

Vrednotenje senzorično-motoričnih funkcij vratu v slovenskem vrhunskem športu za potrebe preprečevanja z vratom povezanih težav ter izboljšanja športne zmogljivosti

UVOD

Neustrezna gibalna funkcija vratne hrbtenice v športu predstavlja pomemben dejavnik tveganja za nastanek bolečin v vratu ter ramenskem sklepu (Price et al., 2020; Wang et al., 2021). Najnovejše raziskave potrjujejo pomen senzorično-motoričnih funkcij vratu za preprečevanje in zmanjševanje negativnih učinkov udarcev v glavo (Farley, Barry, Bester, et al., 2022; Farley, Barry, Sylvester, et al., 2022). Dodatno raziskave potrjujejo, da je senzorično-motorična funkcija vratu povezana s sposobnostjo ohranjanja ravnotežja (Majcen Rosker & Vodigar, 2020) in vidne zaznave (Majcen Rosker et al., 2021), kar pomembno vpliva na športno zmogljivost.

Ekipni športi zahtevajo specifične prilagoditve v funkciji vratne hrbtenice. Agilnostna gibanja v nogometu, košarki, rokometu, hokeju in ostalih športih zahtevajo za učinkovito vidno zaznavanje okolja ob gibanju oči dobro nadzorovane zasuke glave. V primerih, kadar dogajanje med igro presega 50° amplitude vidnega polja, vidno-gibalni nadzor pomembno dopolnjuje tudi aktivnost mišic vratu (Bexander et al., 2005). Slednje so pomembne za izvedbe učinkovitega gibanja glave in sposobnosti vračanje v izhodiščni položaj (Armstrong et al., 2008). Dodatno se v agilnostnih športih zahteva aktivno sledenje nasprotnikov, kar predstavlja dinamično, zahtevno in pogosto nepredvidljivo upravljanje gibanje glave in vratu. Posledično je ustrezen občutek za gibanje ključen za nadzor različnih zgoraj naštetih z vratom povezanih vidno-zaznavnih funkcij, ravnotežjem in ohranjanjem drže (Pettorossi & Schieppati, 2014).

V zgoraj naštetih ekipnih športih pogosto prihaja tudi do udarcev v glavo, ki lahko privedejo do pretresa možganov oziroma blažje travmatske poškodbe možganov. Raziskave nakazujejo, da je lahko po takšni poškodbi spremenjena senzorično-motorična funkcija vratu (Galea et al., 2022). Ta pogosto vodi v dolgotrajno prisotnost simptomov kot so vrtoglavice, slabše vidno zaznavanje, glavoboli, kognitivni upad, povečana občutljivost na svetlobo in posledično nezmožnost nadaljevanja s športnim kariero. Najnovejša znanstvena spoznanja izpostavljajo pomen ustrezne senzorično-motorične funkcije vratne hrbtenice, za preprečevanje negativnih učinkov udarcev v glavo in hitrejšo okrevanje (Farley, Barry, Bester, et al., 2022).

V nekaterih individualnih športih, kot je atletski šprint najnovejša literatura poroča o pomenu senzorično-motoričnih funkcij vratne hrbtenice za izboljšanje stabilnosti medenice in trupa med tekom in poskoki (Boynton & Carrier, 2022). Kadar je drža glave in vratu neustrezna, lahko to vodi v slabšo funkcijo globokih upogibalk vratne hrbtenice (zavzamejo raztegnjen položaj), kratkih iztegovalk in retraktorjev glave (zavzamejo skrajšan položaju). Te prilagoditve lahko pomembno spremenijo njihov senzoričen doprinos k zavedanju položaja, gibanja ter ostalih povezanih senzorično-motoričnih funkcij (Lin et al., 2022).

V borilnih športih kot je Taekwondo, specifična preža zahteva zasuk vratu in trupa. Dolgoročno lahko pri borbah takšen položaj vodi v prilagoditve sistemov za ohranjanje ravnotežja in razvoj funkcionalnih asimetrij (Majcen Rosker & Vodigar, 2020). Dodatno, v Taekwondoju pogosto prihaja do udarcev v glavo, kar lahko privede do pretresa možganov in nihajne poškodbe vratu (Ha et al., 2022; Kochhar et al., 2005).

