>desna</sub>	-0,195	-0,320	-0,070	0,004	40,6
<b>ZSL30m</b>					
PK <sub>desna</sub>	-0,218	-0,471	0,035	0,086	76,0
UK <sub>desna</sub>	-0,315	-0,603	-0,027	0,034	
OK <sub>desna</sub>	-0,292	-0,572	-0,011	0,043	
<b>ZSLmaxhit</b>					
PK <sub>desna</sub>	0,577	0,180	0,975	0,007	68,7
UK <sub>desna</sub>	0,601	0,073	1,129	0,028	
<b>ZSD10m</b>					
NS <sub>desna</sub>	-0,229	-0,354	-0,105	-0,001	64,8
OK <sub>desna</sub>	-0,105	-0,191	-0,019	0,020	
<b>ZSD30m</b>					
PK <sub>desna</sub>	-0,215	-0,513	0,083	0,144	76,2
NS <sub>desna</sub>	-0,576	-1,002	-0,150	0,012	
OK <sub>desna</sub>	-0,325	-0,640	-0,009	0,045	
<b>ZSDmaxhit</b>					
PK <sub>desna</sub>	0,588	0,182	0,994	0,008	68,0
UK <sub>desna</sub>	0,594	0,054	1,133	0,033	

Opomba. p = stopnja zaupanja; IK<sub>leva</sub> = izteg kolena leve noge (največja jakost); IK<sub>desna</sub> = izteg kolena desne noge (največja jakost); UK<sub>leva</sub> = upogib kolena leve noge (največja jakost); UK<sub>desna</sub> = upogib kolena desne noge (največja jakost); NS<sub>leva</sub> = nordijski spust – ekscentrična jakost zadnjih stegenjskih mišic leve noge (največja jakost); NS<sub>desna</sub> = nordijski spust – ekscentrična jakost zadnjih stegenjskih mišic desne noge (največja jakost); OK<sub>leva</sub> = odmik kolka leve noge (največja jakost); OK<sub>desna</sub> = odmik kolka desne noge (največja jakost); PK<sub>leva</sub> = primik kolka leve noge (največja jakost); PK<sub>desna</sub> = primik kolka desne noge (največja jakost); LS<sub>10m</sub> = linearni sprint – vmesni čas na 10 m; LS<sub>30m</sub> = linearni sprint – vmesni čas na 30 m; LS<sub>maxhit</sub> = največja hitrost linearnega sprinta na 40 m; LS<sub>maxpos</sub> = največji pospešek linearnega sprinta na 40 m; LS<sub>maxmoč</sub> = največja moč linearnega sprinta na 40 m; ZSL<sub>10m</sub> = zaviti sprint v levo – vmesni čas na 10 m; ZSL<sub>30m</sub> = zaviti sprint v levo – vmesni čas na 30 m; ZSL<sub>maxhit</sub> = največja hitrost zavitega sprinta v levo na 40 m; ZSL<sub>maxpos</sub> = največji pospešek zavitega sprinta v levo na 40 m; ZSL<sub>maxmoč</sub> = največja moč zavitega sprinta v levo na 40 m; ZSD<sub>10m</sub> = zaviti sprint v desno – vmesni čas na 10 m; ZSD<sub>30m</sub> = zaviti sprint v desno – vmesni čas na 30 m; ZSD<sub>maxhit</sub> = največja hitrost zavitega sprinta v desno na 40 m; ZSD<sub>maxpos</sub> = največji pospešek zavitega sprinta v desno na 40 m; ZSD<sub>maxmoč</sub> = največja moč zavitega sprinta v desno na 40 m.

## Razprava

Namen raziskave je bil preučiti povezanost med jakostjo mišic spodnjih okončin ter zmogljivostjo pri LS in ZS. Rezultati so

pokazali statistično značilno zmerno negativno stopnjo povezanosti med jakostjo mišic spodnjih okončin (razen OK) in LS<sub>30m</sub> ter srednjo do visoko pozitivno stopnjo povezanosti z LS<sub>maxhit</sub>. Po drugi strani pa

se je pokazala statistično značilna srednja do visoka negativna povezanost med jakostjo OK ter ZSL<sub>30m</sub> in ZSD<sub>30m</sub> ter srednja pozitivna povezanost z ZSL<sub>maxhit</sub> in ZSD<sub>maxhit</sub>. Tudi preostale mišične skupine (IK, UK in PK) kažejo srednjo do visoko negativno stopnjo povezanosti z ZSL<sub>30m</sub> in ZSD<sub>30m</sub> ter srednjo do visoko pozitivno stopnjo povezanosti z ZSL<sub>maxhit</sub> in ZSD<sub>maxhit</sub>. Za vse jakostne spremenljivke smo pri ZS izračunali nekoliko višje povezave z jakostjo desne noge. Rezultati ekscentrične jakosti zadnjih stegenjskih mišic so v srednji do visoki negativni stopnji povezanosti z LS<sub>30m</sub>, ZSL<sub>30m</sub> in ZSD<sub>30m</sub> ter srednji do visoki pozitivni povezanosti z največjo hitrostjo med sprinti.

Glede na dosedanja literaturo smo pri hipotezi 1 pričakovali visoko pozitivno povezanost med jakostjo IK in UK ter največjo hitrostjo LS in ZS (Loturco idr., 2020; Requena idr., 2009), saj sta ti dve mišični skupini pomembni pri ustvarjanju horizontalne sile v sprintu. Na podlagi rezultatov naše raziskovalne naloge smo hipotezo 1 potrdili. Podobne ugotovitve kot v naši študiji, le da so merili izokinetično jakost mišic, v svoji raziskavi navajajo tudi Alexander (1989), ki poroča o statistično značilnih povezavah med jakostjo IK in časom sprinta na 30 metrov, ter Coratella idr. (2018), ki pišejo o statistično značilnih povezavah med jakostjo UK in časom sprinta na 30 metrov. Nasprotno pa Requena idr. (2009), ki so preiskovali izometrično jakost IK, niso ugotovili statistično značilnih povezav med jakostjo in časom sprinta na 15 metrov. Zaradi krajše razdalje v njihovi študiji rezultati niso primerljivi z našimi, saj njihovi merjenji niso razvili največje hitrosti. V literaturi smo zasledili nekaj študij, ki so proučevale povezave med različnimi koncentričnimi, koncentrično-ekscentričnimi ali pliometričnimi gibanji ter hitrostjo sprinta (Loturco idr., 2020; Requena idr., 2009). V teh študijah so proučevali predvsem izvedbo različnih vrst skokov in njihovo povezanost z izvedbo sprinta. Requena idr. (2009) so ugotovili visoke povezave skoka z nasprotnim gibanjem ter skoka iz počepa na hitrost 15-metrskega sprinta. Ugotovili so srednje močno negativno povezanost med skokom z nasprotnim gibanjem in časom sprinta. Prav tako so podobno stopnjo povezanosti ugotovili za skok iz počepa. V raziskavi Loturco idr. (2015) so proučevali dve različni vrsti skokov, in sicer vertikalne in horizontalne skoke. Ugotovili so, da ima trening, ki vključuje vertikalne skoke, večji vpliv na izboljšanje časov sprinta na krajši razdalji,

medtem ko horizontalni skoki pripomorejo k izboljšanju časov pri daljših sprintih.

Na področju proučevanja povezav med jakostjo mišic spodnjih okončin in sprintersko zmogljivostjo pri ZS nismo zasledili literature, s katero bi lahko primerjali naše rezultate. Jakost PK in OK kaže srednjo negativno stopnjo povezanosti z  $ZSL_{10m'}$ ,  $ZSD_{10m'}$ ,  $ZSL_{30m'}$  in  $ZSD_{30m'}$ . Podatki niso presenetljivi, saj ti dve mišični skupini z biomehanskega in živčno-mišičnega vidika pomembno prispevata k izvedbi ZS ter imata ključno vlogo pri ustvarjanju hitrosti in sile (Krolikowska, Golas idr., 2023). Zato smo pri hipotezi 2 predvideli višjo stopnjo povezanosti med jakostjo OK in PK ter največjo hitrostjo ZS. Slednje se je izkazalo za pravilno, vendar lahko hipotezo potrdimo le delno, saj jakost OK kaže statistično značilno srednjo pozitivno stopnjo povezanosti z  $ZSL_{maxhit}$  in  $ZSD_{maxhit}$ , medtem ko z  $LS_{maxhit}$  nismo izračunali statistično značilnih povezav ( $p > 0,05$ ). Po drugi strani pa jakost PK kaže visoko pozitivno stopnjo povezanosti z  $LS_{maxhit}$ , kar je verjetno odvisno od mišice velike primikalke, ki poleg primika igra vlogo tudi pri iztegu in upogibu kolka (zgornja vlakna sodelujejo pri upogibu, spodnja pa pri iztegu kolka) (Jeno idr., 2024). Jakost OK z zmogljivostjo in kinetičnimi značilnostmi LS pričakovano ne kaže povezanosti, saj pri teku primarno izvajajo samo odmik kolka (ki je pri linearnih sprintih minimalen) in v manjši meri sodelujejo pri upogibu ali iztegu (Howard idr., 2018).

Pri hipotezi 3 smo na podlagi pregledane literature pričakovali povezanost med ekscentrično jakostjo zadnjih stegenskih mišic in hitrostjo LS in ZS. To hipotezo smo v celoti potrdili. Pri sprintih namreč prihaja do ekscentričnega krčenja zadnjih stegenskih mišic, ki imajo ključno vlogo pri ustvarjanju sil v bočni ravnini, to pa neposredno vpliva na hitrost teka (Palastanga in Soames, 2011). Večja ekscentrična jakost te mišične skupine najverjetneje omogoča ustvarjanje večjih sil na podlago in je zato povezana z večjo hitrostjo teka. Čeprav je hitrost teka pri ZS manjša v primerjavi z LS in pomembno vlogo pri njih igrajo tudi PK in OK, se pri obeh vrstah sprinta pokaže srednja do visoka stopnja povezanosti z največjo proizvedeno hitrostjo teka.

Za nobeno od jakostnih spremenljivk nismo ugotovili statistično značilnih povezav z  $ZSL_{maxhit}$ ,  $ZSD_{maxpost}$  in  $LS_{maxpos}$ . Prav tako niti z največjo sprintersko močjo ni bilo opaznih statistično značilnih povezav, z izjemo treh spremenljivk ( $IK_{desna}$  in  $UK_{leva}$  ter

$OK_{desna}$ ), ki pri ZSD kažejo statistično značilno povezanost. Linearna regresijska analiza je pokazala, da izbrane spremenljivke izometrične mišične jakosti pojasnijo 79,3 % variance največje hitrosti pri linearnem sprintu ( $IK_{desna}$ ,  $PK_{leva}$  in  $NS_{desna}$ ) in približno 68 % variance največje hitrosti pri zavitem sprintu ( $PK_{desna}$  in  $UK_{desna}$ ). Delež pojasnjene variance je presenetljivo velik, saj poleg jakosti izbranih mišičnih skupin k uspešnosti pri sprintu pomembno prispevajo tudi preostale mišične skupine in tehnika teka. Te ugotovitve lahko posplošimo za populacijo amaterskih športnikov, ne pa tudi vrhunskih, saj je bila raziskava izvedena na majhnem in heterogenem vzorcu rekreativcev.

Rezultati naše raziskave prispevajo k boljšemu razumevanju vloge različnih mišičnih skupin spodnjih okončin pri LS in ZS. Ugotovili smo, da imata IK in UK ključno vlogo pri obeh vrstah sprintov. Prav tako PK kažejo statistično značilne povezave z vsemi vrstami sprintov. Iz rezultatov raziskave je razvidno, da se povezave med jakostjo mišičnih skupin in hitrostjo sprintov razlikujejo glede na vrsto sprinta. Pri športih, v katerih so pojavljajo nelinearne sprinterske akcije, je ključno, da med trenažnim procesom ne zanemarimo mišičnih skupin, ki vplivajo na proizvajanje sil v medialno-lateralni smeri gibanja. Poleg UK in IK, ki prispevata k ustvarjanju sile v anteroposteriorni smeri, je pomembno vključiti tudi krepilne vaje za OK in PK. Ti dve mišični skupini sta pomembni tudi kot stabilizatorja medenice, saj skrbita za njeno optimalno postavitev tako v mirni stoji kot med dinamičnimi aktivnostmi, kot je tek (Mansfield in Neumann, 2019).

Poleg omenjenega je pomembno navesti tudi omejitve naše raziskave, predvsem heterogen in razmeroma majhen vzorec preiskovancev ter nespecifičnost izometričnih meritev v primerjavi z velikimi hitrostmi pri sprintu. Naša raziskava je tako lahko dobro izhodišče za nadaljnje raziskave na tem področju, pri čemer bi vključili številnejši in homogen vzorec preiskovancev ter dodali še druge teste, s katerimi bi se približali specifičnim lastnostim sprinta.

## Literatura

- Alexander, M. J. (1989). The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport*, 14(3), 148–157.
- Caldbeck, P., in Dos'Santos, T. (2022). A classification of specific movement skills and patterns during sprinting in English

Premier League soccer. *PLOS ONE*, 17(11), e0277326. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277326>

- Caldbeck, P. M. (2020). Contextual sprintin in premier league football. *Doktorska disertacija*. Liverpool John Moores University.
- Churchill, S. M., Trewartha, G., Bezodis, I. N., in Salo, A. I. T. (2016). Force production during maximal effort bend sprinting: Theory vs reality. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(10), 1171–1179. <https://doi.org/10.1111/sms.12559>
- Coratella, G., Beato, M., in Schena, F. (2018). Correlation between quadriceps and hamstrings inter-limb strength asymmetry with change of direction and sprint in U21 elite soccer-players. *Human Movement Science*, 59, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.016>
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Diels, R., in Goris, M. (1992). A model for the scientific preparation of high level sprinters. *New studies in Athletics*, 7(4), 57–64.
- Egesoy, H. (2022). Comparison of Speed, Agility and Reactive Agility Performance in Soccer Players. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 5(Özel Sayı 2), 760–770. <https://doi.org/10.38021/asbid.1200559>
- Elsner, B. (2014). *Nogomet: Trening mladih: Program dolgoročnega načrta procesa trenin-ga mladih in program treningov*. Inštitut za šport, Fakulteta za šport.
- Filter, A., Olivares, J., Santalla, A., Nakamura, F. Y., Loturco, I., in Requena, B. (2020). New curve sprint test for soccer players: Reliability and relationship with linear sprint. *Journal of Sports Sciences*, 38(11–12), 1320–1325. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1677391>
- Filter, A., Olivares-Jabalera, J., Santalla, A., Morente-Sánchez, J., Robles-Rodríguez, J., Requena, B., in Loturco, I. (2020). Curve Sprinting in Soccer: Kinematic and Neuromuscular Analysis. *International Journal of Sports Medicine*, a-1144-3175. <https://doi.org/10.1055/a-1144-3175>
- Gualtieri, A., Rampinini, E., Dello Iacono, A., in Beato, M. (2023). High-speed running and sprinting in professional adult soccer: Current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1116293>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., in Hanin, J. (2009). Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318c18cb278>
- Howard, R. M., Conway, R., in Harrison, A. J. (2018). Muscle activity in sprinting: A review. *Sports Biomechanics*, 17(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1252790>

14. Jenó, S. H., Launico, M. V., in Schindler, G. S. (2024). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Thigh Adductor Magnus Muscle. *V StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534842/>
15. Johnson, M. D., in Buckley, J. G. (2001). Muscle power patterns in the mid-acceleration phase of sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 19, 263–272. <https://doi.org/10.1080/026404101750158330>
16. Jones A., P., in Dos'Santos, T. (2023). *Multidirectional Speed in Sport*, Routledge.
17. Jovanović, M., in Vescovi, J. (2022). {shorts}: An R Package for Modeling Short Sprints. *International Journal of Strength and Conditioning*, 2(1). <https://doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.74>
18. Judson, L. J., Churchill, S. M., Barnes, A., Stone, J. A., Brookes, I. G. A., in Wheat, J. (2020). Kinematic modifications of the lower limb during the acceleration phase of bend sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 38(3), 336–342. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1699006>
19. Krolkowska, P., Golas, A., Stastny, P., Kokszejn, J., Grzyb, W., in Krszysztófik, M. (2023). Abductor and adductor strength relation to sprint performance in soccer players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 15(3), Article6–Article6. <https://doi.org/10.29359/BJHPA.15.3.06>
20. Krolkowska, P., Rodak, P., Papla, M., Grzyb, W., in Golas, A. (2023). Analysis of the abductors and adductors' maximum isometric strength on the level of speed and agility in basketball players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 15(1), Article3. <https://doi.org/10.29359/BJHPA.15.1.03>
21. Loturco, I., Pereira, L. A., Filter, A., Olivares-Jabalera, J., Reis, V. P., Fernandes, V., Freitas, T. T., in Requena, B. (2020). Curve sprinting in soccer: Relationship with linear sprints and vertical jump performance. *Biology of Sport*, 37(3), 277–283. <https://doi.org/10.5114/biol-sport.2020.96271>
22. Loturco, I., Pereira, L. A., Kopal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C. C., in Nakamura, F. Y. (2015). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2182–2191. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1081394>
23. Mansfield, P. J., in Neumann, D. A. (2019). Chapter 9—Structure and Function of the Hip. V P. J. Mansfield in D. A. Neumann (Ur.), *Essentials of Kinesiology for the Physical Therapist Assistant (Third Edition)* (str. 233–277). Mosby. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54498-6.00009-6>
24. Markovic, G., Sarabon, N., Boban, F., Zoric, I., Jelcic, M., Sos, K., in Scappaticci, M. (2020). Nordic Hamstring Strength of Highly Trained Youth Football Players and Its Relation to Sprint Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 800. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002800>
25. McKinlay, B. J., Wallace, P. J., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A., in Falk, B. (2017). Isometric and dynamic strength and neuromuscular attributes as predictors of vertical jump performance in 11- to 13-year-old male athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(9), 924–930. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0111>
26. Mero, A., Komi, P. V., in Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of Sprint Running: A Review. *Sports Medicine*, 13(6), 376–392. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213060-00002>
27. Palastanga, N., in Soames, R. (2011). *Anatomy and Human Movement, Structure and function with PAGEDURST Access.6: Anatomy and Human Movement*. Elsevier Health Sciences.
28. Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 15(3), 257–263. <https://doi.org/10.1080/026404197367263>
29. Requena, B., González-Badillo, J. J., Villareal, E. S. S. de, Erelina, J., García, I., Gapeyeva, H., in Pääsuke, M. (2009). Functional Performance, Maximal Strength, and Power Characteristics in Isometric and Dynamic Actions of Lower Extremities in Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1391. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a4e88e>
30. Schot, P., in Knutzen, K. (1992). A Biomechanical Analysis of Four Sprint Start Positions. *Research quarterly for exercise and sport*, 63, 137–147. <https://doi.org/10.1080/02701367.1992.10607573>
31. Suarez-Arrones, L., Lara-Lopez, P., Rodriguez-Sanchez, P., Lazaro-Ramirez, J. L., Di Salvo, V., Guitart, M., Fuentes-Nieto, C., Rodas, G., in Mendez-Villanueva, A. (2019). Dissociation between changes in sprinting performance and Nordic hamstring strength in professional male football players. *PLoS ONE*, 14(3), e0213375. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213375>
32. Šarabon, N., Rosker, J., Fruhmann, H., Burggraf, S., Loeffler, S., in Kern, H. (2013). Reliability of Maximal Voluntary Contraction Related Parameters Measured by a Novel Portable Isometric Knee Dynamometer. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 23(01), 22–27. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1331190>
33. Zabaloy, S., Freitas, T. T., Carlos-Vivas, J., Giráldez, J. C., Loturco, I., Pareja-Blanco, F., Gálvez González, J., in Alcaraz, P. E. (2024). Estimation of maximum sprinting speed with timing gates: Greater accuracy of 5-m split times compared to 10-m splits. *Sports Biomechanics*, 23(3), 262–272. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1838603>

dr. Darjan Smajla, doc.,  
Univerza na Primorskem,  
Fakulteta za vede o zdravju  
darjan.smajla@fvz.upr.si



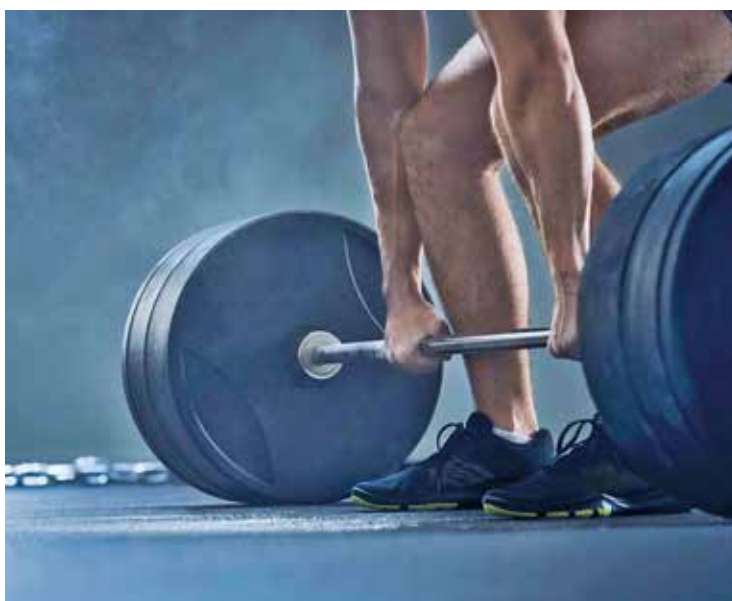
Miha Pešič,  
Sara Gloria Meh, Daniel Djurić, Andraž Šterk, Žiga Kozinc

## Povezanost izbranih morfoloških in živčno-mišičnih dejavnikov z uspešnostjo izvedbe mrtvega dviga pri zmerno do visoko treniranih preiskovancih

### Izvleček

V raziskavi smo preučevali povezave med izbranimi morfološkimi in živčno-mišičnimi dejavniki ter uspešnostjo izvedbe mrtvega dviga pri zmerno do visoko treniranih posameznikih. V prečno-presečno študijo je bilo vključenih 12 moških (povprečna starost:  $25,8 \pm 7,1$  leta). Meritve so zajemale jakost stiska pesti, jakost iztegovalk in upogibalk kolena, antropometrijo, debelino stegenskih mišic in uspešnost izvedbe mrtvega dviga (1 RM). Ugotovljena je bila visoka in statistično pomembna pozitivna korelacija med absolutnim 1 RM in jakostjo iztegovalk kolena ( $r = 0,72$ ). Nobena druga spremenljivka ni pokazala pomembne korelacije z absolutnim ali s telesno maso normaliziranim 1 RM. V nasprotju s pričakovanji povezave z jakostjo upogibalk kolena niso bile ugotovljene, verjetno zaradi metodologij merjenja. Medtem ko debelina mišice in nekatere antropometrične mere veljajo za determinante mišične zmogljivosti, v tej študiji ni bila ugotovljena jasna povezava z zmogljivostjo mrtvega dviga. Raziskava kaže kompleksnost in prepletenost dejavnikov, ki vplivajo na uspešnost izvedbe mrtvega dviga, in nakazuje pomen jakosti iztegovalk kolena v kontekstu testiranja in treniranja. Omejitev študije je majhna velikost vzorca, ki so ga sestavljali samo moški. Potrebne so nadaljnje raziskave z večjimi, raznolikimi skupinami za potrditev ugotovitev in raziskovanje dodatnih spremenljivk, ki vplivajo na uspešnost mrtvega dviga.

*Ključne besede:* jakost kolena, stisk pesti, antropometrija, debelina mišic, dviganje uteži



### The relationship of selected morphological and neuromuscular factors with the performance of the deadlift in moderately to highly trained subjects

#### Abstract

This study investigated the relationship between selected morphological and neuromuscular factors and deadlift performance in moderately to highly trained individuals. Utilizing a cross-sectional design, twelve male participants (mean age:  $25.8 \pm 7.1$  years) underwent evaluations for grip strength, knee extensor and flexor strength, anthropometric measurements, thigh muscle thickness, and maximum deadlift strength (1RM). Notably, a high and statistically significant positive correlation was found between absolute 1RM and knee extensor strength ( $r = 0.72$ ). However, no other variables showed a significant correlation with absolute or body mass-normalized 1RM. This highlights the critical role of knee extensor strength in deadlift performance. Contrary to expectations, connections with knee flexor strength were not established, possibly due to measurement methodologies. Additionally, while muscle thickness and anthropometry are considered determinants of muscle strength, no clear link with deadlift performance was found in this study. The research shows the complexity of factors influencing deadlift performance and suggests the importance of knee extensor strength during testing and training. Limitations of the study include a small, male-only sample size, suggesting further research with larger, diverse groups to validate findings and explore additional variables affecting deadlift performance.

*Keywords:* knee strength, grip strength, anthropometry, muscle thickness, weightlifting

## Uvod

Povečana mišična zmogljivost (mišična jakost in mišična moč) je povezana z množico potencialnih koristi, med katere spadajo izboljšana telesna zmogljivost, zmanjšano tveganje obolenosti/smrti ter izboljšanje športne uspešnosti (Westcot, 2012; Suchomel, Nimphius in Stone, 2016). Mišična jakost je opredeljena kot sposobnost mišice za proizvajanje sile proti zunanjemu uporu, medtem ko je mišična moč opredeljena kot sposobnost opravljanja mehanskega dela (Knudson, 2009). V športni diagnostiki se jakost najpogosteje ocenjuje z uporabo izokinetičnih dinamometrov. Kljub pogosti uporabi omenjene metode ima določene omejitve, glavna med njimi je visoka cena opreme, hkrati pa izokinetični dinamometer zahteva veliko prostora in usposobljene merilce (Martins idr., 2017). Kot alternativa temu se v praksi kot veljaven test mišične jakosti pogosto uporablja test dviga največjega bremena pri 1 ponovitvi (angl. 1 repetition maximum – 1RM) (Kraemer, Fry, Maud in Foster, 1995). Grgič, Lazinica, Schoenfeld in Pedisic (2020) so v svojem sistematičnem pregledu zaključili, da se testiranje 1 RM lahko uporablja kot zanesljiv pokazatelj mišične jakosti z dobro do odlično stopnjo ponovljivosti. Mrtvi dvig predstavlja eno izmed pogostejše uporabljenih vaj za jakost, uporablja se tako za izboljšanje mišične zmogljivosti kot za testiranje mišične jakosti v obliki testiranja 1 RM. Obenem je zmožnost mišic za razvoj sile 1 RM predstavlja neposredno mero uspešnosti.

Mrtvi dvig je večsklepna vaja, ki vključuje mišice spodnjih okončin (Woodley in Mercer, 2005; Koulouris in Connell, 2005), hrbta in trupa ter mišice rok (Camara idr., 2016). Ključna determinanta, ki vpliva na 1 RM mrtvega dviga, je mišična jakost, saj nakazuje na zmožnost mišic za razvoj sile. Poznamo še nekaj drugih dejavnikov, ki neposredno vplivajo na zmogljivost pri tem dvigu, med njimi so antropometrične lastnosti (Cholewa, Atalag, Zinchenko, Johnson in Henselmans, 2019), tehnika dviga in z njo povezana mehanska učinkovitost (Swinton, Stewart, Agouris, Keogh in Lloyd, 2011), trenajna zgodovina (Grgič idr., 2020; Suchomel idr., 2016; Helms, Cronin, Storey in Zourdos, 2016) in živčno-mišična učinkovitost (Tillin in Folland, 2014). Zanimivo je preučevanje vpliva morfoloških značilnosti sinergističnih mišic (v tem primeru iztegovalk kolka) ter navsezadnje tudi jakosti podpornih mišic – na primer jakost stiska

pesti (Garhammer, 1993). Breme ali izvedba večjega števila ponovitev pri mrtvem dvigu lahko povečajo mehansko delo na mišice podlakti pri prijemu palice, ki pa se lahko čez čas utrudijo ali pa je sama jakost mišic premajhna, zato je posameznik prisiljen zmanjšati breme na palici. V tem smislu lahko sposobnost opravljanja mehanskega dela mišic podlakti pri posamezniku predstavlja omejitveni dejavnik med mrtvim dvigom, saj lahko omeji število zaporednih ponovitev oziroma onemogoči dvig maksimalnega bremena (Jukic idr., 2021).

Številne raziskave nakazujejo na veljavnost in uporabnost ultrazvoka pri merjenju debeline mišic (Ema idr., 2013; Betz idr., 2021; Hoffmann idr., 2021). Ultrazvok se je prav tako izkazal za dobro koreliran z drugimi slikovnimi metodami, kot npr. računalniška tomografija (Lambell idr., 2020). Poleg tega so zanesljivost ultrazvoka pri merjenju debeline mišic dosledno potrdile različne raziskave. Na primer, Liu idr. (2023) so opravili sistematični pregled, ki je pokazal visoko zanesljivost pri ocenjevanju arhitekture mišic spodnjih okončin s pomočjo ultrazvoka (večina ICC > 0,90). Jeong idr. (2016) so prav tako podprli zanesljivost in veljavnost ultrazvoka pri merjenju debeline mišic zgornjih vlaken trapeza in prečne trebušne mišice. Če povzamemo, več raziskav podpira veljavnost in zanesljivost ultrazvoka pri merjenju debeline mišic, zlasti mišic spodnjih okončin pri različnih populacijah in kliničnih okoljih.

Med izvedbo mrtvega dviga so aktivne predvsem zadnje stegenske mišice oziroma mišice semimembranosus, semitendinosus in biceps femoris. Te mišice omogočajo predvsem izteg kolka in upogib kolena (Woodley in Mercer, 2005; Koulouris in Connell, 2005). Martín-Fuentes idr. (2020) so med mrtvimi dvigi opazili nekoliko večjo aktivacijo mišice semitendinosus v primerjavi z mišico biceps femoris, vendar je najverjetneje težko sklepati o večji pomembnosti prve mišice za izvedbo mrtvega dviga, saj sta pri izvedbi mrtvega dviga pomembna oba sklopa mišic. Ob opisnem lahko rečemo, da je izvedba mrtvega dviga rezultat kompleksne kombinacije različnih dejavnikov. Z natančnim testiranjem in analizo različnih spremenljivk lahko pridobimo podroben vpogled v šibke točke posameznika in dejavnike, ki vplivajo na uspešnost izvedbe. Zato je cilj te raziskave preveriti, katere od izbranih spremenljivk so povezane z uspešnostjo izvedbe mrtvega dviga pri zmerno do visoko treniranih po-

sameznikih. Rezultati te raziskave bi lahko bili koristni tako za športne trenerje pri načrtovanju vadbenih programov kot za posameznike pri izboljšanju njihove izvedbe mrtvega dviga. Vrh obrazca

## Metode

### Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 12 preiskovancev (starost:  $25,8 \pm 7,1$  leta; telesna masa:  $86 \pm 5,3$  kg). Preiskovanci so poročali o rednem izvajanju vadbe proti uporu (trenajni status:  $5,1 \pm 2,2$  leta), v svoj trenajni proces so vključevali mrtvi dvig vsaj enkrat na teden, kar je bil tudi pogoj za vključitev v raziskavo. Izključitveni kriteriji so bile hujše poškodbe ali bolezni v zadnjih šestih mesecih pred izvedbo raziskave ali bolečine, ki bi lahko vplivale na izvedbo meritev. Po predstavitvi morebitnih tveganj, koristi in poteka raziskave so preiskovanci podpisali informirano privolitev v sodelovanje pri raziskavi, ki je v skladu s Helsinško deklaracijo. Preiskovancem je bila predstavljena tudi možnost odstopa od raziskave med procesom brez posledic. Raziskavo je potrdila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (št. 0120-690/2017/8) in je v skladu z zahtevami raziskovalne etike.

### Potek študije

Raziskava je presečna. Za vse preiskovance je bil potreben le en obisk, hkrati smo jim naročili, naj na meritve pridejo spočiti, naj zaužijejo primeren energijski obrok in poskrbijo za hidracijo. Sočasno sta meritve opravljala dva preiskovanca. Preiskovancu smo najprej opisali potek raziskav, tveganja in koristi. Izpolnil je list z osebni podatki ter kratek vprašalnik o zgodovini poškodb in značilnostih trenajnega procesa, na koncu pa še informirano privolitev za sodelovanje v raziskavi. Sledile so antropometrične meritve, pri katerih smo vključili višino preiskovanca, obsege podlakti (meritev je bila izvedena na sredini podlakti in na najširšem delu, izračunano je bilo povprečje vseh 4 meritev) in nadlakti (meritev je bila izvedena na sredini nadlakti, izračunano je bilo povprečje 2 meritev), obseg bokov in obseg stegna (meritev je bila izvedena na proksimalnem delu, na sredini stegna in na distalnem delu stegna, izračunano je bilo povprečje 6 meritev). Nato je sledila meritve bioelektrične impedance z uporabo telesnega analizatorja Tanita (BV 418MA). Preiskovanci so postopek nato nadaljevali z ogrevanjem, in sicer so izvedli 5 minut sto-



panja na višjo podlago, dinamične raztezne vaje celotnega telesa po 10 ponovitev (kroženja – glave, ramen, rok, bokov, kolen, gležnjev) in 5 krepilnih vaj (10 počepov z dvigom na prste s 4- ali 6-kilogramsko utežjo, 10 enonožnih mrtvih dvigov s 4- ali 6-kilogramsko utežjo, 10 upogibov komolca v supiniranem in proniranem položaju podlakti s 4- ali 6-kilogramsko utežjo v vsaki roki ter 10 enonožnih dvigov mostu). Preiskovanci so nato opravili meritve jakosti stiska pesti, meritve jakosti iztegovalk in upogibalk kolena ter meritve 1 RM pri mrtvem dvigu.

## Merilni postopki

V prvem sklopu so bile opravljene antropometrične meritve, meritve telesne analize s telesnim analizatorjem Tanita ter meritve debeline mišic dolge glave biceps femoris, mišice semitendinosus in velike zadnjične mišice z uporabo ultrazvoka. Antropometrične meritve so bile izvedene po priporočilih standardov za oceno antropometrije (Norton, 2018). V meritve smo vključili višino preiskovancev, obsege in dolžine zgornjih okončin (dlan, zapestje, podlaket, nadlaket, prsni koš), pasu ter spodnjih okončin (stegnenico in golenico). Nato so preiskovanci opravili bioelektrično impedanco, pri čemer smo zabeležili telesno maso, mišično maso, kostno maso, BMI, maščobno maso in delež vode v telesu (angl. Total body water).

Za meritve debeline mišic smo uporabili diagnostični ultrazvok Resona 7 (Mindray, Shenzhen, Kitajska) in srednje veliko linearno sondo (Model L11-3U, Mindray, Shenzhen, Kitajska). Merilca sta bila predhodno usposobljena za ultrazvočne meritve. Pri vseh preiskovancih smo debelino mišice izmerili na dominantni nogi ter zajeli tri ločene meritve pri vsaki mišici. Izmed treh zajetih slik posamezne mišice smo izbrali tisto z vidnejšimi mišičnimi vlakni in aponevrozo. Preiskovanci so ležali sproščeno na fizioterapevtski postelji, kot je razvidno s Slike 1 (kot v kolku in kolenu je bil 0°). Mišično-tetivni kompleks je bil označen s pomočjo palpacije in izometrične kontrakcije mišice. Zajem slike posamezne mišice je bil po celotni dolžini od narastišča do izvora, čemur je sledila določitev debeline mišice na treh mestih (proksimalni, srednji in distalni del mišice). Srednji del je bil določen pri največji debelini, proksimalni in distalni del pa 2 cm višje in nižje. Med zajemom slike smo sondo premikali s 3–5-sekundnim zamikom po prej označeni liniji ter jo ustrezno

obračali, da je ostala pravokotno na sondo in usmerjena glede na orientacijo mišičnih fasciklov. Med zajemom slike smo uporabili minimalen pritisk. Za izboljšanje stika med kožo in sondo smo uporabili ultrazvočni gel (AquaUltra Basic, Ultragel, Budimpešta, Madžarska).



Slika 1: Primer meritve debeline mišice dolge glave biceps femoris

Drugi sklop meritev je bil opravljen z ročnim dinamometrom za vrednotenje maksimalne jakosti mišic podlakti. Merjenci so meritev opravili dvakrat posamično na vsaki roki in dvakrat z obema rokama hkrati. Merjenec je opravil po dve poskusni meritvi in dve največji hoteni kontrakciji stiska pesti v vsakem pogoj. Med ponovitvami so imeli vsaj 30 sekund odmora. Zabeležili



Slika 2: Merjenje jakosti stiska pesti z dinamometrom

smo največje sile, ki jih je preiskovanec dosegel v unilateralnih in bilateralnih poskusih. Preiskovanec je držal dinamometer oziroma dinamometra tako, da je posnemal položaj mrtvega dviga, z rahlim upogibom rame in komolcem v iztegnjenem položaju (Slika 2). Merjenec je stisnil in zadržal dinamometer z največjo možno silo vsaj pet sekund. Preiskovance smo med testiranjem glasno verbalno spodbujali.

Tretji sklop meritev je bil opravljen na izometričnem dinamometru (S2P, Science to Practice) z vgrajenimi senzorji sil (model 1-Z6FC3/200 kg) z namenom vrednotenja največje izometrične jakosti upogiba in iztega kolena (Slika 3). Meritve smo opravili kvazirandomizirano in uravnoteženo, kar pomeni, da smo v nekaterih primerih začeli z upogibom, nato z iztegom ter prav tako v nekaterih primerih z bilateralnim iztegom oziroma upogibom in nato z unilateralnimi iztegi oziroma upogibi in obrnjenjo. Dinamometer je bil pred testom kalibriran po navodilih proizvajalca. Preiskovanec se je usedel na stol dinamometra, pri tem je bil celoten hrbet v stiku z naslonjalom (koti: kolk 100° in koleno 120°). Nastavitve stola so bile prilagojene tako, da je bilo prostora med sedežem in ного toliko, da ni oval izvedbe posamezne naloge in da je bila os kolenskega sklepa poravnana z osjo dinamometra. Prav tako je bila delovna noga preiskovanca v nevtralnem položaju, brez zunanje in notranje rotacije v kolčnem sklepu. Ročica dinamometra je bila prilagojena dolžini noge preiskovanca, vpetje je bilo tako nad lateralnim maleolom (5 cm proksimalno) in močno zatesnjeno. Za boljše stabilnost med testom je bilo preiskovancu naročeno, naj uporablja ročici na robu se-



Slika 3: Položaj preiskovanca med merjenjem jakosti upogiba in iztega kolena

Tabela 1.

Opisna statistika

Spremenljivka	Povprečje	SO	Minimum	Maksimum
1 RM (kg)	177,8	25,4	150,0	220,0
1 RM (kg/kgTM)	2,2	0,3	1,8	2,7
Debelina mišice (BF)	38,1	6,9	27,9	48,0
Debelina mišice (ST)	32,7	4,8	24,1	40,0
Debelina mišice (GM)	48,5	4,8	40,2	52,4
Odstotek telesne maščobe (%)	16,8	3,2	11,5	21,3
Telesna masa (kg)	82,1	2,6	79,6	86,2
Pusta telesna masa (kg)	64,9	2,7	61,2	69,7
Jakost stiska pesti (N)	594,2	86,2	500,1	797,2
Jakost iztegovalk kolena (N)	715,1	103,6	611,0	912,0
Jakost upogibalk kolena (N)	357,2	37,4	304,0	432,0
Jakost iztegovalk kolena (N/kgTM)	8,7	1,1	7,4	10,6
Jakost upogibalk kolena (N/kgTM)	4,3	0,4	3,8	5,0
Višina skoka (cm)	41,3	5,5	31,5	48,5
Obseg bokov (cm)	101,5	3,1	98,0	107,0
Obseg stegna (cm)	55,4	2,5	52,7	59,0
Obseg podlakti (cm)	29,1	0,9	27,4	30,5
Obseg nadlakti (cm)	34,2	1,5	32,0	36,5

SO – standardni odklon; kgTM – normalizirano na kilogram telesne mase

Tabela 2.

Korelacijska analiza

Spremenljivka	1 RM	1 RM – Normaliziran
Debelina mišice (BF)	.032	.155
Debelina mišice (ST)	.277	.295
Debelina mišice (GM)	.378	.363
Odstotek telesne maščobe (%)	.157	.097
Telesna masa (kg)	.455	.250
Pusta telesna masa (kg)	.198	.100
Jakost stiska pesti (kg)	.147	-.033
Jakost iztegovalk kolena (N)	.718*	.611
Jakost upogibalk kolena (N)	.359	.280
Jakost iztegovalk kolena (N/kgTM)	.717*	.646
Jakost upogibalk kolena (N/kgTM)	.244	.225
Višina skoka (cm)	-.099	.015
Obseg bokov (cm)	.264	.129
Obseg stegna (cm)	.455	.317
Obseg podlakti (cm)	.532	.460
Obseg nadlakti (cm)	.164	.068

kgTM – normalizirano na kilogram telesne mase; \* – statistično značilna povezava

deža za oprijem. Za vsako nalogo je merjenec opravil tri poskusne ponovitve s 50, 75 in 90 % ocenjene največje zmogljivosti, temu so sledile tri ponovitve največje ho-

tene kontrakcije, med katerimi so bili enominutni odmori. Tudi pri tej nalogi so imeli preiskovanci pri vsaki ponovitvi glasno verbalno spodbudo.

Zadnji sklop meritev je zajemal merjenje maksimalne jakosti (1 RM) pri mrtvem dvigu. Preiskovanci so ogrevanje začeli s prazno palico ter postopoma dvigovali breme po lastnem občutku. Po prvih nekaj ogrevalnih serijah so izvajali le po eno ponovitev pri nadaljnjih bremenih, da bi se izognili vplivu utrujenosti. Ogrevanje, dodajanje bremena in odmor so si preiskovanci lahko določili sami, pri izvedbi pa so bili glasno verbalno spodbujani. Za testiranje 1 RM so imeli na voljo tri ponovitve. V analize smo vzeli tako absolutni 1 RM (v kg) in 1 RM, normaliziran na telesno maso (kg/kg).

## Statistična analiza

Za statistično analizo smo uporabili program IBM SPSS Statistics 25 (IBM, New York, USA). Za vse parametre smo izračunali opisno statistiko (povprečne vrednosti, standardni odklon, minimum in maksimum). Normalnost porazdelitve podatkov smo preverili s Shapiro-Wilkovim testom in histogramom. Za ugotavljanje povezanosti spremenljivk smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient ( $r$ ), pri čemer smo rezultate interpretirali kot: 0,1–0,29 majhna povezanost; 0,3–0,49 zmerena povezanost; 0,5–0,69 velika povezanost; 0,7–0,89 zelo velika povezanost; 0,9–0,99 popolna povezanost (Akoglu, 2018). Pri ordinalnih spremenljivkah ali nenormalno porazdeljenih spremenljivkah smo uporabili Spearmanov korelacijski koeficient ( $\rho$ ). Statistična značilnost je bila sprejeta pri stopnji zaupanja  $\alpha < 0,05$ .

## Rezultati

### Opisna statistika

V Tabeli 1 je zbrana opisna statistika meritev.

### Korelacije

Opazili smo pomembno pozitivno korelacijo med absolutnim 1 RM in jakostjo iztegovalk kolena, tako surovo ( $r = .718$ ,  $p < .05$ ) kot normalizirano ( $r = .717$ ,  $p < .05$ ). Nobena druga spremenljivka ni pokazala pomembne korelacije z 1 RM. Za normaliziran 1 RM ni bilo nobene statistično značilne povezave, zaznan je bil trend povezave z normalizirano jakostjo iztegovalk kolena ( $r = 0,646$ ,  $p = 0,06$ ), kar kaže na trend, ki bi ga lahko raziskali v nadaljnjih študijah z večjimi velikostmi vzorcev. Tabela 2 prikazuje korelacijske koeficiente med 1 RM in drugimi spremenljivkami.

## Razprava

Namen naše raziskave je bil preveriti, katere spremenljivke so povezane z 1 RM pri mrtvem dvigu pri zmerno do visoko treniranih posameznikih. Merili smo jakost stiska pesti, jakost iztegovalk in upogibalk kolena, antropometrijo, debeline zadnjih stegenskih mišic in velike zadnjične mišice ter navsezadnje 1 RM pri mrtvem dvigu. Rezultati raziskave so potrdili pomembno pozitivno korelacijo med absolutnim 1 RM in jakostjo iztegovalk kolena, prav tako je bil zaznan trend povezave z normalizirano jakostjo iztegovalk kolena. Nobena druga spremenljivka ni pokazala pomembne korelacije z 1 RM.

Korelacija med jakostjo iztegovalk kolena in 1 RM pri mrtvem dvigu v naši raziskavi je bila pričakovana, saj imajo iztegovalke kolena veliko vlogo pri izvedbi mrtvega dviga (Escamilla idr., 2000). V nasprotju s pričakovanji nismo odkrili nobene povezave z upogibalkami kolena in 1 RM pri mrtvem dvigu. Meritve sEMG pri mrtvem dvigu so pokazale večjo aktivnost iztegovalk kolena v primerjavi z upogibalkami kolena, vendar so avtorji raziskav še vedno neenotni (Martín-Fuentes idr., 2020). Eden izmed razlogov za dobljene rezultate v naši raziskavi bi lahko bil kot v kolenu pri meritvah jakosti upogiba kolena. Escamilla idr. (2000) so izvedli biomehansko analizo dveh različic mrtvega dviga pri 24 dvigalcih uteži (sumo in konvencionalni način izvedbe). Pri mrtvem dvigu so zabeležili kot v kolenu  $126^\circ \pm 8^\circ$  (sumo različica) oz.  $124^\circ \pm 9^\circ$  (konvencionalna različica) v začetnem delu giba ter  $153^\circ \pm 8^\circ$  (sumo različica) oz.  $161^\circ \pm 8^\circ$  (konvencionalna različica), ko je palica prečkala koleno, kar je v nasprotju s kotom v kolenu v začetnem položaju na izometričnem dinamometru v naši raziskavi, ki je obsegal  $120^\circ$ . Prav tako lahko v ozir vzamemo položaj kolkov. V omenjeni raziskavi so zabeležili v začetnem delu dviga kot v kolkih  $77^\circ \pm 7^\circ$  (sumo različica) oz.  $72^\circ \pm 13^\circ$  (konvencionalna različica) ter  $106^\circ \pm 8^\circ$  (sumo različica) oz.  $114^\circ \pm 11^\circ$  (konvencionalna različica), ko je palica prečkala koleno, medtem ko so preiskovanci v naši raziskavi na izometričnem dinamometru imeli kot v kolkih  $100^\circ$ .

Ker so zadnje stegenske mišice dvosklepne mišice (Kellis in Blazevich, 2022) in ker je mrtvi dvig dinamična vaja (Camara idr., 2016), poleg tega je bila v našem primeru meritev upogibalk kolena izvedena v statičnem, fiksnem položaju in zunaj meja kotov, ki jih vadeči zajame skozi gib, sta lahko razloga za pomanjkanje korelacij z 1 RM.

Zato bi bilo treba za relevantnejše rezultate v prihodnje izmeriti jakost mišic v različnih kotih, ki imitirajo mrtvi dvig. Omeniti je treba tudi razlike med mrtvim dvigom in upogibom kolena na dinamometru. Mrtvi dvig je – na grobo opisano – izteg gležnjev, kolen in bokov (Camara idr., 2016) oziroma dinamično izveden gib, medtem ko smo v naši raziskavi merili jakost upogibalk kolena v statičnih pogojih, kar lahko dodatno podkrepi pomanjkanje korelacij z uspešnostjo izvedbe mrtvega dviga. V prihodnje bi bilo treba meriti jakost upogibalk kolena pri različnih kotih v kolenu ter tudi v dinamičnih pogojih oz. med samo izvedbo mrtvega dviga.

V prejšnjih raziskavah je bilo dokazano (Jukic idr., 2021), da je lahko jakost prijema oziroma prijem palice omejitveni dejavnik, saj lahko zmanjša število opravljenih ponovitev ali pa zmanjša % bremena, ki ga bi bil posameznik sicer sposoben dvigniti. Če je omejitveni dejavnik jakost mišic podlakti, so lahko rešitev dvizni trakovi (Jukic idr., 2021), saj prenesejo del bremena s prstov na zapestja ter s tem omogočajo večji prenos sile in dvig večjih obremenitev. Omeniti pa je treba, da jih tekmovalci po pravilih mednarodne powerlifting zveze na tekmovanjih ne smejo uporabljati, lahko pa služijo kot pripomoček v trenažnem procesu. Povezave z 1 RM pri mrtvem dvigu in jakostjo prijema v naši raziskavi nismo opazili. Razlog za to bi lahko bil položaj držanja ročnega dinamometra. V naši raziskavi so preiskovanci posnemali položaj držanja palice pri izvajanju mrtvega dviga, kar je vključevalo rahel upogib rame ob iztegnjenem komolcu. Ta pristop se razlikuje od splošnih priporočil za izvedbo testa stiska jakosti pesti, kar lahko vpliva na rezultate. Raziskava Ng in Fan (2001) poudarja, da lahko spremenjen položaj komolca vpliva na natančnost meritev jakosti stiska pesti. Zato bi lahko odstopanje pri rezultatih v naši raziskavi delno pripisali tej specifični metodi držanja dinamometra. Da bi bolje razumeli vpliv tega dejavnika, bi bilo smiselno izvesti dodatne analize in morda prilagoditi postopek testiranja oziroma testirati jakost stiska pesti v različnih kotih komolca. Poleg tega bi lahko raziskave v prihodnje preučile druge dejavnike, ki bi lahko vplivali na povezavo med jakostjo stiska pesti in spodnjimi okončinami, ter tako pripomogle k celovitejšemu razumevanju teh kompleksnih medsebojnih odnosov.

Raziskave potrjujejo hipotezo, da je prečni presek mišice močan napovedovalec

mišične jakosti in živčno-mišične učinkovitosti (kot npr. maksimalni vertikalni skok) pri moških in ženskah. Sklepamo lahko, da služi prečni presek mišice kot pomembna osnova za gradnjo tako mišične jakosti kot mišične moči (Suchomel in Stone, 2017). Suchomel in Stone sta v svoji raziskavi pri 17 treniranih moških preučevala povezavo med prečnim presekom, jakostjo in drugimi dejavniki. Ugotovili so, da imata prečni presek mišice vastus lateralis in biceps femoris pozitiven vpliv na 1 RM pri počepu, in dodajajo, da se morajo posamezniki osredotočiti na povečanje prečnega preseka predvsem mišic spodnjih okončin, če želijo povečati 1 RM. Kljub temu, da je debelina mišice pomembna determinanta mišične jakosti, v naši raziskavi nismo odkrili jasne povezave z uspešnostjo mrtvega dviga.

Prav tako smo se v raziskavi osredotočili na vpliv telesnih mer na maksimalno jakost, pri čemer smo se zgledovali po prejšnjih ugotovitvah, opravljenih na visoko treniranih športnikih, kot je raziskava Mayhew idr. iz leta 1993. Njihova študija je zajemala 58 igralcev ameriškega nogometa in pokazala, da ima antropometrija pomemben vpliv na 1 RM pri mrtvem dvigu, potisku s prsi in počepu, zlasti na obseg in prečni presek rok ter obseg nog. Čeprav smo v raziskavi podrobno izmerili omenjene antropometrične parametre (ter druge) in so bili preiskovanci dobro trenirani, nam ni uspelo odkriti korelacij med temi merjenji in maksimalno jakostjo pri mrtvem dvigu. To neujemanje s prejšnjimi raziskavami kaže, da bi bili rezultati morda drugačni, če bi vključili večji vzorec preiskovancev, zlasti pa, če bi populacijo razširili na oba spola.

Eden izmed ključnih omejitvenih dejavnikov naše raziskave je omejeno število preiskovancev, ki bi lahko vplivalo na splošno reprezentativnost rezultatov. Raziskava Mayhewa idr. (1993) je zajemala 58 igralcev ameriškega nogometa, kar je morda prispevalo k jasnejšemu razumevanju povezav med antropometrijo in maksimalno jakostjo. Ob teh ugotovitvah bi bilo smiselno razmisliti o nadaljnjih raziskavah, ki bi vključevale večji in homogenejši vzorec preiskovancev, saj bi to lahko pripomoglo k celovitejšemu razumevanju morebitne povezanosti morfoloških in funkcionalnih spremenljivk z uspešnostjo pri izvedbi mrtvega dviga.

## ■ Zaključek

Mišična jakost ima ključno vlogo v celovitem razvoju športnika, zlasti v disciplinah, pri katerih je izvajanje kompleksnih gibalnih nalog ključno. To velja predvsem za športe, kot je troboj moči, pri katerem največja jakost neposredno določa uspešnost izvedbe nalog in zmanjšuje tveganje za poškodbe. V jakostnih športih je jakost pomembna, saj ima tesno povezavo s tekmovalnim uspehom. Mrtvi dvig je večsklepna vaja, ki vključuje mišice celega telesa, zato je v središču športne diagnostike in uvrščena v trenažni proces športnikov. V okviru naše raziskave smo se osredotočili na identifikacijo ključnih dejavnikov, ki bi lahko vplivali na uspešnost pri izvedbi mrtvega dviga. Rezultati naše študije so pokazali, da obstaja korelacija med jakostjo iztegovalk kolena in maksimalno jakostjo pri mrtvem dvigu. Ugotovili smo, da nobena druga analizirana spremenljivka ni pokazala korelacije z 1 RM. Pomembno je poudariti, da moramo biti pri interpretaciji rezultatov previdni, saj smo v raziskavo vključili omejeno število preiskovancev moškega spola, le 12 posameznikov. Za pridobitev zanesljivejših in generaliziranih zaključkov bi bilo v prihodnjih raziskavah smiselno vključiti večji vzorec preiskovancev obeh spolov z bolj podobnimi trenažnimi procesi. Naša raziskava lahko služi kot temelj in vodilo za nadaljnje študije, kjer bi bilo treba razširiti vzorec in upoštevati širši spekter spremenljivk, ki bi lahko vplivale na rezultate. Raziskave s homogeno skupino športnikov obeh spolov bodo omogočile boljše razumevanje kompleksnih interakcij med uspešnostjo pri izvedbi mrtvega dviga in različnimi dejavniki, kar bo imelo pomembne implikacije za oblikovanje učinkovitih trenažnih programov in periodizacijo športnikov v teh zahtevnih disciplinah.

## ■ Literatura

1. Beenakker, K. G., Ling, C. H., Meskers, C. G., et al. Patterns of muscle strength loss with age in the general population and patients with a chronic inflammatory state. *Ageing Res Rev.* 2010;9(4):431–436.
2. Betz, T. M., Wehrstein, M., Preisner, F., Bendszus, M., & Friedmann-Bette, B. (2021). Reliability and validity of a standardised ultrasound examination protocol to quantify vastus lateralis muscle. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 53(7), jrm00212. <https://doi.org/10.2340/16501977-2854>
3. Buckley, C., Stokes, M., & Samuel, D. (2018). Muscle strength, functional endurance, and health-related quality of life in active older female golfers. *Aging clinical and experimental research*, 30(7), 811–818. <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0842-4>
4. Cawthon, P. M., Fullman, R. L., Marshall, L., et al. Physical performance and risk of hip fractures in older men. *J Bone Miner Res.* 2008;23(7):1037–1044.
5. Camara, K. D., Coburn, J. W., Dunnick, D. D., Brown, L. E., Galpin, A. J., & Costa, P. B. An Examination of Muscle Activation and Power Characteristics While Performing the Deadlift Exercise With Straight and Hexagonal Barbells. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(5):p 1183–1188, May 2016. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001352
6. Deng, M., Yan, L., Tong, R., Zhao, J. J., Li, Y., Yin, Y., ... & Zhou, X. (2022). Ultrasound assessment of the rectus femoris in patients with chronic obstructive pulmonary disease predicts sarcopenia. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, Volume 17, 2801–2810. <https://doi.org/10.2147/copd.s386278>
7. Ema, R., Wakahara, T., Mogi, Y., Miyamoto, N., Komatsu, T., Kanehisa, H., ... & Kawakami, Y. (2013). in vivo measurement of human rectus femoris architecture by ultrasonography: validity and applicability. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 33(4), 267–273. <https://doi.org/10.1111/cpf.12023>
8. Escamilla, R. F., Francisco, A. C., Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Welch, C. M., Kayes, A. V., Speer, K. P., & Andrews, J. R. (2000). A three-dimensional biomechanical analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(7), 1265–1275. <https://doi.org/10.1097/00005768-200007000-00013>
9. Fonseca, J., Machado, F. V. C., Santin, L. C., Andreello, A. C., Schneider, L. P., Fernandes Belo, L., Rodrigues, A., Fernandes Rugila, D., Furlanetto, K. C., Hernandez, N. A., & Pitta, F. (2021). Handgrip Strength as a Reflection of General Muscle Strength in Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD: *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 18:3, 299–306, DOI: 10.1080/15412555.2021.1919608
10. Fragala, M. S., Alley, D. E., Shardell, M. D., et al. Comparison of hand-grip and leg extension strength in predicting slow gait speed in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2016;64(1):144–150.
11. Garhammer, John. A Review of Power Output Studies of Olympic and Powerlifting: Methodology, Performance Prediction, and Evaluation Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research* 7(2):p 76–89, May 1993.
12. Hoffmann, R. M., Ariagno, K., Pham, I. V., Jarrett, D. Y., Mehta, N. M., & Kantor, D. (2021). Ultrasound assessment of quadriceps femoris muscle thickness in critically ill children\*. *Pediatric Critical Care Medicine*, 22(10), 889–897. <https://doi.org/10.1097/pcc.0000000000002747>
13. Jeong, J., Han, J. H., Cho, J., & Lee, W. (2016). Reliability and validity of a personal computer based muscle viewer for measuring upper trapezius and transverses abdominis muscle thickness. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 5(3), 155–161. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2016.5.3.155>
14. Jukic, I., García-Ramos, A., Baláš, J., Malecek, J., Omcirik, D., & Tufano, J. J. (2021). Ergogenic effects of lifting straps on movement velocity, grip strength, perceived exertion and grip security during the deadlift exercise. *Physiology & Behavior*, 229, 113283. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113283>
15. Kellis, E., Blazeovich, A. J. Hamstrings force-length relationships and their implications for angle-specific joint torques: a narrative review. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022 Sep 5;14(1):166. doi: 10.1186/s13102-022-00555-6. PMID: 36064431; PMCID: PMC9446565.
16. Knudson, D. V. (2009). Correcting the use of the term "power" in the strength and conditioning literature. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1902–1908.
17. Lambell, K., Tierney, A. C., Wang, J. C., Nanjaya, V. B., Forsyth, A., Goh, G. S., ... & King, S. D. (2020). Comparison of ultrasound-derived muscle thickness with computed tomography muscle cross-sectional area on admission to the intensive care unit: a pilot cross-sectional study. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 45(1), 136–145. <https://doi.org/10.1002/jpen.1822>
18. Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003;95(5):1851–1860.
19. Liu, W., Wu, H. D., Ling, Y. T., Shea, Q. T. K., Nazari, V., Zheng, Y., ... & Zong-Hao, C. (2023). Reliability and validity of assessing lower-limb muscle architecture of patients with cerebral palsy (cp) using ultrasound: a systematic review. *Journal of Clinical Ultrasound*, 51(7), 1212–1222. <https://doi.org/10.1002/jcu.23498>
20. Martien, S., Delecluse, C., Boen, F., Seghers, J., Pelssers, J., Van Hoecke, A. S., & Van Roie, E. (2015). Is knee extension strength a better predictor of functional performance than handgrip strength among older adults in three different settings?. *Archives of gerontology and geriatrics*, 60(2), 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2014.11.010>
21. Martins, J., da Silva, J. R., da Silva, M. R. B., Bevilacqua-Grossi, D. Reliability and Validity of the Belt-Stabilized Handheld Dynamometer in Hip- and Knee-Strength Tests. *J Athl Train.* 2017 Sep;52(9):809–819. doi: 10.4085/1062-6050-52.6.04. Epub 2017 Aug 8. PMID: 28787180; PMCID: PMC5634229.