METODE DELA

Odobreni projekt se je financiral v zmanjšanem obsegu predvidenega projekta in se je izvedel v letu 2024. V prvi fazi so bile izvedene prečno-presečne meritve senzorično-motoričnih funkcij vratne hrbtenice slovenskih športnikov iz ekipnih (košarka, hokej) in individualnih (atletika, taekwondo) športov. Na podlagi meritev smo v drugi fazi pridobili referenčne vrednosti senzorično-motorične funkcije vratu posameznih športnih disciplin ter jih umestili med

referenčne vrednosti za ljudi z bolečino v vratu. Tretje faze, v kateri bi na podlagi ugotovitev pripravili vadbene programe za posamezne športne discipline nismo izvedli, saj je presegala obseg odobrenega projekta.

Deficite v senzorično-motoričnih funkcijah vratne hrbtenice smo vrednotili s pomočjo Metuljnega testa. S slednjim smo vrednotili sposobnost natančnega sledenja gibanja glave in vratu po v naprej določeni, vendar preiskovancu neznani, trajektoriji. Test se je izvedel v treh različnih težavnostnih stopnjah (lahko, srednja in zahtevna), ki so se razlikovale v razponu hitrosti gibanja glave in vratu (1 stopnja 2-5°/s; 2 stopnja 4-7°/s in 3 stopnja 5-10°/s), številu sprememb smeri gibanja in obsegu giba v katerem so morali izvesti gibalno nalogo sledenja. Za potrebe vrednotenja težavnosti gibanja se uporabljajo napredne metode analize kinematičnih signalov, ki jih lahko delimo na opise amplitudne (AN) in smerna natančnost (SN) (Oddsdottir in sod., 2013).

Za preverjanje razlik med skupinami posameznih športnikov smo uporabili Kruskal-Wallisov test za neodvisne vzorce, ter test predznaka z Bonferonijevo korekcijo za parne primerjave, kjer smo za kriterij statistične značilnosti uporabili $p < 0,05$.

REZULTATI

V analizo podatkov je bilo vključenih:

- 16 hokejistov (starost $24 \pm 4,6$ let, telesna višina $178 \pm 7,2$ cm in telesna teža $81 \pm 5,3$ kg)
- 13 taekwondoistov (starost $22 \pm 5,2$ let, telesna višina $171 \pm 9,7$ cm in telesna teža $70 \pm 6,2$ kg)
- 23 atletov - šprinterjev (starost $21 \pm 2,3$ let, telesna višina $175 \pm 6,8$ cm in telesna teža $79 \pm 3,9$ kg)
- 24 košarkašev (starost $19 \pm 3,1$ let, telesna višina $185 \pm 6,1$ cm in telesna teža $83 \pm 4,6$ kg)

Vsi vključeni športniki so bili moškega spola in so tekmovali v članski ali mladinski kategoriji ter se udeleževali tekmovanj na mednarodnem nivoju. Športniki, ki smo jih vključili v študijo so morali biti vsaj 8 let vključeni v sistematičen trenažni režim.

Mediane in interkvartilni razponi za posamezno spremenljivk Metuljnega testa na vsaki izmet treh težavnostnih stopenj so prikazani na slikah 1 do 4.

Povzetek rezultatov Metuljnega testa so naslednje (Tabela 1 in Tabela 2):

- Spremenljivke amplitudne napake so najnižje pri skupini treniranih atletov, najvišje pa pri košarkarjih. Do statistično pomembnih razlik je prišlo med supino atletov in hokejistov ter med skupno atletov in košarkarjev na vseh težavnostnih stopnjah.
- Spremenljivka zastajanja za tarčo je bila najnižja pri atletih in taekwondoistih, do statistično pomembnih razlik pa je prišlo zgolj med skupinama atletov in hokejistov na lahki zahtevnostni stopnji Metuljnega testa.
- Najvišji čas na tarči je imela skupina atletov, najnižji pa skupina košarkašev. Do statistično značilnih razlik je prišlo med skupinama atletov in košarkarjev ter košarkarjev in taekwondoistov na lahki in srednji težavnostni stopnji.
- Čas prehitevanja se je statistično značilno razlikoval med skupinama košarkarjev in taekwondoistov

Tabela 1: rezultati Kruskal-Wallis testa

	F	p
AN_I	27,515	0,000
AN_s	31,186	0,000
AN_z	30,741	0,000
Z_I	11,084	0,011

Izvedbo programa je omogočilo sofinanciranje [Fundacije za šport](#).