22. Mayhew, J. L., Piper, F. C., & Ware, J. S. (1993). Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 33(2), 159–165.
23. Ng, G. Y., & Fan, A. C. (2001). Does Elbow Position Affect Strength and Reproducibility of Power Grip Measurements? *Physiotherapy*, 87(2), 68–72. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)60443-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)60443-9)
24. Norton, K. (2018). Standards for Anthropometry Assessment. 10.4324/9781315385662-4.
25. Rantanen, T., Era, P., Kauppinen, M., et al. Maximal isometric muscle strength and socioeconomic status, health, and physical activity in 75-year-old persons. *J Aging Phys Act*. 1994;2(3):206–220.7.
26. Suchomel, T. J., & Stone, M. H. (2017). The Relationships between Hip and Knee Extensor Cross-Sectional Area, Strength, Power, and Potentiation Characteristics. *Sports (Basel, Switzerland)*, 5(3), 66. <https://doi.org/10.3390/sports5030066>
27. Tieland, M., Verdijk, L. B., de Groot, L. C., & van Loon, L. J. (2015). Handgrip strength does not represent an appropriate measure to evaluate changes in muscle strength during an exercise intervention program in frail older people. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 25(1), 27–36. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0123>

dr. Žiga Kozinc, doc.,  
Univerza na Primorskem,  
Fakulteta za vede o zdravju  
[ziga.kozinc@fvz.upr.si](mailto:ziga.kozinc@fvz.upr.si)



Marta Bon,  
Janja Jakob, Brina Kotar

## Analiza deleža žensk na vodilnih položajih v športnih organizacijah v Sloveniji

### Izvleček

Vprašanje enakih možnosti spolov za uveljavljanje na različnih področjih se pojavlja že vrsto let, tudi v športu. Namen našega raziskovanja je bil preučiti zastopanost žensk na vodilnih položajih v slovenskih športnih organizacijah, tj. vidik, ki je kot raziskovalna tema v slovenskem raziskovalnem prostoru sicer razmeroma zanemarjen.

Zbiranje podatkov je potekalo v okviru Olimpijskega komiteja Slovenije. Ta je anketo prek svojih članic poslal vsem športnim organizacijam v Sloveniji. Anketo so izpolnjevali delavci v športu na vseh ravneh, med njimi so prevladovali moški, največ anketiranih je opravljalo funkcijo predsednika in največ jih je prihajalo iz osrednjeslovenske regije. V anketo so bila poleg sociodemografskih kazalnikov zajeta vprašanja o zastopanosti spolov v športnih organizacijah, izobrazbi in regiji ter o dojemanju možnosti za doseganje vodilnih položajev. Skoraj polovica anketirancev poroča, da v njihovi športni organizaciji prevladujejo moški, da je delež žensk na vodilnih položajih v športnih organizacijah manjši v primerjavi z moškimi ter da ženske prejemajo nižje plačilo za podobno opravljena dela. Hkrati skoraj vsi anketiranci moškega spola menijo, da so moški in ženske enakopravno obravnavani; tudi ženske v večini navajajo, da imajo enake možnosti. Omeniti je treba omejitve študije, in sicer da so anketo izpolnjevali po večini tisti zaposleni, ki že delujejo v športu, večinoma na vodstvenih položajih, zato je njihovo dožemanje možnosti prilagojeno temu relativnemu zadovoljstvu na delovnem mestu. Potrebna bi bila nadaljnja raziskovanja, in sicer z različnih vidikov: v vzorec bi bilo treba zajeti posameznike, ki nimajo možnosti za delovanje v športnih organizacijah. Pridobljena spoznanja omogočajo pomemben vpogled v razmere na področju enakih možnosti ter je lahko podlaga za strateške ukrepe na področju enakih možnosti v športu in splošno v družbi.

*Ključne besede:* neenakost spolov, ženske, šport, vodstveni položaji



## Analysis of women's representation in leadership positions in sports organizations in Slovenia

### Abstract

The issue of equal gender opportunities in various fields has been present for many years, also in sport. The purpose of our research was to determine the representation of women in leadership positions in Slovenian sports organizations—a relatively underexplored topic in Slovenian research.

Data collection was conducted through the Olympic Committee of Slovenia, which distributed the survey via its members to all sports organizations in Slovenia. The majority of respondents in the survey, which was predominantly completed by male sports workers across various levels, held presidential positions and came from the Central Slovenian region.

In addition to socio-demographic indicators, the survey included questions regarding gender representation in sports organizations, education and region, as well as perceptions of opportunities for attaining leadership positions. Nearly half of the respondents reported that men dominated their sports organizations, that women held fewer leadership positions compared to men, and that women received lower wages for similar work. Despite these findings, almost all male respondents and the majority of female respondents stated that they believed men and women were treated equally and had the same opportunities.

It is important to note the limitations of the study, particularly that the survey was predominantly completed by individuals already employed in sport, mostly in managerial positions. This may have influenced their relatively positive perceptions of workplace opportunities. Future research should include perspectives from those who do not have the opportunity to work in sports organizations to provide a more comprehensive understanding.

The findings of this research provide an important insight into the situation of equal opportunities, which should serve as a basis for strategic measures to enhance equal opportunities in sport and society at large.

*Keywords:* gender inequality, women, sport, leading positions

## Uvod

Tematika enakosti spolov (angl. *gender equality*) je v svetovnem merilu precej pogosto proučevan fenomen, zdi pa se, da se pomen in nujnost obravnave vedno znova vračata k izhodiščnemu vprašanju.

Sektor za enake možnosti Ministrstva za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti, z enakostjo spolov označuje, »da morajo biti ženske in moški ne le zakonsko, ampak tudi v praksi, enako prepoznani, razpolagati morajo z enako družbeno močjo, biti enako udeleženi na vseh področjih javnega in zasebnega življenja ter imeti enako korist od rezultatov družbenega napredka« ([www.gov.si](http://www.gov.si)). Pogosto se uporablja izraz »enakost spolov«, a zgolj v praktične namene; nikakor ni mišljeno, da bi se zanikale biološke ali druge razlike med ženskami in moškimi. Kot opozarjajo številni raziskovalci, zakonsko enake pravice v športu in na drugih področjih torej še ne pomenijo, da imata ženski in moški spol enake možnosti (Shaw in Hoeber, 2003; Hirsu idr., 2018; Klasen, 2018; Nieuwenhuis idr., 2018; Adriaanse, 2019; Banu idr., 2020; Collins, 2020).

Precej pogosto se, predvsem v vsakdanjem življenju, zamenjujeta pojma enakosti in enakopravnosti spolov, vendar je med njima pomembna razlika. Enakost je prepričanje, da si vsakdo zasluži enakopravno obravnavo in da ni diskriminiran na podlagi spola. Enakost žensk in moških združuje tako formalnopravno enakost kot enakost, ki se nanaša na dejanske situacije v vsakdanjem življenju. Pojem enakopravnost pa predstavlja le del enakosti, torej je širši pojem in zajema formalni del, kar pomeni, da morajo biti izpolnjeni predpisi, vključuje pa tudi spoštovanje dejanskih oz. resničnih situacij v odnosu (Hirsu idr., 2018). Več raziskovalcev enakosti spolov v Sloveniji (Antič Gaber idr., 2017; Černigoj-Sadar, 2000; Hrženjak, 2020; Konečnik idr., 2022; Langerholz Žagar, 2006; Ule idr., 2013) in tujini (Milazzo in Goldstein, 2019; de Soysa in Zipp, 2019; Hirsu idr., 2018; Klasen, 2018; Manandhar idr., 2020; Greblo Jurakič idr., 2021) poudarja, da je enakopravnost samo pravnoformalni del, izgubimo pa družbeni vidik enakosti.

Morda lahko položaj žensk na vodilnih položajih v športu primerjamo s položajem žensk v znanosti. Številne raziskave položaja žensk v akademskem prostoru ugotavljajo njihovo marginaliziranost in ovire pri napredovanju (Acker, 2006; Antič Gaber, 2018). V prostorih spoprijemov za uspešno

znanstveno kariero razmere opisujejo z metaforami, kot so slonokoščeni stolp, vihar v stolpu, kontinuum drugačnosti, dekle razreda znanosti, drugi akademiki, stekleni strop, hladna atmosfera, črna luknja. Mnoge od teh raziskav merijo na »nevidne«, a močne sile, ki ženskam preprečujejo »normalno bivanje« v akademskem polju (Antič Gaber, 2018).

Analize deleža žensk so torej razmeroma uveljavljene, treba pa jih je osvetliti še z vidika trendov vodenja organizacij v športu (Eagly in Karau, 2002; Sotiriadou in De Haan, 2019; Parkes idr., 2020). Tudi na tem področju je v svetovnem merilu tematika razmeroma dobro osvetljena, tako z vidika zastopanosti žensk v evropskih vladah na področju športa (Adriaanse, 2019) ali v razvoju vodstvenih položajev žensk v posameznih državah (primer Avstralije – Banu-Lawrence, Frawley in Hoeber, 2020) kot na splošno v športnih organizacijah (Knoppers idr., 2022; Burton in Leberman, 2017; Elling idr., 2019; Cunningham, 2019); s tem, da nekatere osvetljujejo tudi drugačno družbeno vrednotenje žensk, tudi z vidika, da so ženske, ki delujejo na vodstvenih položajih in se izpostavijo z mnenjem, pogosto označene kot agresivne (v angl. kot *bitch*) (Shaw in Hoeber, 2003).

Posebni izzivi na področju menedžmenta v športnih organizacijah so tudi v Sloveniji. Za oceno stanja deleža žensk na vodilnih položajih v športu v Sloveniji smo opravili pregled vodilnih položajev v panožnih športnih zvezah po spolu vodilnih oseb. Analizirali smo javno dostopne podatke vseh panožnih zvez, posameznih evropskih in Mednarodnega olimpijskega komiteja (podatke o bazah in spletnih straneh navajamo v poglavju Viri). Podatki zajemajo 39 nacionalnih panožnih športnih zvez, 22 nacionalnih športnih zvez, ki jih priznava Mednarodni olimpijski komitej (MOK), 15 nacionalnih športnih zvez neolimpijskih športov, ki so članice Olimpijskega komiteja Slovenije – Združenja športnih zvez (OKS-ZŠZ), in 5 športnih zvez in združenj, ki se pretežno ukvarjajo s športom za vse. Izmed 81 zvez jih ima samo 8 na čelu predsednico (Fitnes zveza Slovenije, Konjeniška zveza Slovenije, Orientacijska zveza Slovenije, Rokoborska zveza Slovenije, Zveza drsalnih športov Slovenije, Zveza kotalkarskih športov Slovenije, Zveza tabornikov Slovenije in Zveza za hokej na travi Slovenije). Od teh ima v celoti žensko vodstvo samo Zveza drsalnih športov Slovenije. Preostale zveze imajo v vodstvo vključene tudi moške, ki večinoma zasedajo položaje sekretarjev,

podpredsednikov, članov različnih komisij ali odborov znotraj zvez. Prav tako na položaju podpredsednic in podpredsednikov ne najdemo veliko žensk, to funkcijo opravlja le 14 žensk (16,5 %) in 71 moških (83,5 %) (<https://olympics.com/ioc/gender-equality>).

V slovenskem športnem prostoru se srečujemo z raznovrstnimi pristopi k zastopanosti spolov na vodilnih položajih. V širšem kontekstu slovenskih športnih zvez lahko opazimo, da funkcije predsednikov skoraj praviloma zasedajo moški, položaji podpredsednikov so v zadnjem obdobju razdeljeni med oba spola. Analiza predsedstev različnih odborov in komisij razkriva, da je med njimi le 21,8 % predsednic, kar poudarja močno moško prevlado. Položaji sekretarjev v športnih zvezah prav tako razkrivajo zanimivo dinamiko spolne zastopanosti. Čeprav je v 12 zvezah skupno 14 sekretark, kar predstavlja 31,8 % vseh tovrstnih položajev, večina izmed njih delo opravlja nesamostojno oz. tako, da vzporedno deluje najmanj en moški kolega. Nasprotje predstavljajo sekretarji, ki v večini in pogosteje delujejo samostojno, brez kolegic. Ob tem je morda zanimiv podatek, da Zveza dršteev za športno rekreacijo in športno vzgojo zaposluje celo tri sekretarke, kar lahko napelje na domnevo, da so bile kot posameznice ocenjene kot manj kompetentne, zato so bile »potrebne« tri. Te ugotovitve kažejo na premalo zaupanja in spoštovanja do žensk pri zasedanju funkcij podpredsednic. Kot kaže raziskava iz leta 2016 (Langerholz Žager, 2016), 18 % žensk v Sloveniji meni, da je nespoštovanje njihovega dela v športu ključna ovira, poleg diskriminacije in podcenjevanja. Navedbe nakazujejo velik odmik od uravnotežene oziroma enakopravne obravnave z vidika spola.

Podatki o spolni uravnoteženosti in enakih možnostih v Mednarodnem olimpijskem komiteju (MOK) ponujajo dragocen vpogled v globalna prizadevanja za doseganje spolne enakosti v športu. Kot glavni zagovornik spolne uravnoteženosti MOK od leta 2019 zagotavlja enako zastopanost spolov v svoji volilni komisiji s tremi ženskami in tremi moškimi. Od leta 2017 do julija 2020 se je delež žensk med člani MOK povečal z 29 % na 38 %, kar kaže na pomembne korake k večji vključenosti žensk. Na evropski ravni so bili pri spolni uravnoteženosti na vodilnih položajih v športu ugotovljeni mešani rezultati. Na olimpijskih igrah v Tokiu je sodelovalo 27 evropskih olimpijskih komitejev, pri čemer jih je 56 % imelo v svojem

vodstvu ženske. Kljub temu pa je študija MOK iz leta 2022 razkrila (MOK, 2022b), da je delež žensk na vodilnih položajih znotraj nacionalnih olimpijskih komitejev (NOC) v Evropi še vedno premajhen. Le sedem držav ima ženske na položaju predsednika NOC, medtem ko je generalnih sekretark devet, kar nakazuje, da je pot do popolne spolne uravnoteženosti še dolga.

OKS-ZŠZ predstavlja pomembno nevladno športno organizacijo, ki združuje različne nacionalne športne zveze. Zavzema se za promocijo olimpijskih vrednot in spodbuja razvoj športa v Sloveniji z usklajevanjem interesov v civilni športni sferi. Posebno pozornost namenja

enakosti spolov skozi delovanje Komisije za enakost spolov (MOK, 2022b) (). V zadnjem obdobju pa se npr. WHO pri pripravi strategije do leta 2030 na področju obravnave spolov povezuje še z vidikom trajnosti (Manandhar idr., 2018; Nieuwenhuis idr., 2019), v družbi na splošno pa v novejšem času predvsem z vidika opolnomočenja žensk (Odera in Mulusa, 2020).

Naše raziskovanje se osredotoča na analizo spolne zastopanosti na vodilnih položajih v slovenskem športu, kjer je zaznati precejšnje neuravnoteženost. Kljub naraščajoči vključenosti žensk prejšnje študije (Shaw in Hoeber, 2003; Hirsu idr., 2018; Klasen, 2018; Manandhar idr., 2018; Adriaanse, 2019; Banu idr., 2020) kažejo na razlike v zastopanosti in vrednotenju. Raziskava je zasnovana z namenom razkriti razlike v spolni zastopanosti na vodilnih položajih ter posledično oceniti učinkovitost uvedenih ukrepov za izboljšanje enakih možnosti med spoloma. Cilj je bil pridobiti celovit vpogled v trenutne razmere in predstaviti možnosti za napredek v smeri večje spolne uravnoteženosti v športu v Sloveniji v skladu z globalnimi smernicami in cilji MOK.

## Metode

V anketi so bila vključena vsa športna društva, športne zveze, javni zavodi za šport in druga športna združenja v Sloveniji. Anketo je v celoti izpolnilo 484 delavcev v športu, med njimi so prevladovali moški (62,2 %). Anketiranci so bili v povprečju stari  $47 \pm 13$  let.

## Pripomočki

Zbiranje podatkov je potekalo prek Olimpijskega komiteja Slovenije s spletno anketo 1KA, ki je bila posredovana po elektronski pošti z nagovorom, naj jo posredujejo

Tabela 1

Slovenske regije, v katerih delujejo anketiranci na vodstvenih položajih, vključeni v študijo

	f	f (%)	F (%)
osrednjeslovenska	140	28,93	28,93
gorenjska	59	12,19	41,12
goriška	25	5,17	46,28
obalno-kraška	30	6,20	52,48
primorsko-notranjska	29	5,99	58,47
jugovzhodna Slovenija	17	3,51	61,98
Regija zasavska	7	1,45	63,43
savinjska	30	6,20	69,63
koroška	19	3,93	73,55
posavska	15	3,10	76,65
podravska	50	10,33	86,98
pomurska	63	13,02	100,00
skupno	484	100,00	

svojim članom (klubom in društvom). Namen je bil analizirati zastopanost spolov na vodstvenih položajih v športu in odnos vodilnih do tega področja. Anketna vprašanja so bila zaprtega, odprtega in polodprtega tipa. Del vprašanj se je nanašal na sociodemografske značilnosti in del na njihovo delovanje v športni organizaciji (funkcija, status, plačilo, sodelovanje). Zadnji del (odprta vprašanja) je zajemal vrednotenje ukrepov na področju enakosti spolov in izboljševanja razmer na tem področju.

## Postopek

Podatke smo statistično obdelali v programu IBM SPSS 25 (SPSS Inc., Armonk, NY, ZDA), medtem ko smo prikaze podatkov slogovno uredili v programu Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, ZDA). Opisne spremenljivke so predstavljene s frekvencami in frekvenčnimi deleži, številске pa s povprečji in standardnimi odkloni. Opisnim spremenljivkam smo preverili predpostavko o velikosti pričakovanih frekvenc ( $E_i > 5$ ). Če

je bila omenjena predpostavka izpolnjena, smo za primerjavo med dvema opisnima spremenljivkama uporabili dvosmerni hi-kvadrat, sicer pa Fisherjev eksaktni test. Razlike so bile ovrednotene kot statistično značilne pri stopnji tveganja 5 %.

## Rezultati

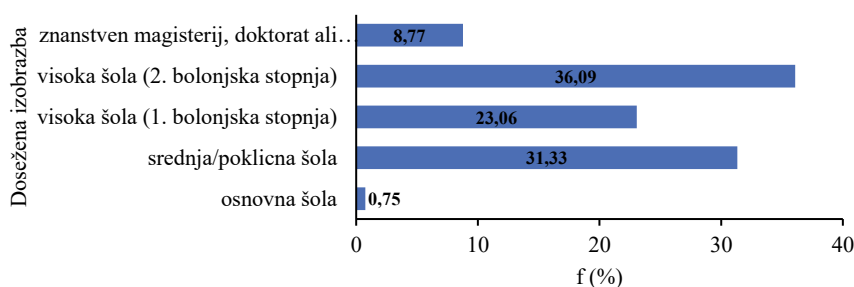
V uvodnem delu predstavljamo izbrane sociodemografske lastnosti ter analizo rezultatov, ki so razčlenjeni po regijah, iz katerih izhajajo klubi in športne zveze.

V Tabeli 1 so prikazane regije, v katerih delujejo anketiranci. Večina anketirancev prihaja iz osrednjeslovenske (28,9 %), sledijo anketiranci iz pomurske (13,0 %), gorenjske (12,2 %) in podravske regije (10,3 %). Najmanj anketirancev prihaja iz zasavske regije (1,5 %).

V Tabeli 2 je prikazana izobrazba anketirancev. Največ anketirancev je zaključilo 2. stopnjo bolonjskega študija (36,1 %), srednjo oz. poklicno šolo (31,3 %) ali pa 1. stopnjo

Tabela 2

Izobrazba anketirancev, vključenih v študijo





bolonjskega študija (23,1 %). Najvišjo izobrazbo (znanstveni magisterij, doktorat, specializacijo) je imelo 8,77 % anketirancev. Najmanjši delež anketirancev so predstavljali posamezniki z dokončano največ osnovno šolo (0,8 %).

V Tabeli 3 je prikazana razporeditev vlog znotraj športne organizacije. Večina anketirancev je navedla, da delujejo na položaju predsednika, kar je predstavljalo 34,3 %, sledile so funkcije trenerja oziroma selektorja (16,7 %) in sekretarja (15,7 %). Najredkeje zastopana vloga med anketiranci je bila funkcija administratorja, opravljalo jo je le 1,9 %.

V Tabeli 4 so prikazani podatki o načinu dela v športu s finančnega vidika. Več kot polovica anketirancev je navedla, da v športu delujejo prostovoljno oz. volunteersko (67,8 %), preostali pa profesionalno (16,5 %) ali kot samostojni podjetnik oz. zasebni športni delavec (8,5 %). Najmanjši delež anketirancev je deloval prek podjetne pogodbe (4,3 %) ali drugih načinov financiranja (2,9 %).

V Tabeli 5 so prikazani podatki o plačilu za opravljeno delo v športni organizaciji. Večina anketirancev je v športu delovala prostovoljno (68,4 %), preostali so prejeli plačilo. Med tistimi, ki so prejeli mesečno plačo, je največji delež mesečno prejemal več kot 1000 evrov plače (12,7 %), sledili so tisti z manj kot 500 evri mesečnega zasluga (10,1 %).

V Tabeli 6 so prikazani podatki z vidika prevladujočega spola v športni organizaciji. Slaba polovica anketirancev je poročala, da v njihovi športni organizaciji prevladujejo moški, medtem ko drugi v manjšem deležu navajajo, da sta pri njih oba spola enakovredno zastopana z izjemo vodstvenih položajev, na katerih prevladujejo moški (19,6 %). Le 10,8 % anketirancev je poročalo, da v njihovi športni organizaciji prevladujejo ženske, manjši delež pa je celo navedel, da ženske prevladujejo na vodstvenih položajih (5,2 %).

V Tabelah 7 in 8 je prikazana primerjava med spoloma v mesečnem zaslužku za delo v športu. V Tabeli 8 vidimo, da med spoloma prihaja do statistično značilnih razlik v mesečnem zaslužku za delo v športni organizaciji ( $p = 0,030$ ). Tabela 7 prikazuje, da moški v večjem deležu delujejo v športnih organizacijah prostovoljno kot ženske (+9,61 %). Ženske v primerjavi z moškimi prevladujejo pri plačilu do 500 evrov

Tabela 3  
Vloga anketirancev v športni organizaciji

	f	f (%)
predsednik/predsednica	166	34,30
trener/trenerka, selektor/selektorica	81	16,74
sekretar/sekretarka	76	15,70
član/članica izvršnega odbora	42	8,68
drugo	42	8,68
strokovni delavec/strokovna delavka	32	6,61
vodja oddelka/področja	23	4,75
podpredsednik/podpredsednica	13	2,69
administrator/administratorka	9	1,86
skupno	484	100,00

Tabela 4  
Način dela v športu

	f	f (%)
delujem prostovoljno oz. volunteersko	328	67,77
delujem profesionalno – v športu sem zaposlen/zaposlena	80	16,53
delujem kot samostojni podjetnik/samostojna podjetnica, zasebni športni delavec/zasebna športna delavka	41	8,47
delujem prek podjetne pogodbe	21	4,34
drugo	14	2,89
skupno	484	100,00

Tabela 5  
Plačilo za delo v športu

	f	f (%)
nič, delujem prostovoljno	292	68,38
do 500 € mesečno	43	10,07
500–1000 € mesečno	38	8,90
> 1000 € mesečno	54	12,65
skupno	427	100,00

Tabela 6  
Prevladujoči spol v športni organizaciji

	f	f (%)
večina moških	237	48,97
oba spola sta enakomerno zastopana, na vodstvenih položajih so večinoma moški	95	19,63
oba spola sta enako zastopana, kar velja tudi za vodstvene položaje	68	14,05
večina žensk	52	10,74
oba spola sta enakomerno zastopana, na vodstvenih položajih so večinoma ženske	25	5,17
drugo	7	1,45
skupno	484	100,00

Opomba. f = frekvenca, f (%) = frekvenčni delež

mesečno. Več moških kot žensk zasluži več kot 1000 evrov mesečno, pri tistih, ki mesečno zaslužijo med 500 in 1000 evrov, pa je delež podoben.

Raziskava je pokazala, da količina tedenskega dela v športu med spoloma ne razkriva statistično značilnih razlik ( $p = 0,278$ ), kar pomeni, da moški in ženske v povprečju namenjajo podobno količino časa svojim športnim obveznostim. Približno tretjina vseh anketirancev, ne glede na spol (33,1 %), vsak teden v športu preživi več kot 30 ur. Zanimivo je, da se približno petina žensk (20,5 %) angažira v športu za manj kot pet ur na teden. Po drugi strani več moških (24,6 %) svoje športne obveznosti opravlja v obsegu 10–20 ur na teden. Delež tistih, ki v športu preživijo manj kot 5 ur na teden, je večji pri ženskah (20,5 %), kar kaže na razliko angažiranosti v športnih dejavnostih med spoloma.

V Tabelah 9 in 10 je prikazana zastopanost spolov na vodilnih položajih v osrednjeslovenski in drugih regijah. Večina tistih, ki so na vodilnih položajih, prihaja iz preostalih regij, manj kot 20 % iz osrednjeslovenske regije. Ne glede na to, ali gre za osrednjeslovensko ali preostale regije, ne prihaja do statistično značilnih razlik pri spolu na vodilnih položajih ( $p = 1,000$ ). V osrednjeslovenski regiji na vodilnih položajih deluje 18,8 % moških in 17,1 % žensk, v preostalih regijah pa 81,2 % moških in 82,9 % žensk.

Tabela 11 prikazuje, ali imajo organizacije v statutu navedene ukrepe s področja enakosti spolov. Anketiranci v večini (93,6 %) navajajo, da njihove organizacije v statutu nimajo opredeljenih ukrepov na področju enakosti spolov. Zelo majhen delež anketirancev je poročal (6,4 %), da organizacija izvaja ukrepe na področju enakosti spolov.

V Tabeli 12 je predstavljena analiza po spolu glede na percepcijo enakih možnosti v športnih organizacijah, v katerih anketiranci delujejo. Ta kategorija vključuje enako plačilo za enako delo, enake možnosti za napredovanje, enako dostopnost izobraževanj ter enakost pri zasedenju vodilnih položajev. Večina tako žensk (90,7 %) kot moških (96,4 %) je izrazila mnenje, da imajo enake možnosti. Kljub temu pa je raziskava razkrila statistično pomembne razlike med spoloma ( $p = 0,026$ ) pri ocenjevanju enakih možnosti v športnih organizacijah, saj je za 5,6 % več žensk v primerjavi z moškimi izrazilo stališče, da enakopravnost ni zagotovljena.

Tabela 7

Primerjava med spoloma pri mesečnem zaslužku za delo v športu

			Plačilo za delo v športu				Skupno
			Prostovoljno delo	do 500 € mesečno	500–1000 € mesečno	> 1000 € mesečno	
Spol	moški	f	160	14	17	30	221
		f (%)	72,40 %	6,33 %	7,69 %	13,57 %	100,00 %
	ženski	f	81	20	13	15	129
		f (%)	62,79 %	15,50 %	10,08 %	11,63 %	100,00 %
Skupno	f	241	34	30	45	350	
	f (%)	68,86 %	9,71 %	8,57 %	12,86 %	100,00 %	

Tabela 8

Razlika v plačilu za enako opravljeno delo v športu

Trditev	$\chi^2$	p
Plačilo za delo v športu	8,922	0,030

Tabela 9

Zastopanost spolov na vodilnih položajih v osrednjeslovenski in preostalih regijah

			Regija		Skupno
			osrednjeslovenska	preostale regije	
Spol	moški	f	19	82	101
		f (%)	18,8 %	81,2 %	100,0 %
	ženski	f	6	29	35
		f (%)	17,1 %	82,9 %	100,0 %
Skupno	f	25	111	136	
	f (%)	18,4 %	81,6 %	100,0 %	

Tabela 10

Razlika v zastopanosti spolov med osrednjeslovensko in preostalimi regijami

Trditev	$\chi^2$	p
Zastopanost spolov v osrednjeslovenski in preostalih regijah	0,048	1,000

Tabela 11

Ukrepi na področju enakosti spolov

	f	f (%)
Navedeni ukrepi v statutu s področja enakosti spolov	ne	426
	da	29
	skupno	455
		100,00

Opomba. f = frekvenca, f (%) = frekvenčni delež

Med spoloma prihaja do statistično značilnih razlik ( $p = 0,000$ ) pri oceni potrebe po številnih spremembah. Pri razliki med mnenji o potrebi na področju enakosti med spoloma med anketiranci moškega in ženskega spola nismo ugotovili statistično značilnih razlik.

## Razprava

V kontekstu obravnavane študije smo se posvetili temeljiti analizi razmer na področju spolne uravnoteženosti na vodilnih položajih v športnih organizacijah v Sloveniji. Namen naše raziskave je bil zagotoviti vpo-

gled v prevladujoče spolne dinamike na teh položajih, ob tem smo preučevali tudi razlike v finančnem nagrajevanju in percepciji potrebnih izboljšav za spodbujanje enakosti spolov znotraj športnih struktur.

Pomembnost enakopravne zastopanosti spolov v športnih organizacijah je izpostavljena zlasti v disciplinah, v katerih se oba spola udeležujeta tekmovanj na enakovredni ravni (na primer v večini ekipnih športov). Podobno kot v nekaterih mednarodnih študijah (Adriaanse, 2019; Banu idr., 2020) v vlogi trenerjev na vrhunski ravni prevladujejo moški, kar velja zlasti za ekipne športe (Norman, 2021). V disciplinah, ki so tradicionalno razumljene kot »ženski športi« (npr. ritmična gimnastika), zaznavamo večjo zastopanost žensk tudi v vodstvenih vlogah. To je skladno z ugotovitvami v številnih drugih študijah (Eagly in Karau, 2002; Sotiriadou in De Haan, 2019; Parkes idr. 2020; Knoppers idr., 2022; Burton in Leberman, 2017; Elling idr., 2019; Cunningham, 2019). Po podatkih polovica anketirancev meni, da v vodstvu športnih organizacij v Sloveniji prevladujejo moški. Ta ugotovitev odraža širši, dalj časa trajajoči trend v svetu na področju športa (npr.: Adraanse, 2019; Knoppers idr., 2022; Burton in Leberman, 2017; Elling idr., 2019; Cunningham, 2019), morda pa še bolj v sektorjih, kot sta znanost in politika (npr. Collins, 2020; Odera in Mulusa, 2020; Millazo idr., 2019; Klasen, 2018). Pri našem vzorcu je analiza z vidika regionalne zastopanosti razkrila, da kljub večji koncentraciji športnih zvez in izobraževalnih možnosti v osrednjeslovenski regiji, ki bi lahko teoretično omogočila večjo zastopanost žensk na vodilnih položajih, spolna uravnoteženost ni bila dosežena. Velika zanimivost je prav gotovo dejstvo, da se to našim anketirancem ni zdelo problematično. Ta ugotovitev opozarja na širše sistemsko vprašanje, ki presega geografske in organizacijske meje.

Ko gre za finančno nagrajevanje, naša študija potrjuje razlike v plačilu med spoloma, kar je skladno z ugotovitvami Evropske komisije in Komisije za ženske v znanosti ter nekaterimi mednarodnimi študijami (Millazo idr., 2019; Klasen, 2018). Ta razlika je bila posebej izrazita pri višjih plačnih razredih, pri čemer je večji delež moških kot žensk navedel, da prejema več kot tisoč evrov plače. Poleg tega večina anketirancev navaja, da delujejo v športu na prostovoljni ravni, kar odpira razpravo o potrebi po jasnejšem ločevanju med prostovoljnim delom, ki je neplačano, in prostovoljnim pla-

Tabela 12

*Enakopravnost spolov v športni organizaciji*

		Enakopravnost moških in žensk v športni organizaciji		Skupno	
		Da	Ne		
Spol	moški	f	239	9	248
		f (%)	96,37 %	3,63 %	100,00 %
	ženski	f	137	14	151
		f (%)	90,73 %	9,27 %	100,00 %
Skupno		f	376	23	399
		f (%)	94,24 %	5,76 %	100,00 %

Tabela 13

*Ocena potrebe po spremembah na področju enakosti med spoloma*

		Na področju enakosti spolov v športnih organizacijah so potrebne številne spremembe		Skupno	
		ne	da		
Spol	moški	f	221	27	248
		f (%)	89,1 %	10,9 %	100,0 %
	ženski	f	113	38	151
		f (%)	74,8 %	25,2 %	100,0 %
Skupno		f	334	65	399
		f (%)	83,7 %	16,3 %	100,0 %

čanim delom v prihodnjih študijah. Na nek način je presenetljiva ugotovitev, da večina anketiranih, tudi ženske, navaja, da so v športni organizaciji, v kateri delujejo, enake možnosti za oba spola. Po drugi strani je logično, saj je naš vzorec zajel le osebe, ki aktivno delujejo v športnih organizacijah, in gre sklepati, da so nekako zadovoljni tudi z razdelitvijo vlog znotraj športnih organizacij. Tako smo že pri vzorčenju opozorjeni na omejitve študije; raziskovalni izziv bi bilo vključiti bistveno širši vzorec, ki bi zajel tudi ženske, ki bi želele delovati v športu, pa morda niso imele možnosti. V strokovnih in poljudnih virih jer razmeroma veliko tovrstnih navedb.

Ponovno velja poudariti, da naše raziskovanje potrjuje zakoreninjene predsodke in strukturne ovire, ki jih je zaznati ne le v športu, temveč tudi v širšem družbenem kontekstu, kot je razvidno iz raziskav Unesca in Evropskega parlamenta (Collins, 2020). Ti vzorci moške prevlade na položajih odločanja in nižje finančne kompenzacije za ženske niso omejeni le na športne organizacije, temveč odsevajo širšo problematiko neenakosti spolov. Razhajanje med zaznavo enakosti in dejanskim stanjem, zlasti v kontekstu finančnega nagrajeva-

nja, poudarja potrebo po nadaljnji analizi in bolj diferenciranem pristopu k obravnavi vprašanj o enakosti spolov v športu. Ta ugotovitev je skladna z dosedanjimi študijami, ki kažejo, da kljub enakim možnostim za izobraževanje med spoloma ostajajo vidiki, kot sta plačilo in napredovanje, pri katerih enakost še ni dosežena (Evropska komisija; Komisija za ženske v znanosti).

Eno izmed spoznanj pričujočega raziskovanja je, da bi dokaj specifična struktura športnih organizacij in dinamika znotraj njih v nadaljnjih raziskavah zahtevali še natančnejši raziskovalni načrt, predvsem določitev vzorca v smislu opredelitve vodstvenega položaja. Izkazalo se je, da v praksi v nekaterih okoljih sekretar dejansko opravlja vodstveno in odločevalsko funkcijo, drugod je bolj administrativna podpora. Predlagali bi opredelitev na temelju odločanja o pomembnih zadevah v organizaciji. Poleg tega bo treba vzorec v prihodnje razširiti na tiste, ki (še) niso na vodilnih položajih, da bi lahko razumeli njihove perspektive in potencialne ovire na poti do vodstvenih vlog. Prav tako se zdi pomembno, da v prihodnjih študijah razlikujemo med prostovoljnim delom in delom brez plačila, saj to omogoča boljše razumevanje finančnih

razmer v športnih organizacijah in razlik v nagrajevanju. Poleg tega bi morali raziskati, kako se lahko specifične intervencije in politike v športnih organizacijah uporabijo za izboljšanje spolne uravnoteženosti na vseh ravneh. Ob koncu je treba poudariti, da kljub nekaterim pozitivnim premikom v percepciji in realnosti enakih možnosti za moške in ženske v športnih organizacijah ostajajo pomembne ovire in izzivi. Raziskava ne odraža le trenutnih razmer, temveč ponuja tudi podlago za razvoj ciljno usmerjenih strategij in politik za spodbujanje večje enakosti spolov v športu. Zavezati se moramo k nadaljevanju dialoga in raziskav ter uvedbi učinkovitih ukrepov, ki bodo zagotovili, da bo športni sektor bolj vključujoč in pravičen za vse ne glede na spol.

## ■ Zaključek

Študija osvetljuje vidik ospoljenosti na področju športa, predvsem z vidika vodstvenih položajev. Vprašanja o zastopanosti spolov so po svetu pogosto raziskovan fenomen, v slovenskem prostoru pa precej manj. Tako je pomemben prispevek mogoče opredeliti z vidika fokusa na slovenski kontekst, kjer tovrstnih študij primanjkuje, pomembne pa so tudi zaradi omogočanja umestitve in primerjav z drugimi mednarodnimi študijami, ki kažejo na podpovprečno zastopanost žensk na vodilnih položajih in v športnih organizacijah.

Cilj študije je bilo ugotoviti razmerje med spoloma na vodilnih položajih v športu v Sloveniji. Potrjena je bila teza, da je na teh položajih več moških kot žensk ter da se razlike pojavljajo tudi pri plačah in nagradah. Največ anketiranih, tako žensk kot moških, je navedlo, da delujejo prostovoljno; moški so za delo praviloma bolje plačani. Ugotovitve raziskave kažejo, da je pot do popolne spolne uravnoteženosti v vodilnih strukturah športnih organizacij še dolga. Prizadevanja za izboljšanje razmer zahtevajo sistematični pristop, ki bo vključeval različne strategije in ukrepe za spodbujanje enakosti spolov. Kot omejitev študije izpostavljamo metodologijo zbiranja podatkov, ki morda ni zajela celotnega spektra stališč in izkušenj vseh, ki delujejo v športnih organizacijah. Predvsem pa bi bilo treba v prihodnjih raziskavah razširiti vzorec na tiste, ki ne delujejo v športu, a si tega želijo. Pogosto gre za nekdanje športnike; te pa bi bilo treba predhodno izobraziti in opolnomočiti za delovanje v strokovnih organi-

zacijskih strukturah športa. Naše raziskovanje je tako odprlo še drug vidik – drugo kariero nekdanjih športnikov in predvsem športnic. To vsekakor zahteva nadaljnjo akademsko in praktično pozornost. Ideje za prihodnje raziskovanje vključujejo analizo učinkovitosti ukrepov za spodbujanje enakosti spolov in razumevanje poti žensk do vodilnih položajev v športu. Prav tako bi bilo koristno preučiti, kako lahko različne oblike podpore in strategije pripomorejo k večji spolni uravnoteženosti na vseh ravneh športnih organizacij. V zaključku poudarjamo, da naše ugotovitve kažejo na nujnost nadaljevanja prizadevanj za izboljšanje spolne uravnoteženosti v športnih organizacijah. To ne prispeva le k pravičnejšemu in bolj vključujočemu športnemu okolju, temveč odraža tudi širše družbene cilje enakopravnosti in enakih možnosti za vse, neodvisno od spola.

## Zahvala:

Avtorice se zahvaljujejo OKS-ZŠZ (mag. Taja Škorc) za sodelovanje ter organizacijo in izvedbo zbiranja podatkov.

## ■ Literatura

1. *About EOC*. (b. d.). *Evropski olimpijski komite*. Pridobljeno s <https://www.eurolympic.org/who-we-are/>
2. Acker, J. (2006). Inequality Regimes: Gender, Class, and Race in Organizations. *Gender & Society*, 20(4), 44–464. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1177/0891243206289499>
3. Adriaanse, J. (2019). Europe in world perspective: The Sydney Scoreboard Global Index for women in sport leadership. V A. Elling, J. Hovden in A. Knoppers (ur.), *Gender diversity in European sport governance* (str. 11–20). Routledge.
4. Antič Gaber, M. in Selišnik, I. (2017). The Slovene version of a »fast track« to political equality. *Teorija in praksa: revija za družbeno vprašanja*, 54 (2), 337–354. Pridobljeno s <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-U96C8SHK>
5. Banu-Lawrence, M., Frawley, S. in Hoerber, L. (2020). Women and leadership development in Australian sport organizations. *Journal of Sport Management*, 34, 568–578. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1123/jsm.2020-0039>
6. Burton, L. In Leberman, S. (2019). Women in sport leadership: Research and practice for change. V Elling, A., J. Hovden in A. Knoppers (ur.), *Gender diversity in European sport governance*. Routledge.
7. Collins, C. J. (2020). Expanding the resource based view model of strategic human resource management. *The International Jour-*

*nal of Human Resource Management*, 32 (2), 331–358. <https://doi.org/10.1080/09585192.2019.1711442>

8. *Covid-19 derails gender equality gains*. (2021a). Evropski inštitut za enakost spolov [EIGE]. Pridobljeno s <https://eige.europa.eu/news/covid-19-derails-gender-equality-gains>
9. Cunningham, G. B. (2019). *Diversity and inclusion in sport organizations: A multilevel approach*. Routledge.
10. Černigoj-Sadar, N. (2000). Spolne razlike v formalnem in neformalnem delu. *Družboslovne razprave*, 16 (35/35), 31–52. Pridobljeno s <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-C2WLQXSG>
11. de Soysa, L. in Zipp, S. (2019). Gender equality, sport and the United Nation's system. A historical overview of the slow pace of progress. *Sport in Society* 22 (6), 1–18. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1080/17430437.2019.1651018>
12. *Gender Equality Recommendations for European Olympics Committee 2030 Strategy*. (2022a). Evropski olimpijski komite [EOK], Komisija za enakost spolov. Neobjavljeno delo.
13. Girginov, V., idr. (2007). *Olimpijske igre: študijski vodnik po razvoju mednarodnih olimpijskih iger*. Ljubljana, Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
14. Greblo Jurakič, Z., Ljubičić V. in Bojić-Čačić, L. (2021). »Ženski sport nije pravi sport«: negativni stereotipi prema sportašicama i doživljaj rodne neravnopravnosti u rukometu u Hrvatskoj. *Revija za sociologiju*, 51 (1), 81–102. Pridobljeno s <https://doi.org/10.56/rzs.51.1.3>
15. Hirsu, L., Reyes, Z., Hashemi, L., Ketuly, K. A. in Mohammad, S.A. (2018). The role of gender mainstreaming in city-level interventions and leadership: Examples from Manila, Duhok and Sanandaj. *SUEUAA Thematic Paper Series*, 103 (18), brez strani. Pridobljeno s <http://eprints.gla.ac.uk/165102/>
16. Hrženjak, M. (2020). Sporty Boys and Fashion Girls: Manoeuvring Between Dominant Norms of Gender Identity. *Šolsko polje* 31 (5/6), 121–132. Pridobljeno s <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-VLPKL4YA>
17. Klasen, S. (2018). The impact of gender inequality on economic performance in developing countries. *Annual Review of Resource Economics*, 10, 279–298.
18. Knoppers, A., McLachlan, F., Spaaij, R. in Smits, F. (2022). Subtexts of research on diversity in sport organizations: Queering intersectional perspectives. *Journal of Sport Management*, 36 (6), 613–622. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1123/jsm.2021-0266>
19. Langerholc Žager, B. (2006). *Položaj žensk na vodstvenih položajih v športu v Sloveniji*. (Magistrsko delo). Fakulteta za družbene vede, Ljubljana.
20. Martinková, I., Knox, T., Anderson, L. in Parry, J. (2022). Sex and gender in sport categoriza-

- tion: aiming for terminological clarity. *Journal of the Philosophy of Sport*, 49 (1), 134–150. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1080/00948705.2022.2043755>.
21. Manandhar, M., Hawkes, S., Buse, K., Nosrati, E. in Magar, V. (2018). Gender, health and the 2030 agenda for sustainable development. *Bulletin of the World Health Organization*, 96, 644–653. Pridobljeno s <https://doi.org/10.2471/BLT.18.211607>
  22. Milazzo, A., in Goldstein, M. (2019). Governance and women's economic and political participation: Power inequalities formal constraints and norms. *The World Bank Research Observer*, 34 (1), 34–64. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1093/wbro/lky006>.
  23. Nieuwenhuis, R., Munzi, T., Neugschwender, J., Omar H. in Palmisano, F. (2019). Gender equality and poverty are intrinsically linked: A contribution to the continued monitoring of selected sustainable development goals. *LIS Working Paper Series 759*. Pridobljeno s <https://www.econstor.eu/handle/10419/203045>.
  24. Norman, L. (2021). *Improving gender equity in sports coaching*. Routledge.
  25. Odera, J. A. in Mulusa, J. (2020). SDGs, Gender Equality and Women's Empowerment: What Prospects for Delivery? V M. Kaltenborn, M. Krajewski in H. Kuhn (ur.), *Sustainable Development Goals and Human Rights. Interdisciplinary Studies in Human Rights, vol 5*. Springer. Pridobljeno s [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30469-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30469-0_6).
  26. Parkes, C., Kolb, M., Schlange, L., Gudić, M. in Schmidpeter, R. (2020). Looking forward: Leadership Development & Responsible Management Education for advancing the implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs). *The International Journal of Management Education*, 18 (2), 1–4. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2020.100387>.
  27. *Report of the Gender Equality Commission to European Olympic Committee 2022*. (2022b). Evropski olimpijski komite [EOK], Komisija za enakost spolov. Neobjavljeno delo.
  28. Shaw, S. In Hoeber, L. (2003). "A strong man is direct and a direct woman is a bitch": Gendered discourses and their influence on employment roles in sports organizations. *Journal of Sport Management*, 17 (4), 347–375. Pridobljeno s <https://doi.org/10.1123/jsm.17.4.347>.
  29. Sotiriadou, P. in De Haan, D. (2019). Women and leadership: advancing gender equity policies in sport leadership through sport governance. *International journal of sport policy and politics*, 11(3), 365–383. Pridobljeno s <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19406940.2019.1577902>.
  30. *Sporočilo komisije Evropskemu parlamentu, svetu, evropskemu ekonomsko-socialno odboru in odboru regij. Unija enakosti: strategija za enakost spolov za obdobje 2020–2025*. (2020b). Evropska komisija. Pridobljeno s <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/ALL/?uri=CELEX:52020DC0152>
  31. *Statistical brief: gender balance in politics 2020*. (2021b). Evropski institut za enakost spolov [EIGE]. Pridobljeno s <https://eige.europa.eu/publications/statistical-brief-gender-balance-politics-2020>
  32. *Statistical brief: gender balance in politics 2021*. (2022). Evropski institut za enakost spolov [EIGE]. Pridobljeno s <https://eige.europa.eu/publications/statistical-brief-gender-balance-politics-2021>
  33. Strategija za enakost spolov: prizadevanja za Unijo enakosti. (2002a). *Evropska komisija. Pridobljeno s https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sl/IP\_20\_358*
  34. *Towards more gender equality in sport: recommendations and action plan from the High Level Group on Gender Equality in sport*. (2022). Evropska komisija. Generalni direktorat za izobraževanje, mladino, šport in kulturo. Pridobljeno s <https://data.europa.eu/doi/10.2766/10036>
- Podatki o bazah:**
35. *Gender Equailty in Sport*. (b. d.). *Mednarodni olimpijski komite*. Pridobljeno s <https://olympics.com/ioc/gender-equality>.
  36. *Gender Equality Survey Results European Olympics Committees*. (2020). *Mednarodni olimpijski komite*. Neobjavljeno delo. Pridobljeno s <https://olympics.com/ioc/news/ioc-executive-board-proposes-olympic-agenda-2020-plus-5-as-the-strategic-roadmap-to-2025>
  37. *Gender Equality Status-Europe*. (2022a). *Mednarodni olimpijski komite*. Neobjavljeno delo.
  38. *Gender equality & inclusion report 2021*. (2022b). *Mednarodni olimpijski komite*. Pridobljeno s <https://olympics.com/ioc/gender-equality>.

doc. dr. Marta Bon,  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport,  
Gortanova ulica 22,  
marta.bon@fsp.uni-lj.si



Žak Anžič  
Stanislav Štuhec, Darjan Spudič

## Razlike v izhodnih spremenljivkah odnosa sila-hitrost- moč pri sprintu med laserjem in fotocelicami

### Izvleček

Namen študije je bil preveriti sočasno veljavnost izračuna izhodnih spremenljivk profila sila-hitrost-moč (*FvP*) pri sprintu na 30 metrov med dvema merilnima instrumentoma. Rezultate, izračunane na podlagi vmesnih časov sprinta z uporabo fotocelic, smo primerjali z rezultati, izračunanimi z uporabo laserskega merilnika razdalje. V raziskavi je sodelovalo 13 nogometašic, izvedle so po dve ponovitvi sprinta na 30 metrov. Vmesni časi sprinta na 5, 10, 20 in 30 metrov so bili sočasno zajeti s fotocelicami in laserskim merilnikom. Iz časov teka za fotocelice in iz podatkov razdalje v času za laser so bile nato izračunane izhodne spremenljivke profila *FvP* za sprint. Rezultate izračunanih spremenljivk (vmesni časi teka in izhodne spremenljivke profila *FvP*) smo med sistemoma statistično primerjali s t-testom za odvisne vzorce. Moč povezanosti med njimi smo ocenili s Pearsonovim korelacijskim koeficientom. Ugotovili smo statistično značilne razlike med metodama pri vseh izračunanih spremenljivkah (velikost učinka od 0,426 do 3,420). Pearsonov korelacijski koeficient je pokazal statistično značilno pozitivno povezanost med metodama pri vmesnih časih sprinta ter največji teoretični moči ( $P_{max}$ ,  $r = 0,655$ ;  $p < 0,05$ ) in največji teoretični hitrosti ( $v_{0r}$ ,  $r = 0,946$ ;  $p < 0,05$ ). Rezultati naše raziskave kažejo, da vmesni časi sprinta in izhodne spremenljivke profila *FvP* pri sprintu niso enaki, če za meritve uporabimo ali fotocelice ali laserski merilnik. Zato v prihodnje za vrednotenje sprinterskih sposobnosti priporočamo dosledno uporabo iste merilne opreme, kadar želimo med seboj primerjati rezultate različnih merjenecv ali različnih meritev.

*Ključne besede:* laser, startni pospešek, mehanske lastnosti mišic, fotocelice



## Differences in outcome variables of sprint force-velocity-power profiles between laser and photocell measurements

### Abstract

The purpose of the study was to verify the concurrent validity of calculating the outcome variables of the force-velocity-power (*FvP*) profile during a 30-meter sprint using two different testing instruments. We compared the results calculated based on split sprint times using photocells with the results calculated using a laser distance meter. The study involved 13 female soccer players who performed two repetitions of a 30-meter sprint. Split sprint times at 5, 10, 20, and 30 meters were simultaneously recorded using photocells and a laser distance meter. From split times and position-time data for photocells and laser, respectively, the outcome variables of the *FvP* profile for the sprint were calculated. The calculated variables (split times and outcome variables of the *FvP* profile) were statistically compared between the systems using a paired samples t-test. The strength of the profile between the methods was additionally assessed using Pearson's correlation coefficient. We found statistically significant differences between the methods in all calculated variables (effect size from 0.426 to 3.420). Pearson's correlation coefficient showed a statistically significant positive correlation between the methods for split sprint times and maximum theoretical power ( $P_{max}$ ,  $r = 0.655$ ;  $p < 0.05$ ) and maximum theoretical velocity variables ( $v_{0r}$ ,  $r = 0.946$ ;  $p < 0.05$ ). Our study results indicate that split sprint times and outcome variables of the *FvP* profile during a sprint differ when measured with photocells compared to a laser distance meter. Therefore, we recommend consistent use of measurement equipment in the future for evaluating athletes' sprinting abilities.

*Keywords:* laser, sprint acceleration, mechanical muscle characteristics, photocells

## Uvod

Največja hitrost teka in startni pospešek sta ključna dejavnika uspešnosti v številnih športih. Sposobnost pospeševanja in doseganja velike hitrosti je odvisna od sposobnosti športnika za hiter razvoj sile v vodoravni smeri pri različnih hitrostih teka. Linearni odnos med silo in hitrostjo ter hiperbolični odnos med močjo in hitrostjo (v nadaljevanju: profil  $FvP$ ) predstavlja matematični način prikaza razvoja hitrosti med sprintanjem (Ettema, 2023). V zadnjih dveh desetletjih se je koncept t. i. profiliranja  $FvP$  razvil in promoviral z namenom, da bi strokovnjakom zagotovil orodje za ocenjevanje in individualno prilagajanje trenajžnih spremenljivk (Samozino idr., 2016).

Samozino in sodelavci (2016) so razvili profil  $FvP$  za testiranje mehanskih lastnosti spodnjih okončin s spremljanjem masnega središča telesa pri sprintu. Profil  $FvP$  lahko izračunamo na dva različna načina, in sicer iz rezultatov sile in hitrosti, ki jih izmerimo pri: a) sprintih v vpregi z uporabo različno težkih sani ali zaviralno napravo (Cahill idr., 2019) ali sprintih na tekaški stezi s prilagajanjem upora (Sirotic in Coutts, 2008; Morin idr., 2010) oziroma b) klasičnem sprintu brez uporabe dodatnih bremen ali pripomočkov (Cross idr., 2016). Najpogostejše tehnologije, ki se uporabljajo za merjenje hitrosti pospeševanja, so radar (Simperingham, Cronin in Ross, 2016), laser (Bezodis idr., 2013) in fotocelice, s katerimi izmerimo vmesne čase sprinta na vnaprej določeni razdalji (Šarabon, Kozinc, Ramos, Knežević, Čoh in Mirkov, 2021). V nadaljevanju se bomo osredotočili na računanje profila  $FvP$  pri klasičnem sprintu brez dodatnih pripomočkov. V nasprotju z merjenjem profila  $FvP$  pri skokih in sprintih v vpregi, kjer v regresijsko analizo vstopamo z več pogoji (dodatni bremen), je pri klasičnem sprintu samo iz horizontalne hitrosti teka ( $v_h$ ) po Newtonovih zakonih (v literaturi je postopek imenovan inverzna dinamika) mogoče izračunati silo reakcije podlage v anteroposteriorni (horizontalni) smeri za masno središče telesa ( $F_h$ ) in druge mehanske spremenljivke sprinta. Pri tem moramo upoštevati maso športnika in aerodinamični upor, ki deluje na telo pri sprintu. Izhodne spremenljivke profila  $FvP$  v horizontalni smeri pridobimo na podlagi regresijskega odnosa med navedenima spremenljivkama ( $F_h$  in  $v_h$ ) v času izvedenega sprinta (Cross idr., 2017; Morin idr., 2011). Izračun spremenljivk izhaja iz predpostavke, da sta  $F_h$  in  $v_h$  pri sprintu v linearnem odnosu.

Obliko krivulje  $v_h$ -čas lahko namreč verodostojno opišemo z eksponentno funkcijo z dvema spremenljivkama, in sicer največjo doseženo  $v_h$  sprinta in konstanto pospeška v času sprinta (Samozino idr., 2021). Na podlagi prilagojene enačbe (ne surovih vrednosti  $v_h$ ) nato sledijo koraki do izračuna  $F_h$ . Ker izračun temelji na prirejeni krivulji  $v_h$ -čas, in ne na surovih podatkih  $v_h$  v času, je povezanost med spremenljivkama izračunane  $F_h$  in  $v_h$  popolna ( $r = 1$ ) (Cross idr., 2017).

Presečišče linearne regresijske premice med  $F_h$  in  $v_h$  z y-osjo predstavlja največjo teoretično silo ( $F_0$ ) pospeševanja, presečišče premice z x-osjo pa največjo teoretično hitrost sprinta ( $v_0$ ). Točki določata naklon premice  $F_h$ - $v_h$  ( $S_{F-v}$ ). In sicer, če je posameznik učinkovitejši pri pospeševanju, bo naklon premice strmejši, in obrnjeno, naklon bo položnejši, če je posameznik učinkovitejši pri doseganju največje hitrosti teka. Največjo teoretično moč sprinta ( $P_{max}$ ) je posameznik sposoben ustvariti le v ozkem območju  $F_h$  oziroma  $v_h$ . To območje, ki ga lahko opišemo z obrnjeno parabolo, je v primeru linearnega odnosa med  $F_h$  in  $v_h$  točno na sredini med  $F_0$  in  $v_0$ .  $P_{max}$  tako ustreza 0,5-kratniku  $F_0$  in 0,5-kratniku  $v_0$  ter jo lahko ob poznavanju slednjih dveh izrazimo z enačbo  $P_{max} = (F_0 \cdot v_0)/4$  (Vandewalle idr., 1987). Naklon regresijske premice med  $F_h$  in  $v_h$  torej pomembno vpliva na izračunano  $P_{max}$ , ki pa v največji meri pogojuje sprintersko uspešnost (Harries idr., 2012; Hori idr., 2007; Marković in Jarić, 2007). Dodatna spremenljivka, ki jo lahko izračunamo, je razmerje sil ( $Rf$ ), ki opisuje razmerje med horizontalno komponento in rezultanto sile reakcije podlage ter, z drugimi besedami, odraža mehansko učinkovitost prenosa sile sprinterja na tla in v smeri sprinta. Višja je vrednost, večji del sile na podlago je usmerjen v smeri naprej in s tem je učinkovitost sprinta večja. Stopnja spremembe  $Rf$  ( $Drf$ ) predstavlja spreminjanje vrednosti  $Rf$  z večanjem hitrosti sprinta in se izračuna kot odvod  $Rf$  po hitrosti. Večji je upad  $Drf$  s povečevanjem hitrosti teka, manjši je prispevek horizontalne komponente sile reakcije podlage k rezultanti sile reakcije podlage pri sprintu. Z drugimi besedami, ta spremenljivka predstavlja merilo vzdrževanja učinkovitosti pospeševanja s povečevanjem hitrosti (Morin in Samozino, 2015).