Fundacija za financiranje športnih
organizacij v Republiki Sloveniji

Z_s 5,737 0,125

Z_z 6,122 0,106

ČT_l 13,368 0,004

ČT_s 9,067 0,028

ČT_z 6,313 0,097

P_L 4,864 0,182

P_s 5,309 0,151

P_z 10,452 0,015

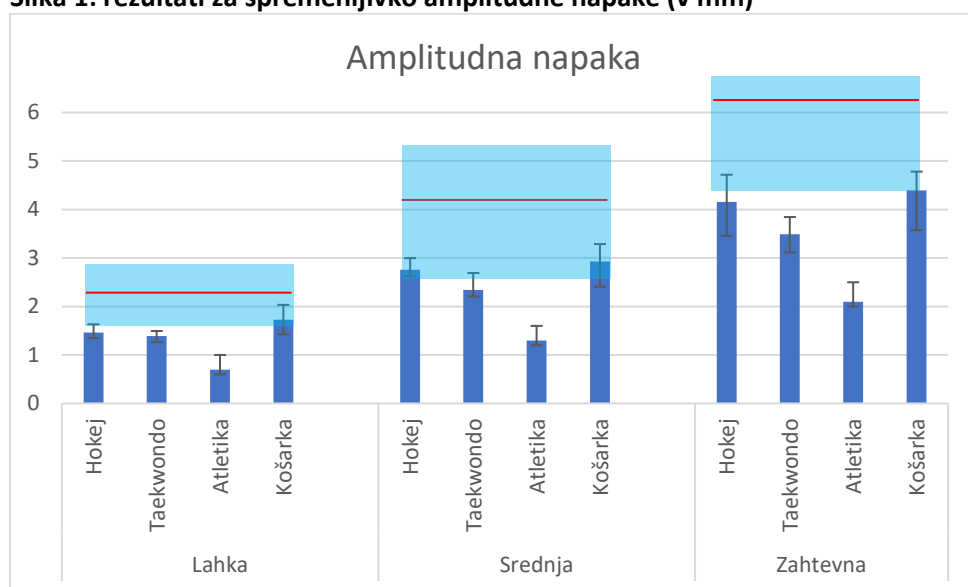
F – f statistika; p – p statistika, AN – amplitudna napaka; Z – zastajanje za tarčo; Čl- čas na tarči; P – prehitevanje tarče.