Pri meritvah sprinterske uspešnosti se v praksi uporabljajo različni merski instrumenti in vprašanje je, ali so pridobljeni

rezultati vmesnih časov sprinta in izračunanih izhodnih spremenljivk profila  $FvP$  pri sprintu, izmerjeni z različnimi instrumenti, enaki. V literaturi smo našli dve študiji, ki sta neposredno primerjali rezultate sprinta, pridobljene s fotocelicami in lasersko merilno napravo (Fornasier-Santos idr., 2022; van den Tillaar idr., 2022a). Avtorji so na vzorcu rokometšašic ugotovili, da protokola dajeta iste rezultate vmesnih časov, če vmesnim časom s fotocelic prištejemo 0,21 s (van den Tillaar idr., 2022). Ugotovili so tudi, da je izračun spremenljivke  $F_0$  precenjen iz rezultatov laserja. Ravno nasprotno je ugotovil Fornasier-Santos (2022), v tej študiji so bili rezultati  $F_0$  izrazito precenjeni, ko so bili izračunani iz rezultatov, pridobljenih s fotocelicami. Namen naše raziskave je bil ponoviti testni protokol omenjenih študij na vzorcu nogometšašic z dopolnitvijo statističnih analiz in nekaterimi dodatnimi spremenljivkami sprinta. Podrobneje smo primerjali rezultate vmesnih časov teka na 5, 10, 20 in 30 metrov ter rezultate vseh izračunanih spremenljivk profila  $FvP$  ( $F_0$ ,  $v_0$ ,  $P_{max}$ ,  $S_{F-v}$ ,  $Rf$  in  $Drf$ ) pri sprintu na 30 metrov med fotocelicami in laserjem na podlagi navodil v literaturi in pripravljeno Excelovo preglednico (Morin in Samozino, 2016). Sistem merjenja s fotocelicami omogoča zajem podatkov samo v času prehoda določene razdalje pri sprintu (5, 10, 20 in 30 metrov) kateregakoli dela telesa merjenca, medtem ko z laserskim merilnikom pridobivamo podatke o pretečeni razdalji na podlagi odboja laserskega žarka od ledvenega dela hrbta v realnem času. Predvidevali smo statistično značilno korelacijo med metodama pri vseh izračunanih spremenljivkah, saj lahko z obema metodama ocenimo konstrukt sprinterske uspešnosti. Glede na osnovno razliko zajemanja podatkov med metodama merjenja pa smo pričakovali statistično značilne razlike v časih teka in izračunanih izhodnih spremenljivkah profila  $FvP$ .

## Metode

### Preizkušanci

V raziskavi je sodelovalo trinajst slovenskih nogometnih reprezentantk. Povprečna starost merjenk je bila 25,1 leta ( $SD = 3,6$  leta), višina 169,1 cm ( $SD = 7,3$  cm) in masa 64,1 kg ( $SD = 7,5$  kg). Izključitveni kriteriji za sodelovanje v raziskavi so bile kakršnekoli poškodbe, ki bi lahko vplivale na maksimalno izvedbo sprinta na 30 metrov. Pred izvedbo testiranja so merjenke izpolnile vprašalnik o pripravljenosti na vadbo (Bredin, Gledhill,

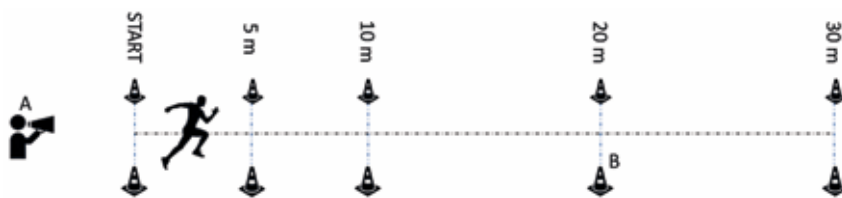
Jamnik in Warburton, 2013) in podpisale soglasje, da se meritve udeležujejo na lastno odgovornost. Seznanjene so bile tudi z možnostjo, da lahko od raziskave kadarkoli in brez posledic odstopijo. Merjenke so dobile navodilo, da dva dni pred meritvami ne izvajajo visoko intenzivne vadbe za moč nog. Celoten protokol je bil izveden v skladu s Helsinško deklaracijo (WHO, 2013).

## Postopek meritev in pripomočki

Meritve so bile izvedene na Fakulteti za šport, na tartanski podlagi v dvoranskih copatih. Protokol je vključeval standardizirano ogrevanje in nato dve ponovitvi maksimalnega sprinta na 30 metrov z visokim startom. Med sprinti je imela posamezna merjenka od 5 do 10 minut odmora. Meritve so bile izvedene z laserskim merilnikom (Astech LDM 301, Rostock, Nemčija) s karakteristikami, ki jih je podrobno opisal Planjšek s sodelavci (2013). Podatki so bili zajeti z namensko napisano programsko opremo (Planjšek idr., 2013). Sočasno so bili podatki o času teka na 5, 10, 20 in 30 metrov zajeti s fotocelicami (Witty Sprint System, Microgate, Bolzano, Italija), postavljenimi 75 cm nad tlemi (Slika 1). V dvorani je bilo v času meritev izmerjenih 20 stopinj Celzija in tlak 675 mmHg. Preizkušanke so startale 30 cm pred prvo fotocelico z namenom izogiba napaki pri prvi meritvi zaradi prekinitve žarka s premikanjem ekstremitet pred dejanskim startom sprinta.

Pred meritvijo je bil sistem merjenja z laserjem kalibriran. Kalibracija je bila namenjena določitvi cone merjenja razdalje od laserja do začetnega položaja sprinta (pot = 0). V analizo podatkov smo nato vključili podatke, zajete od začetnega položaja do tridesetmetrske razdalje. Laserski merilnik je bil postavljen 5 metrov za startno črto na višini, kjer je laserski žarek usmerjen vodoravno v ledveni del merjenca (Slika 1).

Podatki razdalja-čas na tridesetmetrski razdalji so bili zajeti s frekvenco 100 Hz. Nato smo rezultate razdalje odvajali po času, da smo dobili rezultate hitrosti v času. Izhodne spremenljivke profila  $FvP$  so bile izračunane na podlagi navodil Samozina in sodelavcev (Samozino idr., 2015). Za izračun je bila uporabljena prilagojena Excelova preglednica (Samozino idr., 2015; dostopna na <https://jbmorin.net/2017/12/13/a-spreadsheet-for-sprint-acceleration-force-velocity-power-profiling/>). Vmesni časi sprinta iz fotocelic ter podatki o spremembi razdalje v času teka so bili za vsakega merjenca ročno vneseni v preglednico, kjer so bile nato iz-



Slika 1. Shema postavitve laserja in fotocelic: lokacija laserja (A) je za startom, žarek je bil usmerjen v ledveni del merjenke, stožci (B) prikazujejo postavitev fotocelic

računane izhodne spremenljivke profilov  $FvP$  ( $F_{0t}$ ,  $v_{0t}$ ,  $P_{max}$ ,  $S_{F-v}$ ,  $Rf$  in  $Drf$ ), in sicer posebej za vmesne čase (Excelova preglednica, list »From Split times«) in posebej za krivuljo hitrost-čas (Excelova preglednica, list »From speed-time curves«).

## Obdelava podatkov in statistična analiza

Izračunana je bila opisna statistika za lastnosti vzorca preizkušank in rezultate sprinta na 30 metrov za obe metodi. Pred izvedbo analiz je bila prisotnost osamel-

cev preverjena z razsevnim grafikonom in normalnost porazdelitve spremenljivk s Shapiro-Wilkovim testom. Razlike med instrumentoma (laser, celice) v časih teka na 5, 10, 20 in 30 metrov ter izhodnih spremenljivkah profila  $FvP$  ( $F_{0t}$ ,  $v_{0t}$ ,  $P_{max}$ ,  $S_{F-v}$ ,  $Rf$  in  $Drf$ ) smo preverili s t-testom za odvisne vzorce. Velikost učinka razlik je bila izračunana s Cohenovim d koeficientom. Povezanost med rezultati obeh instrumentov smo izračunali s Pearsonovim koeficientom korelacije. Merila za razlago velikosti učinka so bila naslednja: zanemarljiva (< 0,20), majhna (0,20–0,49), zmerna (0,50–0,80) in velika

Tabela 1

Primerjava časov sprinta na 5, 10, 20 in 30 metrov ter izhodnih spremenljivk profila sila-hitrost-moč med fotocelicami in laserjem

Spremenljivka	Instrument	M (SD)	Razlika M (SD)	t (p)	d	r (p)
Čas 5 m (s)	Celice	1,24 (0,09)	0,09 (0,06)	5,04 (< 0,05)	1,11	0,73 (< 0,05)
	Laser	1,15 (0,06)				
Čas 10 m (s)	Celice	2,06 (0,12)	0,09 (0,05)	6,02 (< 0,05)	0,82	0,90 (< 0,05)
	Laser	1,97 (0,10)				
Čas 20 m (s)	Celice	3,46 (0,18)	0,10 (0,05)	6,65 (< 0,05)	0,57	0,96 (< 0,05)
	Laser	3,37 (0,17)				
Čas 30 m (s)	Celice	4,82 (0,26)	0,11 (0,05)	7,43 (< 0,05)	0,43	0,98 (< 0,05)
	Laser	4,71 (0,25)				
$F_0$ (N/kg)	Celice	10,43 (1,83)	4,01 (1,77)	8,18 (< 0,05)	2,92	0,27 (0,37)
	Laser	6,43 (0,66)				
$v_0$ (m/s)	Celice	7,49 (0,43)	-0,46 (0,19)	8,60 (< 0,05)	0,95	0,95 (< 0,05)
	Laser	7,30 (0,54)				
$S_{F-v}$ (N/kg/s)	Celice	-1,39 (0,23)	-0,58 (0,25)	8,37 (< 0,05)	3,42	-0,14 (0,64)
	Laser	-0,81 (0,08)				
$P_{max}$ (W/kg)	Celice	19,60 (4,01)	6,78 (3,12)	7,83 (< 0,05)	2,17	0,66 (< 0,05)
	Laser	12,81 (1,86)				
$Rf_{max}$ (%)	Celice	0,46 (0,03)	0,08 (0,05)	6,36 (< 0,05)	2,14	0,32 (0,29)
	Laser	0,38 (0,05)				
$Drf$ (%)	Celice	-0,13 (0,02)	-0,05 (0,02)	8,36 (< 0,05)	3,41	-0,14 (0,65)
	Laser	-0,08 (0,01)				

Opomba.  $F_0$  – največja teoretična sila;  $v_0$  – največja teoretična hitrost;  $S_{F-v}$  – naklon odnosa med silo in hitrostjo;  $P_{max}$  – največja teoretična moč;  $Rf_{max}$  – največji delež horizontalne komponente sile reakcije podlage;  $Drf$  – razlika med največjim in najmanjšim deležem horizontalne komponente sile reakcije podlage; t – t-testna testna statistika; d – velikost učinka Cohenov d; r – Pearsonov koeficient korelacije; p – statistična značilnost.



velikost učinka ( $\geq 0,80$ ) (Cohen, 1988). Merila za razlago velikosti povezanosti so bila naslednja: trivialna ( $< 0,10$ ), majhna ( $0,10-0,29$ ), zmerna ( $0,3-0,49$ ), visoka ( $0,50-0,69$ ), zelo visoka ( $0,7-0,9$ ) in popolna povezanost ( $\geq 0,9$ ) (Hopkins idr., 2009). Za razlike med instrumentoma je bila dodatno izračunana Bland-Altmanova statistika s 95-odstotnimi intervali zaupanja, rezultati razlik med instrumentoma so grafično prikazani na Bland-Altmanovih grafikonih (Bland in Altman, 1986). Za obdelavo podatkov je bil uporabljen statistični program SPSS za Windows 25.0 (IBM Corporation, New York, ZDA) ter za grafični prikaz razlik med metodama RStudio (verzija 1.3.1073; RStudio, Inc., Boston, MA, ZDA). Statistična značilnost je bila sprejeta z dvostransko 5-odstotno napako alfa.

ma v vseh spremenljivkah ( $p < 0,05$  v vseh primerih) (Tabela 1). Velikost učinka razlik je bila od 0,43 (v primeru spremenljivke »Čas 30 m«) do 3,42 (v primeru spremenljivke » $S_{F-v}$ «). V primerjavi z rezultati vmesnih časov sprinta (Cohenov  $d$  od 0,43 do 1,11) smo večje razlike med metodama ugotovili pri izhodnih spremenljivkah profilov  $FvP$  (Cohenov  $d$  od 0,95 do 3,41). S Pearsonovim korelacijskim koeficientom smo ugotovili statistično značilno povezanost v vseh vmesnih časih teka. Pri izhodnih spremenljivkah  $FvP$  pa smo statistično značilno korelacijo odkrili samo za  $P_{max}$  ( $r = 0,66$ ;  $p < 0,05$ ) in  $v_0$  ( $r = 0,95$ ;  $p < 0,05$ ).

Na Slikah 2 in 3 so prikazane individualne razlike v rezultatih med instrumentoma in Bland-Altmanova statistika za razlike med instrumentoma na ravni vzorca.

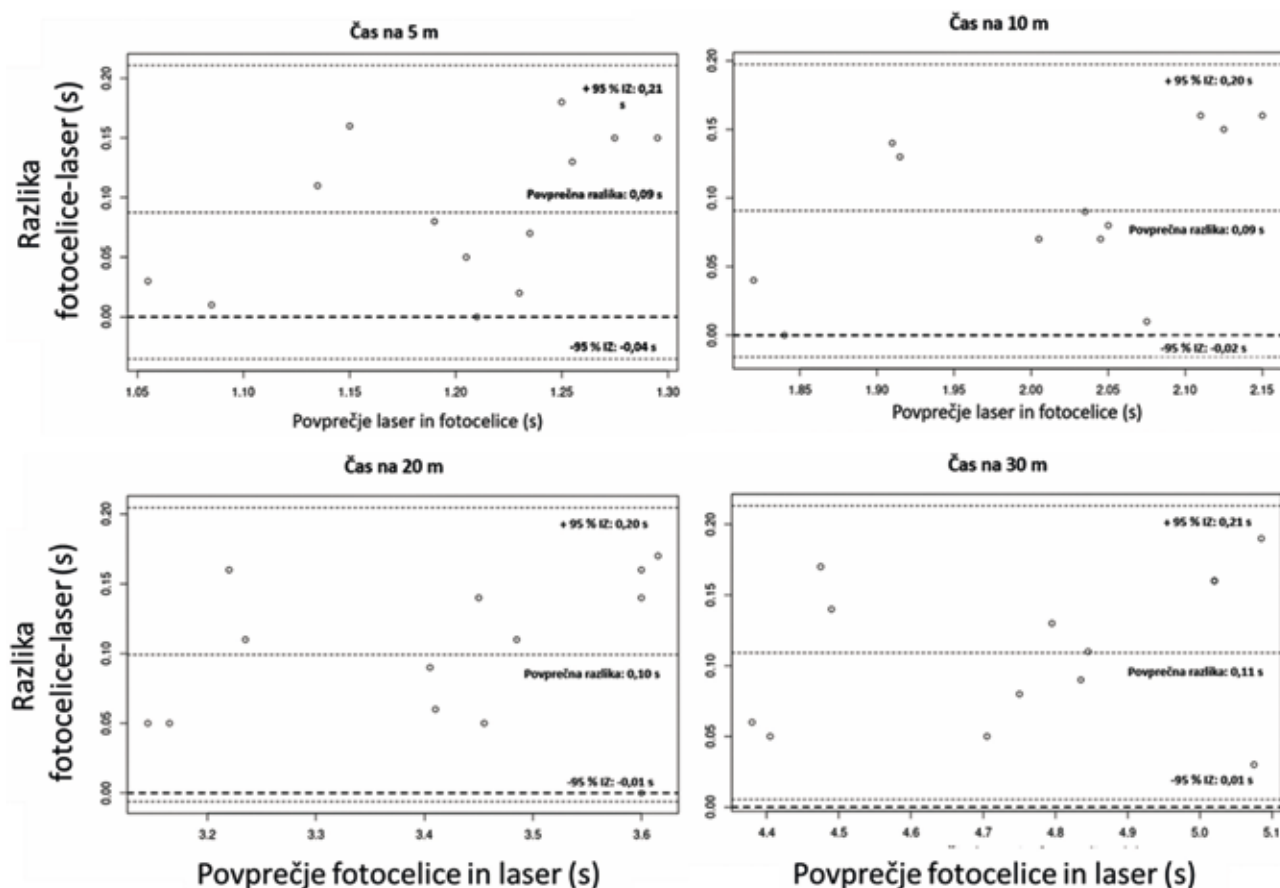
menljivk profila  $FvP$  pri sprintu na 30 metrov med dvema merilnima metodama. Rezultate, izračunane na podlagi vmesnih časov sprinta z uporabo fotocelic, smo primerjali z rezultati, izračunanimi z uporabo laserskega merilnika razdalje. V raziskavi je sodelovalo 13 nogometašic, ki so izvedle dve ponovitvi sprinta na 30 metrov. Ugotovili smo statistično značilne razlike med metodama pri vseh izračunanih spremenljivkah (velikost učinka od 0,426 do 3,420). Pearsonov korelacijski koeficient je pokazal statistično značilno pozitivno povezanost med metodama pri vmesnih časih sprinta ter največji teoretični moči ( $P_{max}$ ,  $r = 0,66$ ;  $p < 0,05$ ) in največji teoretični hitrosti ( $v_0$ ,  $r = 0,946$ ;  $p < 0,05$ ). Na podlagi rezultatov lahko sprejmemo našo prvo hipotezo, s katero smo predvidevali, da bodo pridobljeni rezultati med metodama različni. Na podlagi rezultatov povezanosti med metodama pa lahko delno sprejmemo našo drugo hipotezo, s katero smo predvidevali statistično značilne korelacije v rezultatih med metodama. Te smo odkrili pri vseh spremen-

## Rezultati

S t-testom za odvisne vzorce smo ugotovili statistično značilne razlike med metoda-

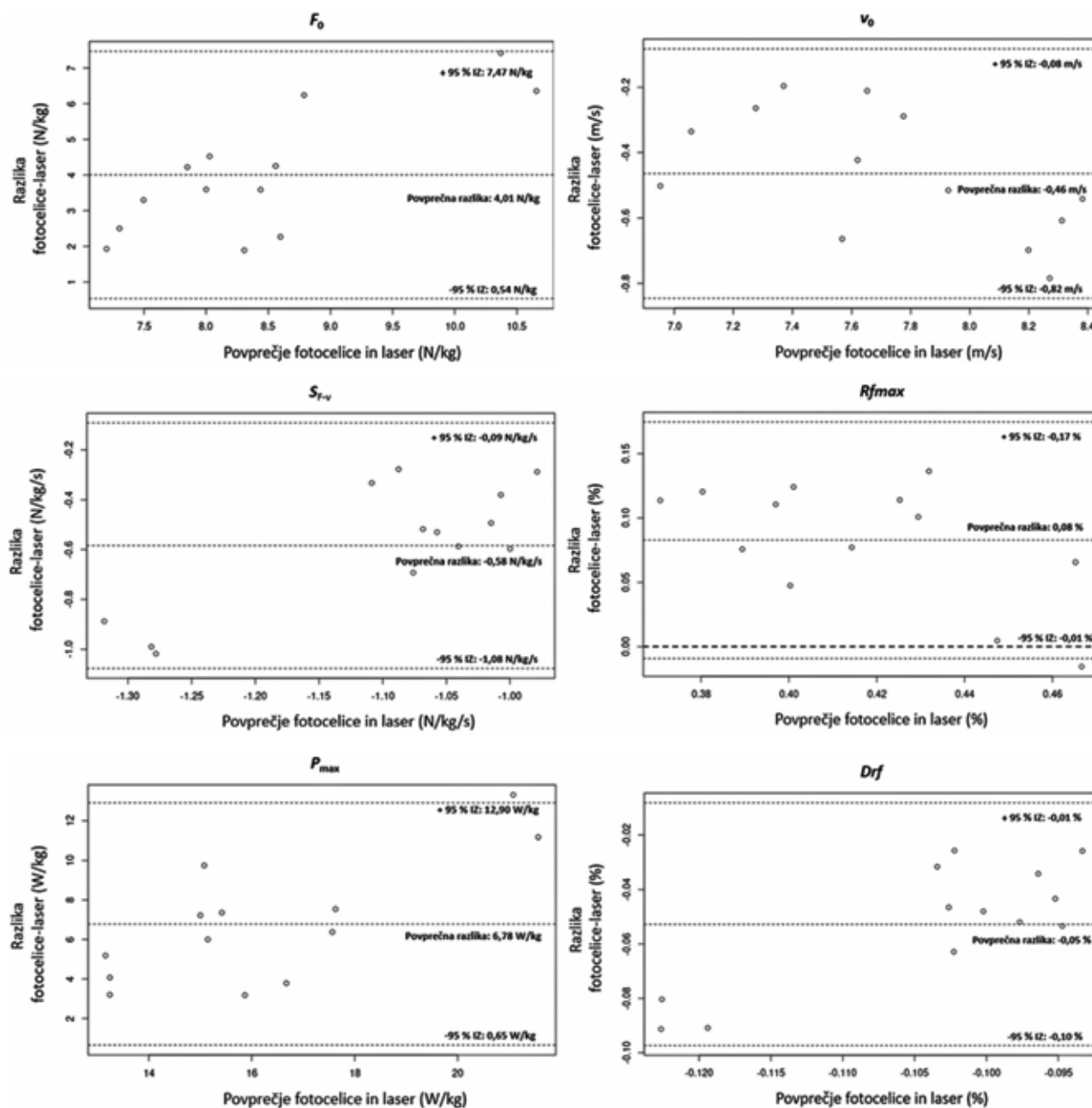
## Razprava

Namen naše raziskave je bil preveriti sočasno veljavnost izračuna izhodnih spre-



Slika 2. Bland-Altmanovi grafi razlik med meritvenima instrumentoma (focelice in laserski merilnik razdalje) za rezultate vmesnih časov

Opomba. IZ – interval zaupanja;  $F_0$  – največja teoretična sila;  $v_0$  – največja teoretična hitrost;  $S_{F-v}$  – naklon odnosa med silo in hitrostjo;  $P_{max}$  – največja teoretična moč;  $Rf_{max}$  – največji delež horizontalne komponente sile reakcije podlage;  $Drf$  – razlika med največjim in najmanjšim deležem horizontalne komponente sile reakcije podlage.



Slika 3. Bland-Altmanovi grafi razlik med meritvenima instrumentoma (fotocelice in laserski merilnik razdalje) za rezultate izhodnih spremenljivk odnosa FvP

Opomba. IZ – interval zaupanja;  $F_0$  – največja teoretična sila;  $v_0$  – največja teoretična hitrost;  $S_{F-v}$  – naklon odnosa med silo in hitrostjo;  $P_{max}$  – največja teoretična moč;  $Rf_{max}$  – največji delež horizontalne komponente sile reakcije podlage;  $Drf$  – razlika med največjim in najmanjšim deležem horizontalne komponente sile reakcije podlage.

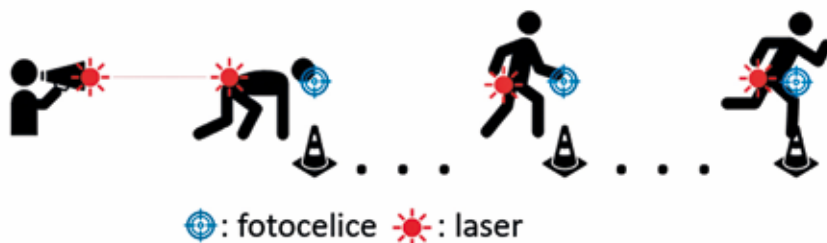
ljivkah, razen pri  $P_{max}$  in  $v_0$ . Rezultati vmesnih časov torej ocenjujejo isti konstrukt, tj. sprintersko uspešnost, medtem ko to ne velja za  $F_0$ ,  $S_{F-v}$ ,  $Rf$  in  $Drf$ .

Razlogov za ugotovljene razlike med predstavljenima merskima instrumentoma je več in izhajajo iz načina zajema podatkov. Sistem merjenja s fotocelicami omogoča zajem samo v času prehoda določene

razdalje pri sprintu (5, 10, 20 in 30 metrov) kateregakoli dela telesa merjenca (Altmann idr., 2018), medtem ko z laserskim merilnikom pridobivamo podatke o pretečeni razdalji na podlagi odboja laserskega žarka od ledenega dela hrbta v realnem času s frekvenco 100 Hz (Štuhec idr., 2022). Fotocelice predstavljajo najenostavnejši način za beleženje vmesnih časov teka v praksi, saj pridobljenih podatkov ni treba dodatno

izračunavati. Nasprotno, z laserskim merilnikom pridobimo podatke o razdalji v času, nato pa na podlagi predhodne kalibracije prostora izračunamo vmesne čase teka na določeni razdalji. Prav tako meritve z laserjem zahtevajo izkušenega merilca, ki je sposoben v času sprinta zadrževati laserski žarek na ledenem delu hrbta sprinterja. Prejšnje študije (Bezodis idr., 2013; Simperingham idr., 2016) navajajo večje razlike





Slika 4. Razlike med metodama v merjenju vmesnih časov sprinta

biti poleg uporabljenega merskega instrumenta pozoren tudi na način izračunavanja spremenljivk FvP (tj. iz vmesnih časov obeh instrumentov ali krivulje čas-hitrost v primeru laserja). V primerjavi z drugimi študijami smo v naši raziskavi dobili izrazito precenjene F0 za podatke iz fotocelic (4 N/kg razlike med metodama pomeni kar 62 % rezultata rezultatov laserja), saj so imele nogometašice v povprečju višje vrednosti od vzorca sprinterjev v raziskavi (Fornasier-Santos idr., 2022), rokometšašic (van den Tillaar idr., 2022) in celo vzorca igralcev ragbija (Watkins idr., 2021). Kar podpira dejstvo, da je uporaba laserskega merilnika za meritve hitrosti v času in sledeč način izračuna izhodnih spremenljivk FvP iz zajetih podatkov verodostojnejši postopek v primerjavi z uporabo vmesnih časov iz fotocelic.

Ena izmed omejitev raziskave je majhen vzorec preizkušank ( $n = 13$ ), zaradi katerega je moč testne statistike majhna. Na podlagi tega bi bilo v prihodnje smiselno ponoviti raziskavo na večjem vzorcu merjenk in na različnih populacijah športnikov z namenom uvida v konsistentnost razlik med metodama pri različnih športih, kjer se tehnična izvedba teka in razvoj hitrosti v času lahko razlikuje. Prav tako so se v preteklosti pojavili dvomi o uporabnosti metode profiliranja FvP pri sprintu. Kot poudarja Ettema (2023) s treningom ni mogoče spreminjati  $S_{F-v}$  neodvisno od  $P_{max}$ , in tako prilagajati profil FvP z namenom izboljšanja sprinterskih sposobnosti, kot pišeta Morin in Samozino (2015). Nekaj študij v zadnjem času (Lindberg idr., 2021; Vesteberg, 2023) *in vivo* prav tako zavrača dejstvo, da optimizacija  $S_{F-v}$  (Morin in Samozino, 2015) izboljša sprinterske sposobnosti bolj kot klasičen pristop k treningu. Prav tako Marcote-Pequeño in sodelavcem (2019) ni uspelo dokazati povezanosti med spremenljivkami  $F_{0'}$   $S_{F-v}$  in odstopanjem od optimalnega  $S_{F-v}$ , z uspešnostjo pri skoku iz počepa in sprintom na 20 metrov. Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko sklenemo, da je pri profiliranju profilov FvP pri sprintu treba biti pozoren

na uporabljeno metodo zajemanja in analiziranja rezultatov v izogib heterogenosti v rezultatih med študijami v prihodnje.

Rezultati naše raziskave kažejo, da se vmesni časi sprinta in izhodne spremenljivke profila FvP pri sprintu nogometašic razlikujejo, če za meritve uporabimo fotocelice oziroma laserski merilnik. Navedeni metodi merjenja sta vsaka zase uporabni za vrednotenje sprinterske uspešnosti, torej za primerjavo rezultatov med preizkušanci in vrednotenje napredka skozi čas. Vendar rezultati vmesnih časov sprinta in izračunanih profilov FvP med metodama niso primerljivi, zato v prihodnje priporočamo dosledno uporabo ene izmed predstavljenih metod za vrednotenje sprinterskih sposobnosti.