Tabela 2: rezultati parnih premirejav med posameznimi skupinami športnikov

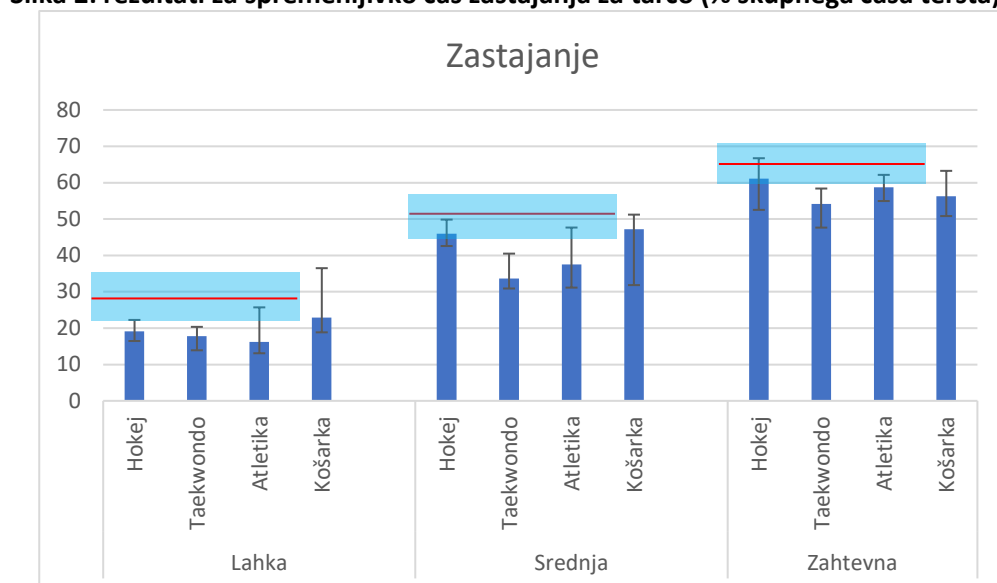
	Amplitudna napaka			Zastajanje			Čas na tarči			Prehitevanje		
	Par	F	p	Par	F	p	Par	F	p	Par	F	p
Lahka	*4-2	16.838	0,167	*2-4	-1.761	1.000	*3-1	16.667	0,116	*1-2	-0,918	1.000
	*4-1	23.417	0,007	*2-3	7.250	1.000	*3-4	-19.139	0,018	*1-4	-7.166	1.000
	*4-3	33.094	0	*2-1	-20.396	0,044	*3-2	23.330	0,013	*1-3	-13.812	0,316
	*2-1	6.579	1.000	*4-3	5.489	1.000	*1-4	-2.473	1.000	*2-4	-6.247	1.000
	*2-3	-16.256	0,195	*4-1	18.635	0,023	*1-2	-6.663	1.000	*2-3	-12.894	0,54
	*1-2	-9.677	1.000	*3-1	-13.146	0,391	*4-2	4.191	1.000	*4-3	6.647	1.000
Srednja	*4-2	18.099	0,109	*2-4	-7.107	1.000	*3-1	2.083	1.000	*2-4	-3.684	1.000
	*4-1	31.147	0	*2-3	-14.471	0,342	*3-4	-11.567	0,436	*2-1	4.767	1.000
	*4-3	32.834	0	*2-1	17.221	0,22	*3-2	20.574	0,041	*2-3	-15.215	0,273
	*2-1	13.048	0,68	*4-3	7.364	1.000	*1-4	-9.484	1.000	*4-1	1.083	1.000
	*2-3	-14.736	0,315	*4-1	10.114	0,957	*1-2	-18.490	0,15	*4-3	11.531	0,441
	*1-2	-1.687	1.000	*3-1	2.750	1.000	*4-2	9.007	1.000	*1-3	-10.448	0,856
Zahtevna	*4-2	18.045	0,111	*2-3	-9.200	1.000	*3-1	0,021	1.000	*2-1	4.498	1.000
	*4-1	30.610	0	*2-4	-14.629	0,337	*3-4	-1.225	1.000	*2-4	-7.915	1.000
	*4-3	32.808	0	*2-1	19.065	0,125	*3-2	17.295	0,138	*2-3	-21.571	0,027
	*2-1	12.565	0,765	*3-4	-5.428	1.000	*1-4	-1.204	1.000	*1-4	-3.417	1.000
	*2-3	-14.763	0,313	*3-1	9.865	0,998	*1-2	-17.274	0,217	*1-3	-17.073	0,1
	*1-2	-2.198	1.000	*4-1	4.436	1.000	*4-2	16.070	0,216	*4-3	13.656	0,204

Par 1 – hokejisti; par 2 – taekwondoisti; par 3 - atleti; par 4 – košarkaši; F – f statistika, p – statistična značilnost