## Literatura

- Alcaraz, P. E., Carlos-Vivas, J., Oponjuru, B. O., in Martínez-Rodríguez, A. (2018). The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(9), 2143–2165. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0947-8>
- Altmann, S., Spielmann, M., Engel, F. A., Neumann, R., Ringhof, S., Oriwol, D., in Haertel, S. (2017). Validity of single-beam timing lights at different heights. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1994–1999.
- Berthoin, S., Dupont, G., Mary, P., in Gerbeaux, M. (2001). Predicting sprint kinematic parameters from anaerobic field tests in physical education students. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 75–80.
- Bezodis, N. E., Salo, A. I. T., in Trewartha, G. (2013). Measurement Error in Estimates of Sprint Velocity from a Laser Displacement Measurement Device. *International Journal of Sports Medicine*.
- Bobbert, M. F., Lindberg, K., Bjornsen, T., Solberg, P., in Paulsen, G. (2023). The force-velocity profile for jumping: what it is and what it is not. *Medicine in Science in Sports in Exercise*, 55(7), 1241–1249. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003147>
- Bland, M., in Altman, D. (1986). Statistical methods for assessing agreement between

two methods of clinical measurement. *Lancet*, 8(8476), 307–310. <https://doi.org/10.1128/AAC.00483-18>

- Cahill, M. J., Oliver, J. L., Cronin, J. B., Clark, K. P., Cross, M. R., in Lloyd, R. S. (2019). Sled-Pull Load-Velocity Profiling and Implications for Sprint Training Prescription in Young Male Athletes. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(5), 119. <https://doi.org/10.3390/sports7050119>
- Cahill, M. J., Oliver, J. L., Cronin, J. B., Clark, K. P., Cross, M. R., in Lloyd, R. S. (2020). Influence of resisted sled-push training on the sprint force-velocity profile of male high school athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30, 442–449. <https://doi.org/10.1111/sms.13600>
- Chelly, S. M., in Denis, C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Medicine in Science in Sports in Exercise*, 33, 326–333.
- Cross, M. R., Brughelli, M., Samozino, P., in Cross, M. R. (2016). Methods of Power-Force-Velocity Profiling During Sprint Running: A Narrative Review. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0653-3>
- Cross, M. R., Brughelli, M., Samozino, P., in Morin, J. B. (2017). Methods of Power-Force-Velocity Profiling During Sprint Running: A Narrative Review. *Sports Medicine*, 47, 1255–1269. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0653-3>
- Devismes, M., Aeles, J., Philips, J., in Vanwanseele, B. (2019). Sprint force-velocity profiles in soccer players: impact of sex and playing level. *Sports Biomechanics*.
- di Prampero, P. E., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, J. B., Belli, A., in Antonutto, G. (2005). Sprint running: a new energetic approach. *Experimental Biology*, 208(14), 2809–2816. <https://doi.org/10.1242/jeb.01700>
- Ettema, G. (2023). The Force – Velocity Profiling Concept for Sprint Running Is a Dead End. 2, 1–4.
- Ferro-Sánchez, A., Floria, P., Villacieros, J., in Aguado-Gómez, R. (2012). Validez y fiabilidad del sensor láser del sistema BioLaserSport(R) para el análisis de la velocidad de la carrera. *RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 8(30), 357–370. <https://doi.org/10.5232/ricyde2012.03005>
- Furusawa, K., Hill, A. V., in Parkinson, J. L. (1927). The dynamics of "sprint" running. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B*, 102, 29–42.
- Fornasier-Santos, C., Arnould, A., Jusseaume, J., Millot, B., Guilhem, G., Couturier, A., Samozino, P., Slawinski, J., in Morin, J. B. (2022). Sprint Acceleration Mechanical Outputs Derived from Position– or Velocity–Time Data: A Multi-System Comparison Study. *Sensors*, 22(22). <https://doi.org/10.3390/s22228610>
- Hill, A. V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proce-*

- dings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 126(843), 136–195. <https://doi.org/10.1098/rspb.1938.0050>
19. Hinkle, D. E., Wiersma, W., in Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences* (5th Edition). Houghton Mifflin. <https://doi.org/doi:10.1001/jama.2013.281053>
  20. Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194.
  21. Jiménez-Reyes, P., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñafiel, V., Párraga-Montilla, J. A., Morcillo-Losa, J. A., in Samozino, P. (2019). Differences in sprint mechanical force-velocity profile between trained soccer and futsal players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14, 478–485. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0402>
  22. Kotani, Y., Lake, J., Guppy, S. N., Poon, W., Nosaka, K., Hori, N., in Haff, G. G. (2022). Reliability of the Squat Jump Force-Velocity and Load-Velocity Profiles. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(11), 3000–3007. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004057>
  23. Lindberg, K., Solberg, P., Rønnestad, B. R., Frank, M. T., Larsen, T., Abusdal, G., Berntsen, S., Paulsen, G., Sveen, O., Seynnes, O., in Bjørnsen, T. (2021). Should we individualize training based on force-velocity profiling to improve physical performance in athletes?. *Scandinavian journal of medicine in science in sports*, 31(12), 2198–2210. <https://doi.org/10.1111/sms.14044>
  24. Lombardi, V., in Piazzesi, G. (1990). The contractile response during lengthening of stimulated frog muscle fibres. *Journal of Physiology*, 431, 141–171.
  25. Marcote-Pequeño, R., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñafiel, V., González-Hernández, J. M., Gómez, M. A., in Jiménez-Reyes, P. (2019). Association Between the Force-Velocity Profile and Performance Variables Obtained in Jumping and Sprinting in Elite Female Soccer Players. *International journal of sports physiology and performance*, 14(2), 209–215. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0233>
  26. Morin, J. B., in Samozino, P. (2015). Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
  27. Morin, J. B., in Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267–272. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0638>
  28. Morin, J. B., Jeannin, T., Chevallier, B., in Belli, A. (2006). Spring-mass model characteristics during sprint running: correlation with performance and fatigue-induced changes. *International Journal of Sports Medicine*, 27(2), 158–165. <https://doi.org/10.1055/s-2005-837569>
  29. Morin, J. B., Samozino, P., Murata, M., Cross, M. R., in Nagahara, R. (2019). A simple method for computing sprint acceleration kinetics from running velocity data: Replication study with improved design. *Journal of Biomechanics*, 94, 82–87.
  30. Prose, U., in Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology*, 537(2), 333–345.
  31. Ribič, A., Štuhec, S., in Spudić, D. (2022). Veljavnost odnosa sila-hitrost-moč pri simulaciji teka na smučeh z rolkami. *Šport*, 70(1/2), 164–171. Top of Form
  32. Samozino, P., Peyrot, N., Edouard, P., Nagahara, R., Jimenez-Reyes, P., Vanwanseele, B., in Morin, J. B. (2021). Optimal mechanical force-velocity profile for sprint acceleration performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, July. <https://doi.org/10.1111/sms.14097>
  33. Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., in Saez de Villarreal, E. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(6), 648–658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>
  34. Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., in Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(6), 648–658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>
  35. Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., in Morin, J.-B. (2012). Optimal Force-Velocity Profile in Ballistic Movements—Altius: Citius or Fortius? *Medicine in Science in Sports in Exercise*, 44(2), 313–322.
  36. Simperingham, K. D., Cronin, J. B., in Ross, A. (2016). Advances in Sprint Acceleration Profiling for Field-Based Team-Sport Athletes: Utility, Reliability, Validity and Limitations. *Sports Medicine*, 46, 1619–1645. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0508-y>
  37. Simperingham, K. D., Cronin, J. B., Pearson, S. N., in Ross, A. (2019). Reliability of horizontal force-velocity-power profiling during short sprint-running accelerations using radar technology. *Sports Biomechanics*, 18(1), 88–99. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1386707>
  38. Sirotic, A. C., in Coutts, A. J. (2008). The reliability of physiological and performance measures during simulated team-sport running on a non-motorised treadmill. *Journal of science and medicine in sport*, 11(5), 500–509. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.04.008>
  39. Šarabon, N., Kozinc, Ž., Garcia Ramos, A., Knežević, O. M., Čoh, M., in Mirkov, D. M. (2021). Reliability of Sprint Force-Velocity-Power Profiles Obtained with KiSprint System. *Journal of Sports Science and Medicine*, 20, 357–364. <http://www.jssm.org> DOI: <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.357>
  40. Štuhec, S., Planjšek, P., Ptak, M., Čoh, M., in Mackala, K. (2022). Application of the Laser Linear Distance-Speed-Acceleration Measurement System and Sport Kinematic Analysis Software. *Sensors*, 22(15), 5876. <https://doi.org/10.3390/s22155876>
  41. van den Tillaar, R., Haugen, M. E., in Falch, H. N. (2022). A Comparison of Sprint Mechanical Parameters Measured With Timing Gates and a Laser Gun. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4(April). <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.877482>
  42. Watkins, C. M., Storey, A., Mcguigan, M. R., Downes, P., in Gill, N. D. (2021). Horizontal Force-Velocity-Power Profiling of Rugby Players: A Cross-Sectional Analysis of Competition-Level and Position-Specific Movement Demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 1576–1585.
  43. World Medical Association (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20):2191–2194. [10.1001/jama.2013.281053](https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053). PMID: 24141714.

doc. dr. Darjan Spudić, mag. kin.  
Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za šport  
darjan.spudic@fsp.uni-lj.si



Eva Prevodnik,  
Mateja Videmšek, Ana Glavač

## Telesna vadba žensk po porodu

### Izvleček

Namen raziskave je bil ugotoviti stopnjo ozaveženosti in znanja o poporodni vadbi, ki ima številne pozitivne učinke na okrevanje žensk po porodu, njihov življenjski slog in samopodobo. S spletnim vprašalnikom 1KA smo anketirali 575 porodnic iz različnih slovenskih krajev. Podatke smo nato obdelali z računalniškim programom IBM SPSS Statistics. Ugotovili smo, da je najpogostejši dejavnik za izvajanje telesne dejavnosti po porodu dobro počutje; sledijo boljša samopodoba, več energije in izguba telesne mase. Največje ovire za telesno dejavnost so utrujenost porodnice, pomanjkanje časa zaradi nove vloge in prisotnost bolečin. Njihove najpogostejše težave so bolečine v križu, prevelik razmik trebušnih mišic in urinska inkontinenca. Za telesno dejavnost po porodu se ženske najpogosteje odločajo po šestih tednih od poroda, ko je opravljen prvi ginekološki pregled, in sicer se jih največ sprehaja z vozičkom in dela vaje za krepitev mišic medeničnega dna. Porodnice večinoma poznajo pravilno izvajanje teh vaj. Navajajo, da so večino informacij o osnovnih poporodnih vajah dobile na spletu in da so bile o tem najmanj informirane v ginekološki ambulanti pred porodom. Z raziskavo smo ugotovili, da telesna dejavnost pozitivno vpliva na kakovost življenja porodnic.

*Ključne besede:* nosečnost, poporodno obdobje, telesna dejavnost, telesna vadba



Foto: Mateja Videmšek

## Physical activity after childbirth

### Abstract

The purpose of this research is to study the degree of awareness and knowledge about postpartum exercise, which has been shown to have several positive effects on the recovery, lifestyle, and self-image of women. This study used an online questionnaire 1KA with postpartum women as its population (n=575). Data analysis was conducted in IBM SPSS software program. The most common deciding factors to perform physical activity postpartum were found to be good well-being, better self-image, more energy, and loss of body mass. On the other hand, the aspects that present the biggest obstacle to perform physical activity were fatigue, lack of time due to the new role, and the presence of pain. Moreover, the most common problems that affect women postpartum were back pain, diastasis recti, and urinary incontinence. The decision to be physically active was most commonly made six weeks postpartum, right after the first check up. Physical activity was most commonly characterized as taking the baby on a walk and performing exercises to strengthen pelvic floor. In general, women postpartum knew about and correctly performed exercises to strengthen pelvic floor. However, they found most of the information about basic exercises postpartum on the internet and they received the least amount of information from the gynecologist office prior to giving birth. Lastly, physical activity positively affected the quality of life in women postpartum.

*Keywords:* pregnancy, postpartum, physical activity, exercise

## Uvod

Nosečnost in poporodni čas sta v življenju ženske obdobji fizioloških, psiholoških, hormonskih in biomehanskih sprememb (povečan volumen krvi in srčni utrip, povečanje telesne mase, premik težišča ...), ki v večini primerov potekajo normalno (Birsner in Gyamfi-Bannerman, 2020). Številni avtorji poudarjajo, da ne gre le za biološke dejavnike, temveč tudi za psihosocialne, sociodemografske in socioekonomske, kar pogojuje zakonske oziroma partnerske konflikte in stres. Vse naštetu pa povzročata nagnjenost k pojavu čustvenih motenj pri ženskah po porodu (Lewicka idr., 2012; Augustyniuk idr., 2013; Morylowska-Topolska, 2014).

Začnejo se porajati vprašanja in strahovi, povezani z nosečnostjo, s plodom, ter po porodu predvsem skrbi, povezane z otrokom. Zdrava nosečnica, ki se kakovostno prehranjuje, pije veliko tekočine in se dovolj gibata, zagotavlja najboljši razvoj za otroka (Videmšek in Šuštaršič, 2022). Že med nosečnostjo je zelo pomembno zavedanje o pomenu mišic medeničnega dna. Marsikatera ženska opazi popuščanje in nepravilno delovanje mišic medeničnega dna v nosečnosti ali kaj hitro po porodu (Rosina, 2019).

Telesna dejavnost med nosečnostjo in po porodu prinaša številne koristi za zdravje matere in ploda: zmanjša tveganja za preeklampsijo, gestacijsko hipertenzijo, gestacijski diabetes, prekomerno pridobivanje telesne mase ženske med nosečnostjo, porodne zaplete in porod s carskim rezom (Dipietro idr., 2019). Telesna dejavnost je lahko tudi bistven dejavnik pri preprečevanju depresivnih motenj žensk v poporodnem obdobju. Ob primerni telesni dejavnosti nosečnice ob porodu pri novorojenčkih pričakujejo manj zdravstvenih zapletov, ob tem pa telesna dejavnost ne vpliva na nižjo porodno težo novorojenca in ne povečuje tveganja za mrtвороjenost (World Health Organization, 2022).

Nosečnice in ženske po porodu, ki nimajo kontraindikacij, bi za opazne koristi za zdravje morale čez teden biti telesno dejavne vsaj 150 minut. Koristno je, da so telesno dejavne vsak dan, najmanj pa trikrat na teden. Priporočena je zmerno intenzivna aerobna telesna dejavnost. Poleg aerobne vadbe bi morale izvajati tudi krepilne in raztezne vaje (Videmšek in Šuštaršič, 2022). Ženske, ki so pred nosečnostjo redno izvajale visoko intenzivno aerobno telesno dejavnost oziroma so bile redno telesno dejavne, lahko te vrste dejavnosti izvajajo

tudi med nosečnostjo in po porodu. Tistim, ki so bile pred nosečnostjo telesno nedejavne, pa lahko koristi že vsakodnevna hoja. Nosečnice in ženske po porodu bi morale omejiti tudi čas, ki ga preživijo sede, in v svoje vsakodnevno življenje vključiti aktivne odmore nizke intenzivnosti (World Health Organization, 2022).

Namen raziskave je bil ugotoviti stopnjo ozaveščenosti in znanja o poporodni vadbi, proučiti dejavnike za odločitev porodnic za izvajanje telesne dejavnosti po porodu, povezanost med telesno dejavnostjo pred porodom in po njem, razlike v pogostosti izvajanja poporodne vadbe glede na starost, izobrazbo, način in število porodov ter povezanost med izvajanjem telesne dejavnosti po porodu in kakovostjo življenja porodnic.

## Metode

### Preizkušanke

V vzorec je bilo vključenih 575 porodnic, starih od 21 do 40 let, iz različnih krajev Slovenije. Ženske so rodile najmanj enkrat. Vzorec je bil izbran na družbenih omrežjih (Facebook, Instagram).

### Prilagoditve

Podatke smo zbrali s spletnim vprašalnikom 1KA. Anketo smo delili na spletnih platformah Facebook in Instagram. Na začetku smo z vprašanji zbrali osnovne informacije o porodnicah, nato so sledila vprašanja o porodu, v nadaljevanju pa so bila povezana s poporodno vadbo in informiranostjo o njej.

### Postopek

Za vse spremenljivke smo izračunali opisno statistiko. Pri posameznih spremenljivkah

smo uporabili frekvenčno porazdelitev ( $n$ ), deleže (%), povprečne vrednosti (PV), standardni odklon (SD), najnižje vrednosti (min) in najvišje vrednosti (max). Normalnost porazdelitve podatkov smo preverili s testom Kolmogorova in Smirnova. Za ugotavljanje statistično pomembnih razlik med skupinami smo uporabili neparametrični Mann-Whitneyjev U-test ali t-test za neodvisna vzorca in enosmerno ANOVO. Povezanost med spremenljivkami smo preverjali s Pearsonovim koeficientom korelacije ( $r$ ).

## Rezultati

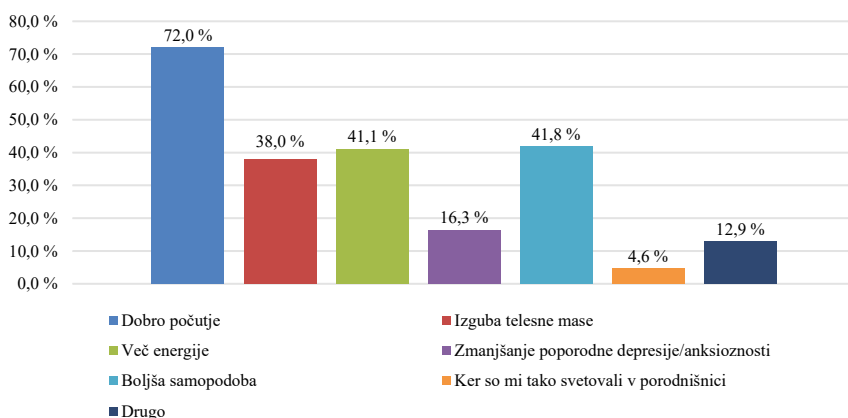
### Dejavniki za odločitev žensk za ukvarjanje s telesno dejavnostjo po porodu

Slika 1 prikazuje dejavnike za odločitev porodnic za izvajanje telesne dejavnosti po porodu. Najpogostejši dejavnik, ki so ga porodnice navedle kot razlog za izvajanje telesne dejavnosti po porodu, je dobro počutje (72,0 %), sledijo boljše samopodoba (41,8 %), več energije (41,1 %) in izguba telesne mase (38,0 %). Najredkeje so se porodnice odločale za telesno dejavnost po porodu, ker so jim tako svetovali v porodnišnici (4,6 %).

Zanimalo nas je tudi, zakaj se ženske po porodu ne odločijo za telesno dejavnost.

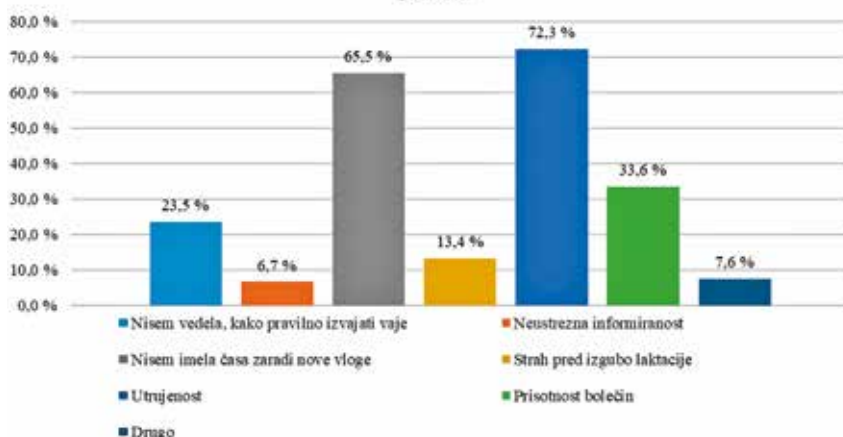
Slika 2 prikazuje dejavnike za odločitev žensk za neizvajanje telesne dejavnosti po porodu. Najpogostejši dejavnik, ki so ga porodnice navedle kot razlog za neizvajanje telesne dejavnosti po porodu, je utrujenost (72,3 %), sledita pomanjkanje časa zaradi nove vloge (65,5 %) in prisotnost bolečin (33,6 %). Najmanj porodnic je kot dejavnik za neizvajanje telesne dejavnosti po porodu

Dejavniki za odločitev porodnic za izvajanje telesne vadbe po porodu



Slika 1. Dejavniki za odločitev porodnic za izvajanje telesne vadbe po porodu

Dejavniki za odločitev porodnice za neizvajanje telesne vadbe po porodu



Slika 2. Dejavniki za odločitev porodnice za neizvajanje telesne dejavnosti po porodu

du navedlo neustrezno informiranost (6,7 %) in strah pred izgubo laktacije (13,4 %).

### Razlike v pogostosti izvajanja poporodne vadbe glede na izbrane kazalnike (starost, izobrazba, način poroda)

V raziskavi smo postavili hipotezo, da naj bi mlajše porodnice, porodnice z višjo stopnjo izobrazbe in porodnice, ki so imele vaginalni porod, pogosteje izvajale poporodno vadbo.

Rezultati raziskave so pokazali, da razlike v poporodni vadbi porodnic med skupinami niso statistično pomembne. Med različno starimi porodnicami ni razlik v pogostosti izvajanja poporodne vadbe ( $p = 0,127$ ), prav tako ne med porodnicami z različno stopnjo izobrazbe ( $p = 0,557$ ) ter tudi ne med porodnicami, ki so imele različne načine poroda ( $p = 0,890$ ).

### Telesna dejavnost po porodu

Zanimalo nas je, kako pogosto so se porodnice po šestih tednih po porodu ukvarjale s telesno dejavnostjo (vsaj 30 minut skupaj).

Rezultati kažejo, da se je s telesno dejavnostjo po šestih tednih po porodu vsakodnevno ukvarjalo 4,5 % porodnic, medtem ko se po šestih tednih po porodu s telesno dejavnostjo ni nikoli ukvarjalo 20,6 % porodnic.

### Povezava med telesno dejavnostjo pred nosečnostjo in po porodu

Ugotovili smo, da obstaja šibka statistično pomembna pozitivna povezanost med telesno dejavnostjo pred nosečnostjo in

telesno dejavnostjo po porodu ( $r = 0,269$ ,  $p < 0,001$ ).

### Informacije o osnovnih poporodnih vajah za krepitev mišic medeničnega dne (MMD)

Zanimalo nas je, kje so ženske dobile največ informacij o osnovnih poporodnih vajah za krepitev MMD. Slika 3 prikazuje, da je največ porodnic omenjene informacije pridobilo na spletu (58,4 %), najmanj pa v ginekološki ambulanti pred porodom (7,4 %).

### Znanje o pravilnem izvajanju vaj za krepitev MMD in izvajanje teh vaj

Porodnicam smo navedli 8 trditev o vajah za krepitev MMD, pri vsaki izmed njih so odgovarjale z DRŽI oz. NE DRŽI. Vsak pravilni odgovor smo vrednotili z 1 točko.

Dobro znanje (število točk 7 ali 8) je pokazalo 67,6 % anketiranih porodnic, medtem ko je polovico ali manj točk doseglo le 2,4 % anketiranih porodnic. Torej večina porodnic pozna vaje za krepitev MMD.

Ob tem nas je zanimala tudi povezava med znanjem o pravilnem izvajanju vaj za krepitev MMD in dejanskim izvajanjem vaj. Ugotovili smo, da obstaja šibka, vendar statistično pomembna pozitivna povezanost med tema spremenljivkama – boljše znanje je povezano z večjim izvajanjem vaj za krepitev MMD.

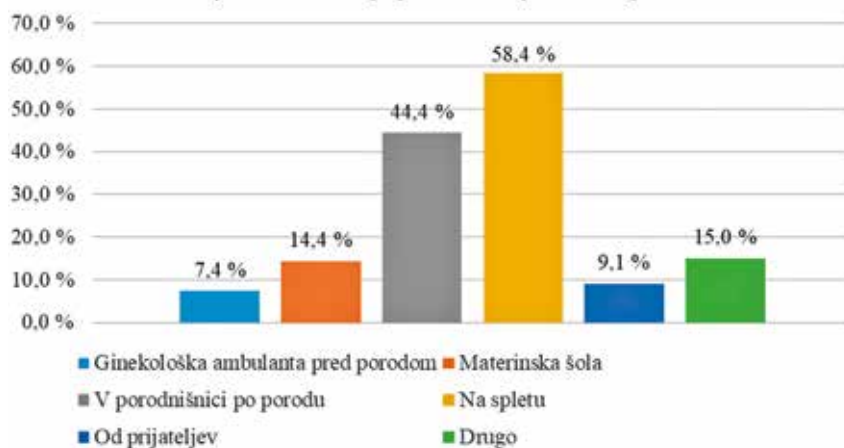
### Povezanost telesne dejavnosti po porodu s kakovostjo življenja porodnic

Ena izmed hipotez v raziskavi je bila, da je telesna dejavnost po porodu povezana z boljšo kakovostjo življenja. Zato smo porodnicam navedli šest trditev, pri vsaki izmed njih so svoje (ne)strinjanje z njimi izrazile z ocenami od 1 do 5. Ugotovili smo, da obstaja šibka, vendar statistično pomembna pozitivna povezanost ( $r = 0,241$ ,  $p < 0,001$ ).

### Težave po porodu

V naši raziskavi so ženske kot najpogostejšo težavo po porodu navedle bolečino v križu (39,6 %), 30,6 % jih trpi za prevelikim razmikom trebušne mišice, sledijo bolečine v prsnem delu hrbtenice. Pogosta težava po svetu je tudi urinska inkontinenca, ki s starostjo narašča. Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko sklepamo, da je bila zaradi nižje starosti anketirank tudi prevvalenca urinske inkontinenca nekoliko manjša (23,2 %).

Informacije o osnovnih poporodnih vajah za krepitev MMD



Slika 3. Informacije o osnovnih poporodnih vajah za krepitev MMD



## Potreben čas za začetek izvajanja telesne dejavnosti po porodu

Izkazalo se je, da se največ porodnic (22,0 %) odloča za telesno dejavnost po porodu po šestih tednih oziroma dveh do treh mesecih (20,6 %). Različni začetki aktivnosti po porodu nam kažejo, da je tudi čas okrevanja po porodu individualno pogojen ter da se morata telesna dejavnost in obravnava porodnice prilagoditi vsaki posebej.

## Razprava

V raziskavi je sodelovalo 575 porodnic, starih od 21 do 40 let, kar kaže, da je vzorec raziskave zajel predvsem mlajše in srednje generacije žensk v rodni dobi. Večina anketirank je prvič doživela materinstvo, kar je lahko vplivalo na njihovo izkušnjo in potrebe v tem obdobju.

V raziskavi so nas zanimali dejavniki, ki vplivajo na odločitev porodnic za izvajanje telesne dejavnosti po porodu. Rezultati so pokazali, da je najpogostejši razlog za izvajanje telesne dejavnosti po porodu dobro počutje (72,0 %), sledijo boljša samopodoba (41,8 %), več energije (41,1 %) in izguba telesne mase (38,0 %). To nakazuje, da je izboljšanje splošnega počutja eden izmed najpomembnejših motivatorjev za telesno dejavnost v poporodnem obdobju. Podobno sta v svoji raziskavi ugotovila Yang in Chen (2018) – porodnice so poročale o boljšem počutju in izboljšani kakovosti življenja. Saligheh idr. (2017) so prav tako potrdili, da redna telesna dejavnost v poporodnem obdobju vpliva na izgubo telesne mase. Ti rezultati kažejo, da je telesna dejavnost po porodu za porodnice pomembna ne le zaradi fizičnih koristi, temveč tudi zaradi pozitivnih učinkov na njihovo psihično počutje in samopodobo ter za povečanje energije in ohranjanje zdrave telesne mase.

Poleg tega so nas zanimali najpogostejši razlogi porodnic, da se ne lotijo telesne dejavnosti. Največ (72,3 %) jih je navedlo utrujenost, ki je ena od najpogostejših ovir za telesno dejavnost v poporodnem obdobju, ko morajo porodnice skrbeti za novorojenčka in se prilagajati na novo vlogo matere. Druga najpogostejša razloga za neizvajanje telesne dejavnosti po porodu sta bila pomanjkanje časa zaradi nove vloge (65,5 %) in prisotnost bolečin (33,6 %), kar se ujema z ugotovitvami drugih avtor-

Tabela 1.

Potreben čas za začetek izvajanja telesne dejavnosti po porodu

Čas od poroda	N	%
Manj kot šest tednov	27	5,5
Po šestih tednih	109	22,0
Po dveh do treh mesecih	102	20,6
Po treh do štirih mesecih	71	14,3
Po petih do šestih mesecih	89	18,0
Po enem letu	97	19,6
Skupaj	495	100,0

Opomba. n = število; % = delež.

jev, ki navajajo podobne razloge (Shelton in Lee, 2018).

Predpostavljali smo, da obstajajo razlike v pogostosti izvajanja poporodne vadbe glede na nekatere demografske in poročniške kazalnike, kot so starost, izobrazba in način poroda. Ugotovili smo, da ni statistično pomembnih razlik med naštetimi skupinami v pogostosti izvajanja vadbe.

Ugotovitve so pokazale, da obstaja šibka, vendar statistično pomembna pozitivna povezanost med telesno dejavnostjo pred nosečnostjo in telesno dejavnostjo po porodu; torej so porodnice, ki so bile bolj telesno aktivne pred zanositvijo, verjetneje aktivne tudi po porodu.

S telesno dejavnostjo po šestih tednih po porodu se je vsakodnevno ukvarjalo le 4,5 % anketiranih porodnic. Poleg tega velik delež porodnic (20,6 %), ki se niso nikoli ukvarjale s telesno dejavnostjo po šestih tednih po porodu, kaže na potrebo po boljšem ozaveščanju in podpori porodnicam v poporodnem obdobju. Torej se večina mater po šestih tednih od poroda ne vključuje v redno telesno dejavnost. Razlogi za to nizko stopnjo so lahko različni, vključno s telesnimi, čustvenimi in socialnimi dejavniki (Dipietro, 2019). Zdravstveni delavci lahko igrajo odločilno vlogo pri izobraževanju, ozaveščanju in motiviranju porodnic za vključevanje v telesno dejavnost ter pri zagotavljanju ustrezne podpore in prilagojenih programov vadbe, ki ustrezajo njihovim potrebam in zmožnostim (Videmšek in Šuštaršič, 2022). Elsebeij (2019) navaja, da porodnice večino informacij pridobijo na družbenih medijih in internetu, medtem ko ginekoloških ustanov ne omenjajo. Prav tako so anketiranke v naši raziskavi navedle, da so največ informacij o osnovnih poporodnih vajah za krepitev MMD pridobile na spletu (58,4 %), medtem ko jih je najmanj

informacije dobilo v ginekološki ambulanti pred porodom (7,4 %).

Raziskave kažejo, da imajo po porodu ženske številne težave, ki so lahko zelo neprijetne (Videmšek in Šuštaršič, 2021). Tseng in sodelavci so v svoji raziskavi ugotovili, da za bolečinami v križu in medenici trpi med 26,5 % in 91 % žensk po porodu (Tseng idr., 2015). Podobno so porodnice v naši raziskavi kot najpogostejšo težavo navedle bolečino v križu (39,6 %). Ugotovili smo tudi, da 30,6 % anketirank trpi za prevelikim razmikom trebušnih mišic, kar potrjujejo prejšnje raziskave, ki navajajo razširjenost te težave pri približno 32,6 % porodnic (Spearstad idr., 2016), nekateri pa so ugotovili tudi precej večjo razširjenost (50 %) (Benjamin idr., 2014). Pogosta težava je še urinska inkontinenca, ki prizadene od 2,8 % do 57,7 % in s starostjo narašča (Mostafaei idr., 2020). Pri naši raziskavi lahko sklepamo, da je bila zaradi nižje starosti anketirank tudi prevalenca urinske inkontinenca nekoliko manjša (23,2 %).

Poznavanje vaj za krepitev MMD je dobro, saj smo ugotovili, da jih večina žensk (67,6 %) pozna. Šibka, vendar statistično pomembna pozitivna povezanost med znanjem o pravilnem izvajanju vaj za krepitev MMD in njihovim dejanskim izvajanjem kaže, da je pri porodnicah, ki bolje razumejo in poznajo omenjene vaje, večja verjetnost, da jih tudi zares izvajajo. V disfunkciji medeničnega dna je zajetih več težav, med drugim urinska in analna inkontinenca, ki lahko močno vplivata na kakovost življenja (Mostafaei idr., 2020). Strokovnjaki menijo, da je treba težave reševati individualno, priporoča se zlasti krepitev mišic medeničnega dna (Videmšek in Šuštaršič, 2022).

Zanimalo nas je tudi, kdaj so porodnice začele izvajati telesno dejavnost po porodu. Izkazalo se je, da je 22,0 % porodnic začelo izvajati telesno dejavnost po šestih

tednih po porodu, medtem ko jih je 20,6 % to storilo po dveh do treh mesecih. 19,6 % porodnic je telesno dejavnih šele po enem letu po porodu, le 5,5 % pa jih je telesno dejavnost začelo izvajati v manj kot šestih tednih po porodu. Različni začetki izvajanja aktivnosti po porodu nam kažejo, da so tudi čas okrevanja in potrebe po porodu individualno pogojeni ter da se morata telesna dejavnost in obravnava porodnice prilagoditi vsaki posebej. Po porodu namreč ženska prevzame nove in neobičajne dolžnosti, ki lahko vplivajo na njeno počutje, razpoloženje in pripravljenost za telesno dejavnost (Dipietro idr., 2019; Videmšek in Šuštaršič, 2022).

Pomembna ugotovitev je tudi, da med telesno dejavnostjo po porodu in kakovostjo življenja porodnic obstaja šibka, vendar statistično pomembna pozitivna povezava; porodnice, ki redno izvajajo telesno dejavnost po porodu, imajo verjetno višjo kakovost življenja v primerjavi s tistimi, ki se tej dejavnosti ne posvečajo. Tudi številne druge raziskave so potrdile, da ima telesna dejavnost pomembno vlogo v življenju posameznice, saj mu daje ritem, ki skupaj z drugimi dejavniki zdravega življenjskega sloga oblikuje sistem njenih vrednot (Birsner in Gyamfi-Bannerman, 2020; Videmšek in Šuštaršič, 2021).

## ■ Sklep

Izsledki raziskave vodijo do spoznanj, ki so pomembna za razumevanje potreb in preferenc porodnic v poporodnem obdobju ter za oblikovanje ustreznih ukrepov za podporo njihovem zdravju in počutju. Analiza dejavnikov, ki vplivajo na odločitev porodnic za izvajanje telesne dejavnosti po porodu, je pokazala, da je dobro počutje glavni motivator za telesno dejavnost, medtem ko so ovire za izvajanje telesne dejavnosti predvsem utrujenost, pomanjkanje časa in prisotnost bolečin.

Omeniti je treba tudi pomembnost ozaveščanja porodnic o pravilnem izvajanju vaj za krepitev mišic medeničnega dna, saj je boljše znanje povezano z večjim izvajanjem teh vaj in izboljšanjem kakovosti življenja. Prav tako je treba izboljšati informiranost porodnic o poporodnih vajah za krepitev MMD, saj jih je bilo v porodnišnici s tem seznanjenih le malo. Glavni ugotovitvi raziskave sta, da je telesna dejavnost po porodu pozitivno povezana s kakovostjo življenja porodnic in da je znanje o pravilnem izvajanju vaj za krepitev mišic mede-

ničnega dna povezano z dejanskim izvajanjem teh vaj.

Menimo, da bodo ugotovitve raziskave pripomogle k boljšemu razumevanju dejavnikov, ki vplivajo na izvajanje telesne dejavnosti po porodu, ter poudarile pomen ciljnih programov in ukrepov za podporo zdravju in počutju porodnic v tem občutljivem obdobju. Spodbujanje telesne dejavnosti v vseh življenjskih obdobjih ter izobraževanje o njenih koristih in pravilni izvedbi vaj za krepitev medeničnega dna sta ključna dejavnika, ki lahko izboljšata celostno počutje mater po porodu.

## ■ Literatura

1. Augustyniuk, K., Rudnicki, J., Grochans, E., Jurczak, A., Wieder-Huszla, S. in Szukup-Jabłońska, M. (2013). Participation in the School of Mothers and Fathers classes and the incidence of emotional disorders in the postpartum period. *Medycyna Ogólna Nauki o Zdrowiu*, 19(2), 138–141.
2. Benjamin, D. R., van de Watrer, A. T. M., Peiris, C. L. (2014). Effect of exercise on diastasis of the rectus abdominis muscle in the antenatal and postnatal periods, a systematic review. *Physiotherapy*, 100, 1–8.
3. Birsner, M., L. in Gyamfi-Bannerman, C. (2020). Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period, Committee Opinion, Number 804. *American College of Obstetricians and Gynecologists*, 135, 178–188.
4. Dipietro, L., Evenson, K. R., Bloodgood, B., Sprow, K., Troiano, R. P., Piercy, K. L., Vaux-Bjerke, A. in Powell, K. E. (2019). Benefits of Physical Activity during Pregnancy and Postpartum: An Umbrella Review. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1292–1302.
5. Elsebeiy, F. I. (2019). Assessment of knowledge regarding postnatal minor discomforts and self care activities among nulliparous women: suggested guidelines. *Mansoura Nursing Journal*, 6(2).
6. Lewicka, M., Sulima, M., Iracka, E. in Makara-Studzińska, M. (2012). The occurrence of postpartum depression in a group of postpartum women and the demographic situation and family relations. *Current Problems of Psychiatry*, 13(4), 245–250.
7. Moryłowska-Topolska, J., Makara-Studzińska, M. in Kotarski, J. (2014). The influence of selected sociodemographic and medical variables on the severity of anxiety and depressive symptoms in individual trimesters of pregnancy. *Psychiatria Polska*, 48(1), 173–186.
8. Mostafaei, H., Sadeghi-Bazargani, H., Hajebrahimi, S., Salehi-Pourmehr, H., Ghojzadeh, M., Onur, R., Al Mousa, R. T. in Oelke, M. (2020).

Prevalence of female urinary incontinence in the developing world: A systematic review and meta-analysis-A Report from the Developing World Committee of the International Continence Society and Iranian Research Center for Evidence Based Medicine. *Neurourology and urodynamics*, 39(4), 1063–1086. <https://doi.org/10.1002/nau.24342>

9. Rosina, L. (2019, 29.–30. november). *Pomen varne vadbe v prenatalnem in postnatalnem obdobju ženske porodu* [prispevek na konferenci]. Kongres športa za vse. Gibalna športna dejavnost za zdravo družino, Ljubljana. [https://irp.cdn-website.com/1454adb8/files/uploaded/OKS-kongres-sporta-za-vse\\_2019-web-WEB-b17779ba.pdf](https://irp.cdn-website.com/1454adb8/files/uploaded/OKS-kongres-sporta-za-vse_2019-web-WEB-b17779ba.pdf)
10. Saligheh, M., Hackett, D., Boyce, P. in Cobley, S. (2017). Can exercise or physical activity help improve postnatal depression and weight loss? A systematic review. *Archives of women's mental health*, 20(5), 595–611. <https://doi.org/10.1007/s00737-017-0750-9>
11. Shelton S. L. in Lee S. S. (2018). Women self-reported factors that influence their postpartum exercise levels. *Nursing for Women's Health*, 22(2), 148–157. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29628054>
12. Spearstad, J. B., Tennfjord, M. K. in Hilde, G. (2016). Diastasis recti abdominis during pregnancy and 12 months after childbirth: prevalence, risk factors and report of lumbopelvic pain. *Br J Sports Med*, 50, 1092–1096.
13. Tseng, P. C., Puthussery, S., Pappas, Y. in Gau, M. L. (2015). A systematic review of randomised controlled trials on the effectiveness of exercise programs on Lumbo Pelvic Pain among postnatal women. *BMC pregnancy and childbirth*, 15, 316. <https://doi.org/10.1186/s12884-015-0736-4>
14. Videmšek, M. (ur.) in Šuštaršič, A. (ur.) (2022a). *Življenjski slog nosečnic*. Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
15. Videmšek, M. (ur.) in Šuštaršič, A. (ur.) (2022b). *Aktivna nosečnica; zdrav življenjski slog v nosečnosti in po porodu*. Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
16. World Health Organization. (2022, 5 oktober). *Physical activity*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
17. Yang, C. L. in Chen, C. H. (2018). Effectiveness of aerobic gymnastic exercise on stress, fatigue, and sleep quality during postpartum: A pilot randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 77, 1–7.

Eva Prevodnik, mag. kin.  
Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani  
[prevodnik.eva@gmail.com](mailto:prevodnik.eva@gmail.com)



Marta Bon,  
Gašper Kovač, Vojko Vučkovič

## Vpliv delovnega okolja in življenjskega sloga na zadovoljstvo zaposlenih v športni infrastrukturi

### Izvleček

Delovno okolje lahko pomembno vpliva na življenjski slog zaposlenih. Namen študije je bil raziskati življenjski slog in zadovoljstvo zaposlenih v športni infrastrukturi, in sicer v okviru Javnega zavoda Šport Ljubljana. Vprašalnik, dostopen na spletni strani 1KA, je bil poslan vsem zaposlenim. Sodelovalo je 71 od skupno 122 zaposlenih, anketiranci so bili v povprečju stari 44,7 leta. Podatki so bili pridobljeni prek spletnega vprašalnika in analizirani v programu SPSS 21 (SPSS Inc., Armonk, New York, ZDA). Pri statistični analizi smo uporabili Mann-Whitneyjev rang test, Kruskal-Wallisov rang test in Fisherjev eksaktni test. Rezultati kažejo, da je večina zaposlenih (60 %) športno aktivnih vsaj dvakrat na teden. Večinoma njihova dejavnost traja od 30 do 60 minut (57 %). Najpogosteje se ukvarjajo s hojo, kolesarjenjem, fitnessom, hojo v hribe in tekom. Športno udejstvovanje običajno poteka na naravnih zunanjih površinah. Na delovnem mestu več kot polovico časa presedi 60 % zaposlenih. Zadovoljstvo z delom je bilo statistično značilno povezano z zadovoljstvom z družinskim življenjem (pozitivna nizka korelacija,  $p = 0,04$ ), vendar pa ne tudi s zdravim življenjskim slogom, sedenjem na delovnem mestu, športno aktivnostjo in mesečnimi stroški za šport. Prav tako nismo ugotovili razlik v oceni zadovoljstva z delom glede na starost in obliko prevoza na delovno mesto.

*Ključne besede:* zadovoljstvo na delovnem mestu, življenjski slog, športna aktivnost



## The influence of the work environment and lifestyle on the satisfaction of employees at the sport infrastructure

### Abstract

The work environment can significantly impact the lifestyle of employees. The aim of the study was to investigate the lifestyle and satisfaction of employees at sport infrastructure. A questionnaire, available on the 1KA website, was sent to all employees. Data was collected via an online questionnaire and further analyzed using SPSS 21 (SPSS Inc., Armonk, New York, USA). Statistical analysis included the Mann-Whitney rank test, Kruskal-Wallis rank test, and Fisher's exact test. 71 out of 122 employees participated, with an average age of 44.7 years. The results show that the majority of employees (60%) are physically active at least twice a week. Most of their activity lasts between 30 and 60 minutes (57%). They most often engage in walking, cycling, fitness, hiking, and running. Physical activity usually takes place in natural outdoor areas. At work, 60% of employees spend more than half of their time sitting. Job satisfaction was statistically significantly associated with satisfaction with family life (positive low correlation,  $p = 0.04$ ), but not with a healthy lifestyle, sitting at work, physical activity, or monthly sports expenses. No differences were found in job satisfaction based on age or mode of transportation to work.

*Keywords:* workplace satisfaction, healthy lifestyle, sport activity

## Uvod

V sodobnem poslovnem svetu postaja upravljanje človeških virov ključnega pomena, saj je zadovoljstvo zaposlenih tesno povezano z uspešnostjo podjetja. Raziskave kažejo, da so zadovoljni zaposleni produktivnejši, zavzetejši in redkeje odhajajo iz podjetja, kar pripomore k dolgoročni konkurenčnosti in dobičkonosnosti podjetja. Vlaganje podjetij v zadovoljstvo zaposlenih vodi k izboljšanju kakovosti storitev, večji inovativnosti in večji zvestobi strank (Sypniewska idr., 2023). V zadnjih letih se srečujemo z demografskimi in migracijskimi spremembami, digitalizacijo in vse večjo fleksibilnostjo dela ter pojavom dela od doma (Faller, 2021). Zaradi manjšega naravnega prirastka se delovna populacija stara. Samo od leta 2005 do leta 2020 se je število delavcev, starih od 55 do 64 let, s 43 % dvignilo na 62,9 % (Faller, 2021). Z evropskimi regulativami in prostim pretokom delavcev ti čedalje več migrirajo, s čimer pa ne rešujemo težave pomanjkanja mlade delovne populacije.

V splošnem se povečuje zavedanje, da je za večjo delovno uspešnost pomembno zadovoljstvo delavcev. Podjetja, ki se tega zavedajo, vlagajo več v počutje in razvoj zaposlenih. Razumejo namreč, da je podjetje človeška organizacija, ki deluje na podlagi dvostranske koristi ali sožitja. Osnovna celica uspešnosti podjetja je posameznik, ki v odnosu z drugimi pripomore k uresničevanju skupne vizije in ciljev (Zupan idr., 2009). Z zanemarjanjem zadovoljstva zaposlenih družbe pravzaprav tvegajo manjšo uspešnost.

Nekateri raziskovalci so preučevali odnos med delovnimi razmerami in produktivnostjo na delovnem mestu. Ali in Anwar (2021) sta dokazala povezanost motivacije za delo in zadovoljstva, Boehm in Lyubomirsky (2008) pa sta ugotovila, da so delavci, ki so z delom zadovoljnejši, pri delu v povprečju tudi produktivnejši. Specifično povezavo je v svoji raziskavi dokazal tudi Krause (2013), ki je ugotovil, da imajo bolj veseli posamezniki večjo možnost vnovične zaposlitve ob morebitni brezposelnosti. To raziskavo je s spoznanjem, da upad razpoloženja ob pojavu brezposelnosti vpliva na uspeh iskanja nove zaposlitve, dopolnil Clark (2014). Tudi najnovejše raziskave ugotavljajo pomembnost zadovoljstva na delovnem mestu za produktivnost delavcev, tudi milenijcev (Indrayani idr., 2024).

Zadovoljstvo na delovnem mestu je za posameznika zelo pomembno, morda ključno za preostale ravni zadovoljstva tako posameznika kot tudi organizacije, kar ugotavlja veliko raziskovalcev (Žižek, 2012; Spreitzer in Porath, 2012; Bridger, 2015; Zheng idr., 2015; Žnidaršič in Marič, 2021; Schnettler idr., 2024; Indrayani idr., 2024).

Zadovoljstvo na delovnem mestu je v svetovnem gospodarstvu zelo raziskovan pojem, ki opredeljuje odnos zaposlenega do dela na delovnem mestu in/ali delovnem področju. Nekateri raziskovalci (npr. Aasland idr., 2010; Ali idr., 2021) uporabljajo izraz *job satisfaction*, drugi *work satisfaction* (npr. Stoicov, 2023) ali pa zadovoljstvo zaposlenega – angl. *employee satisfaction* (Sypniewska idr., 2023). Eno prvih definicij je sicer uvedel Gilmer (1969), po kateri je zadovoljstvo na delovnem mestu rezultat odnosa zaposlenega do dela na delovnem mestu. Veliko se raziskuje v povezavi z drugimi dejavniki, predvsem z zadovoljstvom z življenjem na splošno ali z družinskim življenjem (Jahan Priyanka, 2022). Podobne opredelitve se pojavljajo tudi v zadnjih letih, saj je jasno, da se življenje danes razlikuje od tistega v prejšnjem stoletju. V zadnjih letih se pojavljajo strategije izboljševanja zadovoljstva na delovnem mestu tudi prek vpliva komunikacijskega treninga (Zhang, 2023). Pomemben dejavnik počutja človeka je tudi zadovoljstvo z družinskim življenjem (Kuykendall idr., 2015; Jahan Priyanka, 2022; Schnettler idr., 2024). Veliko raziskav je dokazalo povezanost in soodvisnost teh dveh področij (Marič, 2021; Žnidaršič in Marič, 2021; Wiens idr., 2023; Schnettler idr., 2024).

Z raziskavami potrjena je tudi teza, da so zaposleni z zdravim življenjskim slogom zadovoljnejši na delovnem mestu (Singh idr., 2023). To velja zlasti za zaposlene v zasebnem sektorju (Stoicov, 2023).

V zadnjem obdobju je vse bolj razširjen trend sedečih delovnih mest. Dolgotrajno sedenje se povezuje s številnimi zdravstvenimi obolenji, med drugim presnovnimi in mišično-skeletnimi težavami, nezdravim staranjem, slabim kostnim zdravjem in prezgodnjo smrtjo (Vagetti idr., 2014; Chu idr., 2016; Edwardsonove idr. 2012; García-Hermosa idr., 2018; López-Valenciano idr., 2020).

Trend sedečega vedneja, ki med evropskimi odraslimi narašča med letoma 2013 in 2022 (Ocvirk, 2017; Beller idr., 2023; López-Valenciano idr., 2020), vzbuja skrbi ter zahteva nove smernice in ustrezne strategije

za zmanjševanje ali odpravo negativnih vplivov (Chu idr., 2016). Podobno menijo Luyen idr. (2016), ki so pregledali vse evropske študije na temo količine presedenega časa. Ugotovili so, da je čas nihal med 2,5 ure in 10 ur v delovnem dnevu.

Vse to vpliva na zmanjševanje zadovoljstva na delovnem mestu in na splošno z življenjem. Skupaj to zaviralno vpliva na delovno uspešnost in pozneje na uspešnost organizacije.

Med odkrivanjem dejavnikov dobrega počutja so raziskovalci ugotovili, da je glavni vpliv okolje, v katerem posamezniki prebivajo (MacKerron in Mourato, 2013; Zheng idr., 2015; Yasin idr., 2020). Zelene površine v bližini, do katerih lahko dostopamo, dobro vplivajo na počutje. Prav tako imata tek in hoja po naravnih površinah večji pozitivni vpliv na psihološko zdravje, kot ga ima rekreacija v mestnem okolju (Bodin in Hartig, 2003; MacKerron in Mourato, 2013). Prav tako lahko spodbudi druženje in okrepi posameznikove socialne stike, česar ne smemo zanemarjati, saj je to po mnenju številnih avtorjev najpomembnejši dejavnik dolgoročnega dobrega počutja (Kuykendall idr., 2014; Clark, 2014; Clark idr., 2020).

Še en dejavnik, ki pomembno vpliva na dobro počutje, je prevoz na delo (Clark idr., 2020; Zhang idr., 2023). Zmanjšanje zadovoljstva je še toliko izrazitejše pri ženskem spolu, kar lahko povežemo z večjo odgovornostjo v domačem gospodinjstvu in vlogo v družini (Roberts idr., 2011). Avtorji podaljšani čas prihoda na delovno mesto povezujejo tudi z dodatnimi pritiski, dodatno obremenitvijo zaposlenega ter slabšim duševnim zdravjem. Pokazalo se je, da so zaposleni, ki za prevoz porabijo več kot 45 minut, nenehno manj zadovoljni z življenjem kot tisti, ki za prevoz porabijo manj časa.

Za preučevanje povezav med zadovoljstvom na delovnem mestu in drugimi dejavniki smo sodelovali z Javnim zavodom Šport Ljubljana (JZ Šport Ljubljana), katerega osnovno poslanstvo je skrb za športne objekte na območju Mestne občine Ljubljana. S tem zagotavljajo kakovostne športne programe in pogoje za razvoj športa otrok in mladine za doseganje vrhunskih športnih dosežkov ter omogočanje športne rekreacije in s tem skrb za zdrav način življenja.

V JZ Šport Ljubljana se zavedajo, da so za ustvarjanje dobrih poslovnih rezultatov nujni zadovoljni zaposleni. Vlaganje v do-

bro počutje, izobraževanje, osebno rast in razvoj svojih zaposlenih razumejo kot naložbo v prihodnost ter tudi kot vrednoto. Z ukrepi in načinom poslovanja se zavzemajo, da jim omogočajo bogatejše, kakovostnejše in lepše življenje. To pa ne prinaša koristi le zaposlenim, temveč tudi JZ Šport Ljubljana kot delodajalcu, saj pozitivno vpliva na zdravje zaposlenih, zvišuje raven timskega duha in pripravljenost zaposlenih za medsebojno sodelovanje, izboljšuje delovno ozračje ter odnose med zaposlenimi na splošno. Poleg omenjenega se izobraževanje, razvoj kadrov in skrb za dobro počutje nasploh kažejo v usposobljenih in zavzetih kadrih, ki so motivirani za uresničevanje sedanjih in doseganje prihodnjih ciljev (JZ Šport Ljubljana, 2022).

Namen študije je raziskovanje vplivov aktivnega življenjskega sloga, zadovoljstva z družinskim življenjem, sedenja na delovnem mestu in preostalih dejavnikov na zadovoljstvo pri delu. Študija ugotavlja razlike med zaposlenimi glede na izbrane sociodemografske podatke.

## Metode

Vzorec je sestavljalo 71 zaposlenih JZ Šport Ljubljana, ki neposredno (vzdrževalci, električarji, kosci) ali posredno (organizacijsko vodstvo, pisarniški delavci) delujejo na področju upravljanja športnih objektov v Ljubljani. Vključenih je bilo 42 moških (59,2 %) in 29 žensk (40,8 %). Trinajst zaposlenih (18 %) je bilo mlajših od 35 let, 58 (81 %) jih je bilo starih med 35 in 65 let, le eden je bil starejši od 65 let. Povprečno so šteli 44,7 leta. 36 zaposlenih (50 %) je imelo VII. ali VIII. stopnjo izobrazbe, 32 zaposlenih (44 %) V. ali VI. stopnjo, štirje (6 %) pa II. ali III. stopnjo izobrazbe.

Podatki so bili zbrani z vprašalnikom, ki smo ga oblikovali skupaj s strokovnimi delavci JZ Šport Ljubljana, upošteva ustrezne metodološke zahteve. Preizkušanci so ga izpolnili v spletnem programu 1KA (<https://www.1ka.si>). Obsegal je vprašanja zaprtega tipa, polodprtega tipa in vprašanja v obliki merskih lestvic. Vanj so bila vključena vprašanja, vezana na sociodemografske značilnosti (spol, starost, stopnja izobrazbe, velikost kraja prebivanja), zadovoljstvo na delovnem mestu, športno aktivnost in nekatere druge dejavnike življenjskega sloga.

Podatke smo statistično analizirali v programu SPSS 21 (SPSS Inc., Armonk, New York, ZDA), končne rezultate pa smo slo-

govno uredili v programu Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, ZDA). Opisne spremenljivke smo predstavili s frekvencami in frekvenčnimi deleži, ordinalne spremenljivke pa s povprečjem in standardnim odklonom. Povezanost med dvema ordinalnima spremenljivkama smo preverili s Spearmanovim rang korelacijskim koeficientom, razlike med spoloma ali prevoznima sredstvom pri zadovoljstvu z Mann-Whitneyjevim rang testom, razlike med starostnimi kategorijami pri zadovoljstvu z delom s Kru-

skal-Wallisovim rang testom, razlike med dvema opisnima spremenljivkama pa s Fisherjevim eksaktnim testom. Vse razlike smo potrdili kot statistično značilne pri stopnji tveganja 5 %.

## Rezultati

V Tabeli 1 so prikazane značilnosti vzorca anketirancev po spolu, starosti, velikosti kraja prebivališča, stopnji izobrazbe in količini sedenja na delovnem mestu.

Tabela 1.  
Vzorec anketirancev

Vzorec anketirancev		f	f (%)
Spol	moški	42	59,15
	ženski	29	40,85
	skupno	71	100
Starostna kategorija	< 35 let	13	18,06
	35–50 let	36	50
	50–65 let	22	30,56
	> 65 let	1	1,39
	skupno	72	100
Velikost kraja	hiša na samem, zaselek ali manjša vas z do 500 prebivalci	10	13,89
	vas, kraj, trg s 500–2.000 prebivalci	13	18,06
	kraj z 2.000–10.000 prebivalci	11	15,28
	kraj z 10.000–50.000 prebivalci	22	30,56
	kraj s 50.000–100.000 prebivalci	16	22,22
	skupno	72	100
Stopnja izobrazbe	2.–4. stopnja (osnovna šola – srednje poklicno 3-letno izobraževanje)	4	5,56
	5.–6. stopnja (srednja šola – visokošolski strokovni program in 1. bolonjska stopnja)	32	44,44
	7.–8. stopnja (univerzitetni program in danes 2. bolonjska stopnja – doktorat znanosti)	36	50
	skupno	72	100
	Sedenje na delovnem mestu	nič	2
manjši delež delovnega časa		13	17,81
1/2 delovnega časa		14	19,18
> 1/2 delovnega časa		12	16,44
večino časa		19	26,03
skupno		73	100

V Tabeli 2 je prikazana razlika med spoloma v pogostosti ukvarjanja s športom. Med spoloma ni bilo statistično značilnih razlik ( $p = 0,17$ ).

Ugotavljali smo tudi čas trajanja športne dejavnosti zaposlenih. Večji del vprašanih

(57 %) je bil med rekreacijo aktiven od 30 do 60 minut. 21 (29 %) je bilo takih, ki so bili športno aktivni več ur skupaj, le deset anketiranih pa je bilo aktivnih manj kot pol ure. Najpogosteje so se zaposleni ukvarjali s hojo, kolesarjenjem, fitnessom, hojo v

hribe in tekem. S tem se povezuje tudi odgovor na vprašanje o okolju, v katerem so največ športno aktivni. Velika večina (72 %) se je največkrat športno udeleževala na naravnih površinah zunaj mest.

Poleg tega smo preverili tudi, ali na tedensko količino športne dejavnosti vplivajo stopnja izobrazbe, velikost kraja, v katerem živijo, ali starost. Statistične značilnosti nismo ugotovili pri nobeni od navedenih spremenljivk.

Tabela 3 prikazuje zadovoljstvo z različnimi področji. Večina zaposlenih je bila zadovoljna z vsemi tremi navedenimi področji, tako z družinskim življenjem (56 %) in delovnim področjem (51 %) kot tudi z zdravim življenjskim slogom (51 %).

Ugotovili smo, da je večina anketiranih (79 %) na delovno mesto prihajala z motornim prevoznim sredstvom. Le 15 % jih je na delo prihajalo aktivno (kolo ali peš).

Tabela 4 prikazuje strinjanje anketiranih s trditvami o zdravem življenjskem slogu. Za veliko večino (73 %) je športna dejavnost pomenila veliko vrednoto v življenju. Več kot polovica vprašanih je ocenila, da se zdravo prehranjujejo. Uživanje tobaknih izdelkov, alkohola in mehkih drog je bilo med zaposlenimi zelo redko.

Dodatno nas je zanimala prisotnost stresa med anketiranimi. Največ anketiranih (42 %) je potrdilo, da so stres občutili, vendar so ga uspešno obvladovali s športnimi dejavnostmi oziroma zdravim življenjskim slogom. Temu je sledilo 29 % vprašanih, pri

Tabela 2.

Razlika v pogostosti ukvarjanja s športom med spoloma

Spol	Pogostost ukvarjanja s športom					Skupno	Fisher exact	p
	> 4–7-krat na teden	2–3-krat na teden	1-krat na teden	1-krat na mesec ali manj oz. nikoli				
moški	f	11	17	12	2	42		
	f (%)	26,19 %	40,48 %	28,57 %	4,76 %	100,00 %		
ženski	f	9	5	12	3	29	4,84	0,17
	f (%)	31,03 %	17,24 %	41,38 %	10,34 %	100,00 %		
skupno	f	20	22	24	5	71		
	f (%)	28,17 %	30,99 %	33,80 %	7,04 %	100,00 %		

Opomba. Fisher exact = Fisherjev eksaktni test; p = statistična značilnost.

Tabela 3.

Ocena življenjskega sloga in zadovoljstva z življenjem

Zadovoljstvo z različnimi področji		1	2	3	4	5	skupno
z družinskim življenjem	f	0	1	6	40	25	72
	f (%)	0,00	1,39	8,33	55,56	34,72	100,00
z delovnim področjem	f	1	3	16	37	16	73
	f (%)	1,37	4,11	21,92	50,68	21,92	100,00
z zdravim življenjskim slogom	f	1	3	16	36	15	71
	f (%)	1,41	4,23	22,54	50,70	21,13	100,00

Opomba. 1 = sploh se ne strinjam; 2 = se ne strinjam; 3 = niti se strinjam niti se ne strinjam; 4 = se strinjam; 5 = zelo se strinjam.

Tabela 4.

Ocena lastnega zdravega življenjskega sloga

		sploh se ne strinjam	se ne strinjam	niti se strinjam niti se ne strinjam	se strinjam	zelo se strinjam	skupno
Športna dejavnost mi predstavlja pomembno vrednoto v življenju.	f	2	3	15	26	27	73
	f (%)	2,74	4,11	20,55	35,62	36,99	100,00
Skrbim za zdrav življenjski slog.	f	0	5	21	27	19	72
	f (%)	0,00	6,94	29,17	37,50	26,39	100,00
Zdravo se prehranjujem.	f	0	7	28	23	14	72
	f (%)	0,00	9,72	38,89	31,94	19,44	100,00
Na teden zaužijem največ 1,4 litra vina ali sedem steklenic piva ali 4 dcl žgane pijače.	f	33	8	15	8	8	72
	f (%)	45,83	11,11	20,83	11,11	11,11	100,00
Uživam tobak in tobakne izdelke.	f	53	3	8	6	2	72
	f (%)	73,61	4,17	11,11	8,33	2,78	100,00
Uživam mehke droge.	f	68	1	2	0	1	72
	f (%)	94,44	1,39	2,78	0,00	1,39	100,00

Tabela 5.  
Povezanost zadovoljstva na delovnem mestu s preostalimi spremenljivkami

Spremenljivke	Zadovoljstvo pri delu		
	Spearman rho	$p$ (rho)	$N$
Zadovoljstvo z družinskim življenjem	0,25	0,04	69
Zdrav življenjski slog	0,18	0,14	68
Sedenje na delovnem mestu	0,08	0,51	70
Mesečni stroški za šport	0,08	0,50	70
Pogostost ukvarjanja s športom	0,16	0,19	70

Opomba. Rho = korelacijski koeficient;  $p$ (rho) = statistična značilnost korelacije.

Tabela 6.  
Povezava zadovoljstva na delovnem mestu z načinom prihoda na delo

		$N$	$\mu$	$SD$	$Z$	$p$
Zadovoljstvo z delom	pasivno prevozno sredstvo	55	3,68	0,63	-0,17	0,87
	aktivno prevozno sredstvo	15	3,68	0,49		

Opomba.  $\mu$  = povprečje;  $SD$  = standardni odklon;  $Z$  = testna statistika;  $p$  = statistična značilnost.

Tabela 7.  
Povezava med zadovoljstvom na delovnem mestu in starostjo

		$N$	$\mu$	$SD$	$\chi^2$	$p$
Zadovoljstvo z delom	< 35 let	13	3,63	0,63	0,31	0,86
	35–50 let	35	3,68	0,63		
	> 50 let	21	3,76	0,52		

Opomba.  $\mu$  = povprečje;  $SD$  = standardni odklon;  $\chi^2$  = testna statistika;  $p$  = statistična značilnost.

katerih je bil stres predvsem posledica službe. Le šest (7 %) jih je presodilo, da stresa niso občutili.

V nadaljevanju smo preverili, ali je zadovoljstvo pri delu kakor koli povezano z družinskim življenjem, zdravim življenjskim slogom, sedenjem na delovnem mestu, mesečnimi stroški za šport, pogostostjo ukvarjanja s športom, načinom prihoda na delovno mesto, spolom in starostjo.

V Tabeli 5 je prikazana povezanost zadovoljstva na delovnem mestu z zadovoljstvom z družinskim življenjem, zdravim življenjskim slogom, sedenjem na delovnem mestu, športno aktivnostjo in mesečnimi stroški za šport. Zadovoljstvo z delom je bilo statistično značilno povezano z zadovoljstvom z družinskim življenjem (pozitivna nizka korelacija,  $p = 0,04$ ), vendar pa ne tudi s preostalimi spremenljivkami ( $p > 0,14$ ).

Pri preverjanju povezanosti zadovoljstva s spolom, starostjo in vrsto prevoznega sredstva, ki so ga zaposleni uporabljali za prihod na delovno mesto, smo ugotovili,

da ne moremo trditi, da slednje kakor koli vpliva na zadovoljstvo.

V Tabeli 6 je prikazana primerjava med prevoznima sredstvoma in zadovoljstvom z delom. Med pasivno obliko prevoza (motorno vozilo) in aktivno obliko prevoza (hoja, skiro, kolo) nismo ugotovili statistično značilnih razlik v oceni zadovoljstva pri delu ( $p = 0,87$ ).

V Tabeli 7 je prikazana razlika med starostnimi kategorijami v oceni zadovoljstva z delom. Med starostnimi kategorijami ni bilo statistično značilnih razlik v oceni zadovoljstva z delom ( $p = 0,86$ ).

## Razprava

V izvedeni raziskavi je sodelovalo 71 od 126 zaposlenih na različnih delovnih mestih v JZ Šport Ljubljana. Pridobili smo vpogled v njihov življenjski slog, količino športne aktivnosti in zadovoljstvo na delovnem mestu, s tem pa smo ugotavljali morebitne povezave med življenjskim slogom in zadovoljstvom na delovnem mestu.

Ugotovili smo, da ni statistično značilnih razlik pri pogostosti ukvarjanja s športom glede na spol, kar navajajo tudi nekatere druge študije (Van Uffelen idr., 2017; Deelen idr., 2018), čeprav nekatere druge študije v zadnjem obdobju navajajo statistično značilne razlike z vidika spola (Saffer idr., 2013; de-Pedro-Jiménez idr., 2021; McCarthy in Warne, 2022; Roh in Chang, 2022). Pri našem vzorcu preizkušancev prav tako nismo ugotovili razlike v športni aktivnosti glede na starost, kar je v nasprotju z nekaterimi drugimi raziskavami (Apostolou, 2015; Klostermann idr., 2023).

Zanimivosti v ugotovitvah pri našem vzorcu so tudi pri ugotavljanju povezav z ravno izobrazbo in krajem prebivanja. Precej raziskovalcev navaja, da se višje izobraženi posamezniki več ukvarjajo s športom (Volf idr., 2022; Eather idr., 2023), vendar naši rezultati tega ne potrjujejo. Prav tako splošno velja in tudi študije navajajo (Marcen idr., 2022; Eime idr., 2015), da se ljudje v večjih mestih ukvarjajo s športom ali športno aktivnostjo več kot ljudje na podeželju. Na našem vzorcu tega nismo mogli potrditi.

Ena izmed glavnih ugotovitev študije temelji na podatku, da je 64 % zaposlenih na svojem delovnem mestu zadovoljnih. Pri preverjanju povezanosti zadovoljstva pri delu s spolom, starostjo in vrsto prevoznega sredstva, ki ga uporabljajo zaposleni za prihod na delovno mesto, ugotavljamo, da ni statistično pomembne povezanosti. Da glede na spol ni razlik, ugotavljajo tudi številne druge raziskave (Liu idr., 2021; Aasland idr., 2010; Haller idr., 2016). Po drugi strani pa najdemo tudi raziskave, ki dokazujejo višjo stopnjo zadovoljstva na delovnem mestu pri ženskah kot pri moških (Saperstein idr., 2012; Miao idr., 2017), tako da raziskovalci pri tem vprašanju niso enotnega mnenja.

Naši rezultati so pokazali, da sta zadovoljstvo na delovnem mestu in zadovoljstvo z družinskim življenjem povezana ( $p = 0,042$ ). Znano je, da je ravnotežje med službo in družinskim življenjem zelo pomembno za zadovoljstvo na delovnem mestu (Žnidaršič in Marič, 2021). Najnovejše raziskave (Jahan Priyanka idr., 2022; Schnettler idr., 2024) med drugim navajajo, da večja podpora na delovnem mestu zmanjša konflikt med družino in delom ter povečuje zadovoljstvo z družinskim življenjem. Kljub temu pa se odnos med družinskim in službenim zadovoljstvom razlikuje med različnimi poklici (Jahan Priyanka idr., 2022), zato je pomembno, da smo to povezanost osvetlili tudi pri zaposlenih v JZ Šport Ljubljana.

Zanimiva je tudi ugotovljena statistična nepovezanost zdravega življenjskega sloga in zadovoljstva na delovnem mestu, čeprav študije navajajo statistično značilno povezanost (npr. Ohta idr., 2007). Na primer Stoičev (2023) je ugotovila, da se pri zaposlenih v zasebnem sektorju zadovoljstvo z uvedbo zdravega življenjskega sloga poveča močneje kot pri anketirancih v javnem sektorju. JZ Šport Ljubljana spada v javni sektor.

Prav tako je znano, da sedenje na delovnem mestu negativno vpliva na zadovoljstvo na delovnem mestu (Puig-Ribera idr., 2015; Rosenkranz idr., 2020), zlasti pri ženskah (de-Pedro-Jiménez idr., 2021), vendar naša študija ni ugotovila statistične povezanosti. Morda zato, ker je statistična povezanost ugotovljena pri tistih zaposlenih, ki presedijo več kot 91 % delovnega časa (Rosenkranz idr., 2020). V naši študiji pa zaposleni v JZ Šport Ljubljana presedijo dobro polovico delovnega časa, zato povezanost ni tako značilna.

Ker je pogostost vključevanja v športne aktivnosti po študijah pomemben napovedovalec vzdrževanja in povečanja telesne dejavnosti (Arslan idr., 2019; Fang idr., 2019; Puig-Ribera idr., 2015; Kahn idr., 2002), smo pričakovali tudi, da bodo tisti zaposleni, ki se pogosteje ukvarjajo s športom, na delovnem mestu zadovoljnejši. To je bilo potrjeno na primer za medicinske sestre na Japonskem (Iwaasa in Mizuno, 2018) ali visokošolske predavateljke (Žnidaršič in Marič, 2021). Vendar pa naši rezultati niso potrdili značilne povezave med pogostostjo ukvarjanja s športom in zadovoljstvom na delovnem mestu pri zaposlenih v JZ Šport Ljubljana ( $p = 0,194$ ). Morda je vzrok v tem, da so omenjeni delavci ves čas v športnem okolju, so del treningov in tekmovanj ter velikih športnih prireditev, kar verjetno pozitivno vpliva na njihovo zadovoljstvo v službi. Tej razlagi v korist gre tudi turška študija, ki ugotavlja, da so zaposleni v športnem sektorju, zlasti v javni upravi na področju športa, na delovnem mestu zadovoljnejši (Kilic idr., 2016).

Navesti je treba več omejitev študije. Ena izmed njih je razmeroma majhno število zaposlenih, ki so izpolnili vprašalnik. Čeprav smo sodelovali z vodstvom JZ Šport Ljubljana in zaposlene večkrat pozivali k izpolnitvi spletne ankete, je bil odziv manjši od zelenega. Pri sestavi vprašanj smo sodelovali s kadrovsko službo JZ Šport Ljubljana, tako smo poleg raziskovalnih vprašanj dodali tudi vprašanja, ki so bila v interesu delodajalca. Pri prihodnjem raziskovanju bi

bilo smiselneje uporabiti validirane vprašalnike, kar bi omogočalo lažje primerjave z drugimi študijami na obravnavanem področju. Kljub temu smo prepričani, da smo pridobili pomembne znanstvene in strokovne zaključke na področju upravljanja človeških virov v JZ Šport Ljubljana.

## Zaključek

Glavni cilj študije je bil pridobiti podatke o zadovoljstvu zaposlenih v dejavnosti športne infrastrukture z delom in življenjem na splošno ter ugotoviti povezave s športno aktivnostjo in življenjskim slogom. Raziskovalno vprašanje je bilo povezano s preučevanjem vpliva delovanja zaposlenih v pretežno športnem okolju, v katerem spremljajo treninge, tekmovanja in velike športne prireditve ter imajo za uporabo na voljo vso infrastrukturo, na njihovo zadovoljstvo in delovno uspešnost. Ugotovili smo, da je zadovoljstvom z družinskim življenjem povezano z zadovoljstvom na delovnem mestu.

Osnovna ugotovitev je, da pri preverjanju povezanosti zadovoljstva pri delu s splošnim, starostjo in vrsto prevoznega sredstva, ki ga uporabljajo zaposleni za prihod na delovno mesto, ni statistično značilnih razlik med zaposlenimi. Ugotovljeno je tudi, da je skoraj dve tretjini zaposlenih na svojem delovnem mestu na splošno zadovoljnih. Visoko vrednotijo samostojnost pri delu, možnost uveljavljanja svojih zamisli, delovni čas ter razmere in odnose s sodelavci, zadovoljni pa so tudi z neposredno zaposlenim in delovnimi rezultati. Po drugi strani so manj zadovoljni na treh segmentih (osebni dohodek, možnost izobraževanja in možnost napredovanja).

Omejitve raziskave vidimo v velikosti zajetega vzorca preizkušancev, ki je bil omejen s številom zaposlenih v JZ Šport Ljubljana. Omeniti je treba, da zaključkov ne moremo posplošiti na širšo populacijo, saj je raziskava zajemala le zaposlene v JZ Šport Ljubljana.

Prav tako pri raziskavi niso bili uporabljeni mednarodno validirani vprašalniki, zato so rezultati težje primerljivi.

Kljub navedenim omejitvam ocenjujemo, da je študija dosegla raziskovalne in praktične namene ter predstavlja podlago za nadaljnja raziskovanja tudi na obravnavanem področju in pri organizaciji delovnih procesov ter organizacijske kulture. Delodajalcu omogoča prilagoditev strategij na

področju delovnega okolja in življenjskega sloga zaposlenih.

## Literatura

1. Aasland, O. G., Rosta, J., in Nylenna, M. (2010). Healthcare reforms and job satisfaction among doctors in Norway. *Scandinavian Journal of Public Health*, 38(3), 253–258. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1403494810364559>
2. Ali, B. J., in Anwar, G. (2021). An empirical study of employees' motivation and its influence on job satisfaction. *Ali, B.J., & Anwar, G. (2021). An Empirical Study of Employees' Motivation and its Influence on Job Satisfaction. International Journal of Engineering, Business and Management*, 5(2), 21–30.
3. Apostolou, M. (2015). The evolution of sports: Age-cohort effects in sports participation. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 13(4), 359–370.
4. Arslan, S. S., Alemdaroglu, I., Karaduman, A. A., in Yilmaz, T. Ö. (2019). The effects of physical activity on sleep quality, job satisfaction, and quality of life in office workers. *A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 63(1), 3–7. <https://content.iospress.com/articles/work/wor192902>
5. Beller, J., Graßhoff, J., in Safieddine, B. (2023). Differential trends in prolonged sitting time in Europe: a multilevel analysis of European Eurobarometer data from 2013 to 2022. *Journal of Public Health*, 1–9.
6. Bodin, M., in Hartig, T. (2003). Does the outdoor environment matter for psychological restoration gained through running? *Psychology of Sport and Exercise*, 4(2), 141–153. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(01\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(01)00038-3)
7. Boehm, J. K., in Lyubomirsky, S. (2008). Does happiness promote career success? *Journal of Career Assessment*, 16(1), 101–116. <https://doi.org/10.1177/1069072707308140>
8. Bridger, E. (2015). *Employee Engagement*. Kogan Page Limited.
9. Chu, A. H. Y., Ng, S. H. X., Tan, C. S., Win, A. M., Koh, D., in Müller-Riemenschneider, F. (2016). A systematic review and meta-analysis of workplace intervention strategies to reduce sedentary time in white-collar workers. *Obesity Reviews*, 17(5), 467–481. <https://doi.org/10.1111/obr.12388>
10. Clark, A. E. (2014). Is happiness the best measure of wellbeing? V Adler, M. D., & Fleurbaey, M. (ur.), *Oxford handbook of well-being and public policy*. Oxford University Press.
11. Clark, B., Chatterjee, K., Martin, A., in Davis, A. (2020). How commuting affects subjective well-being. *Transportation*, 47(6), 2777–2805. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-09983-9>



12. de-Pedro-Jiménez, D., Meneses-Monroy, A., de Diego-Cordero, R., Hernández-Martín, M. M., Moreno-Pimentel, A. G., in Romero-Saldaña, M. (2021). Occupational and leisure-time physical activity related to job stress and job satisfaction: correspondence analysis on a population-based study. *International journal of environmental research and public health*, 18(21), 11220.
13. Deelen, I., Ettema, D., in Kamphuis, C. B. (2018). Sports participation in sport clubs, gyms or public spaces: How users of different sports settings differ in their motivations, goals, and sports frequency. *PloS one*, 13(10), e0205198.
14. Edwardson, C. L., Gorely, T., Davies, M. J., Gray, L. J., Khunti, K., Wilmot, E. G., Yates, T., in Biddle, S. J. H. (2012). Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: A meta-analysis. *PLoS One*, 7(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034916>
15. Eather, N., Wade, L., Pankowiak, A., in Eime, R. (2023). *The impact of sports participation on mental health and social outcomes in adults: a systematic review and the 'Mental Health through Sport' conceptual model. Systematic reviews*, 12(1), 102.
16. Eime, R. M., Charity, M. J., Harvey, J. T., in Payne, W. R. (2015). Participation in sport and physical activity: associations with socio-economic status and geographical remoteness. *BMC public health*, 15, 1–12.
17. Faller, G. (2021). Future Challenges for Work-Related Health Promotion in Europe: A Data-Based Theoretical Reflection. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph182010996>
18. Fang, Y. Y., Huang, C. Y., in Hsu, M. C. (2019). Effectiveness of a physical activity program on weight, physical fitness, occupational stress, job satisfaction and quality of life of overweight employees in high-tech industries: a randomized controlled study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(4), 621–629.
19. Gilmer, B. von H. (1969). *Industrial psychology*. Cankarjeva založba.
20. Haller, G., Delhumeau, C., Mamie, C., Zoccatelli, D., in Clergue, F. (2016). Gender difference in career advancement and job satisfaction in anaesthesia: a cross-sectional study. *European Journal of Anaesthesiology*, 33(8), 588–90. [https://journals.lww.com/ejanaesthesiology/Fulltext/2016/08000/Gender\\_difference\\_in\\_career\\_advancement\\_and\\_job.7.aspx](https://journals.lww.com/ejanaesthesiology/Fulltext/2016/08000/Gender_difference_in_career_advancement_and_job.7.aspx)
21. Indrayani, I., Nurhatsiyah, N., Damsar, D., in Wibisono, C. (2024). How does millennial employee job satisfaction affect performance?. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 14(1), 22–40.
22. Iwaasa, T., in Mizuno, M. (2018). Relationship between exercise activity and job satisfaction of nurses. *Juntendo Medical Journal*, 64(Suppl. 1), 172–176.
23. Jahan Priyanka, T., Akter Mily, M., Asadjjaman, M., Arani, M., in Billal, M. M. (2022). Impacts of work-family role conflict on job and life satisfaction: a comparative study among doctors, engineers and university teachers. *PSU Research Review*.
24. JZ Šport Ljubljana. (2022). Poslovno poročilo za leto 2021. [https://www.sport-ljubljana.si/Letna\\_porocila/](https://www.sport-ljubljana.si/Letna_porocila/)
25. Kahn, E. B., Ramsey, L. T., Brownson, R. C., Heath, G. W., Howze, E. H., Powell, K. E., ... in Corso, P. (2002). The effectiveness of interventions to increase physical activity: a systematic review. *American journal of preventive medicine*, 22(4), 73–107.
26. Kilic, Y., Tutkun, E., in Eliaz, M. (2016). Determination of Job Satisfaction level of sport sector employees. *International Journal of Academic Research*, 8(5), 41–44.
27. Klostermann, C., Lenze, L., Lamprecht, M., in Nagel, S. (2023). Social differences in the sports behaviour of the Swiss population across time. *Current Issues in Sport Science (CISS)*, 8(2), 47–47.
28. Krause, A. (2013). Don't worry, be happy? Happiness and reemployment. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 96, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2013.09.002>
29. Kuykendall, L., Tay, L., in Ng, V. (2015). Leisure engagement and subjective well-being: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 141(2), 364–403. <https://doi.org/10.1037/a0038508>
30. Liu, D., Wu, Y., Jiang, F., Wang, M., Liu, Y., in Tang, L. Y. (2021). Gender Differences in Job Satisfaction and Work-Life Balance Among Chinese Physicians in Tertiary Public Hospitals. *Frontiers in Public Health*, 9. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2021.635260/full>
31. López-Valenciano, A., Mayo, X., Liguori, G., Copeland, R. J., Lamb, M., in Jimenez, A. (2020). Changes in sedentary behaviour in European Union adults between 2002 and 2017. *BMC Public Health*, 20(20) (1206). <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09293-1>
32. Loyer, A., Verloigne, M., Van Hecke, L., Hendriksen, I., Lakerveld, J., Steene-Johannessen, J., Koster, A., Donnelly, A., Ekkelund, U., Deforche, B., Bourdeaudhuij, I., Brug, J., in Ploeg, P. H. (2016). Variation in population levels of sedentary time in European adults according to cross-European studies: a systematic literature review within DEDIPAC. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(71). <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-016-0397-3#citeas>
33. Lyubomirsk, S. (2001). Why are some people happier than others? The role of cognitive motivational processes in well-being. *American Psychology*, 56(3), 239–249. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0003-066X.56.3.239>
34. MacKerron, G., in Mourato, S. (2013). Happiness is greater in natural environments. *Global Environmental Change*, 23(5), 992–1000. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.03.010>
35. Marcen, C., Piedrafita, E., Oliván, R., in Arbones, I. (2022). Physical activity participation in rural areas: a case study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1161.
36. McCarthy, C., in Warne, J. P. (2022). Gender differences in physical activity status and knowledge of Irish University staff and students. *Sport Science for Health*, 18, 1283–1291. <https://doi.org/10.1007/s11332-022-00898-0>
37. Miao, Y., Li, L., in Bian, Y. (2017). Gender differences in job quality and job satisfaction among doctors in rural western China. *BMC Health Services Research* 17(1). <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-017-2786-y>
38. Ocvirk, T. (2017).  *Pozitivni učinki telovadbe na sedečem delovnem mestu [diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport]*. <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiVa.php?id=94264>
39. Ohta, M., Takigami, C., in Ikeda, M. (2007). Effect of lifestyle modification program implemented in the community on workers' job satisfaction. *Industrial health*, 45(1), 49–55.
40. Puig-Ribera, A., Martínez-Lemos, I., Giné-Garriga, M., González-Suárez, Á. M., Bort-Roig, J., Fortuño, J., Muñoz-Ortiz, L., McKenna, J., in Gilson, N. D. (2015). Self-reported sitting time and physical activity: Interactive associations with mental well-being and productivity in office employees. *BMC Public Health*, 2015(72). <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1447-5>
41. Roberts, J., Hodgson, R., in Dolan, P. (2011) "It's driving her mad": Gender differences in the effects of commuting on psychological health. *Journal Health Economics*, 30(5), 1064–1076. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167629611000853?via%3Dihub>
42. Roh, S. Y., in Chang, I. Y. (2022). Gender, social stratification, and differences in sports participation among Korean adults: data from the 2019 Korea National Sports Participation Survey. *Journal of Men's Health*, 18(8), 168.
43. Rosenkranz, S. K., Mailey, E. L., Umansky, E., Rosenkranz, R. R., in Ablah, E. (2020). Workplace Sedentary Behavior and Productivity: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/18/6535>

44. Saffer, H., Dave, D., Grossman, M., in Ann Leung, L. (2013). Racial, ethnic, and gender differences in physical activity. *Journal of human capital*, 7(4), 378–410. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/671200>
45. Saperstein, A. K., Viera, A. J., in Firnhaber, G. C. (2012). Mentorship and job satisfaction among navy family physicians. *Military Medicine*, 177(8), 883–888. [https://academic.oup.com/milmed/article/177/8/883/4283507?log\\_in=false](https://academic.oup.com/milmed/article/177/8/883/4283507?log_in=false)
46. Schnettler, B., Concha-Salgado, A., Orellana, L., Saracostti, M., Beroiza, K., Poblete, H., ... in Reutter, K. (2024). Influence of Workplace Support for Families and Family Support on Family-to-Work-Conflict and Family Satisfaction in Dual-Earner Parents with Adolescents during the Pandemic. *Applied Research in Quality of Life*, 1–32.
47. Spreitzer, G., in Porath, C. (2012). Creating sustainable performance. *Harvard business review*, 90(1-2), 92–99. <https://hbr.org/2012/01/creating-sustainable-performance>
48. Stoicov, I. A. (2023). Lifestyle Profile and Professional Satisfaction of Social Services Workers. *Social Work Review/Revista de Asistenta Sociala*, (4).
49. Sypniewska, B., Baran, M., in Klos, M. (2023). Work engagement and employee satisfaction in the practice of sustainable human resource management—based on the study of Polish employees. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 19(3), 1069–1100.
50. Vagetti, G. C., Barbosa Filho, V. C., Moreira, N. B., Oliveira, V., Mazzardo, O., in Campos, W. (2014). Association between physical activity and quality of life in the elderly: A systematic review, 2000–2012. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 36(1), 76–88. <https://www.scielo.br/j/rbp/a/X7JjPbtkmny7zTZDxjb47Q/?lang=en>
51. Van Uffelen, J. G., Khan, A., in Burton, N. W. (2017). Gender differences in physical activity motivators and context preferences: a population-based study in people in their sixties. *BMC public health*, 17, 1–11.
52. Volf, K., Kelly, L., García Bengoechea, E., Casey, B., Gelius, P., Messing, S., ... in Woods, C. (2022). Evidence of the impact of sport policies on physical activity and sport participation: a systematic mixed studies review. *International journal of sport policy and politics*, 14(4), 697–712.
53. Wiens, D., Theule, J., Keates, J., Ward, M., in Yaholkoski, A. (2023). Work–family balance and job satisfaction: An analysis of Canadian psychologist mothers. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 64(2), 154.
54. Yasin, Y. M., Kerr, M. S., Wong, C. A., in Bélanger, C. H. (2020). Factors affecting job satisfaction among acute care nurses working in rural and urban settings. *Journal of Advanced Nursing*, 76(9), 2359–2368.
55. Zhang, X., Li, Q., in Wang, Y. (2023). Impact of Commuting Time on Employees' Job Satisfaction—An Empirical Study Based on China's Family Panel Studies (CFPS). *Sustainability*, 15(19), 14102.
56. Zheng, X., Zhu, W., Zhao, H., in Zhang, C. (2015). Employee well-being in organizations: Theoretical model, scale development, and cross-cultural validation. *Journal of Organizational Behavior*, 36(5), 621–644. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/job.1990>
57. Zupan, N., Svetlik, I., Stanojevič, M., Možina, S., Kohont, A., in Kaše, R. (2009). *Menedžment človeških virov*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede.
58. Žižek, S. Š. (2012). *Vpliv psihičnega dobrega počutja na temelju zadostne in potrebne osebne celovitosti zaposlenega na uspešnost organizacije*. [Doktorska dizertacija, Ekonomsko-poslovna fakulteta Maribor]. <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=36585&lang=slv>
59. Žnidaršič, J., in Marič, M. (2021). Relationships between work-family balance, job satisfaction, life satisfaction and work engagement among higher education lecturers. *Organizacija*, 54(3), 227–237.

doc. dr. Marta Bon,  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport,  
marta.bon@fsp.uni-lj.si