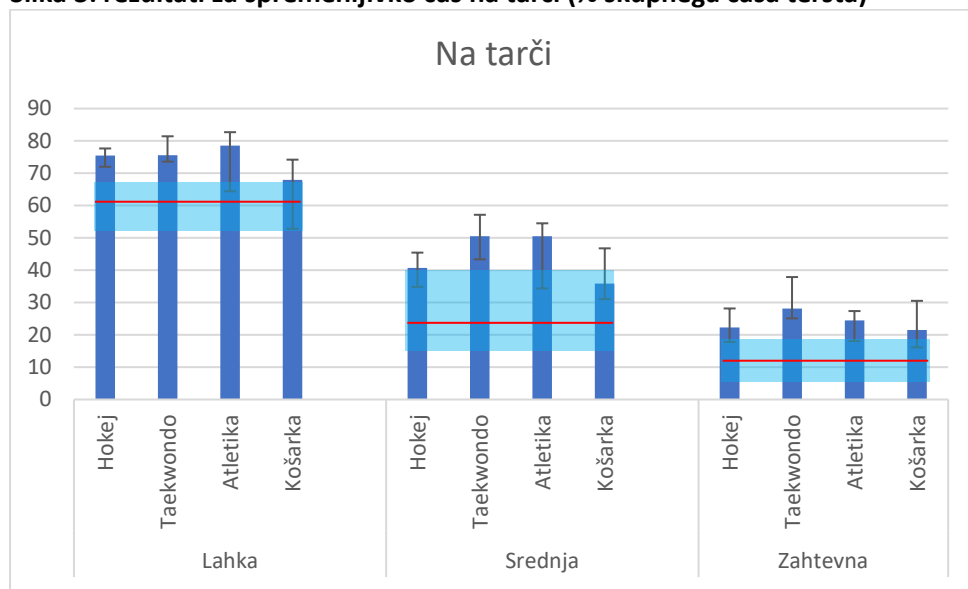
Slika 1: rezultati za spremenljivko amplitudne napake (v mm)



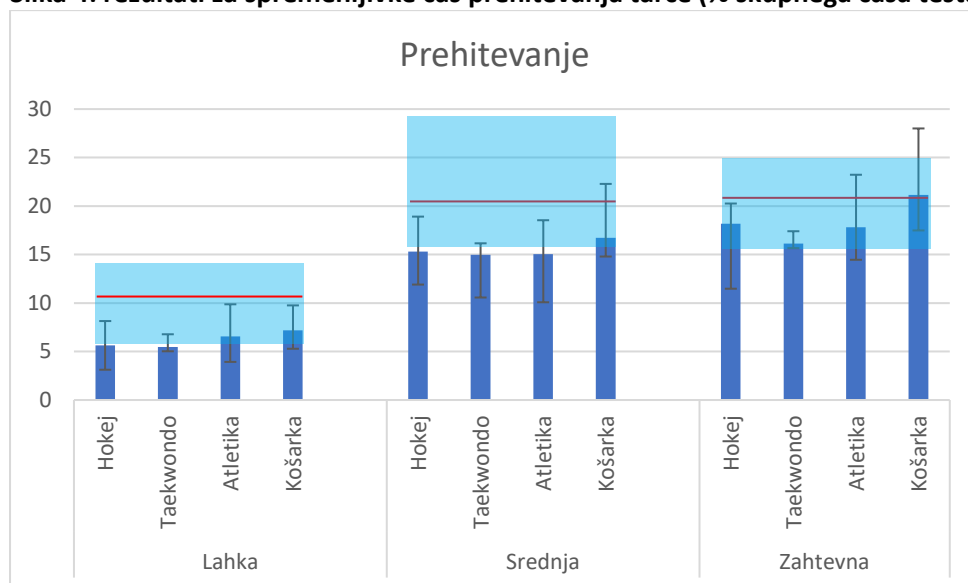
Slika 2: rezultati za spremenljivko čas zastajanja za tarčo (% skupnega časa tersta)



Slika 3: rezultati za spremenljivko čas na tarči (% skupnega časa tersta)



Slika 4: rezultati za spremenljivke čas prehitevanja tarče (% skupnega časa testa)



Primerjava vseh štirih skupin športnikov s medianami (rdeče črte) in interkvartilnim razponom (modro označena območja) nakazujejo, da je vratna kinestezija večine izmerjenih športnikov boljša kot pri ljudeh s prisotno bolečino v vratu. Največji delež športnikov, ki prehaja v disfunkcionalne vzorce nadzora gibanja vratu je zaznati pri košarkarjih.

ZAKLJUČKI

Meritve so pokazale, da ima večina športnikov zadovoljivo funkcijo vratu, ki je ni potrebno naslavlјati. Kljub temu smo prepoznali delež športnikov, ki je izkazoval slabo funkcijo vratu in bi jo bilo potrebno v prihodnje nasloviti z ustreznimi vadbenimi programi.

Najboljšo funkcijo vratu smo izmerili pri skuini atletov in taekwondoistov. Pri skupini taekwondoistov je to deloma presenetljivo, saj šport v svoji naravi predstavlja nenehno tveganje za prejemanje udarcev v glavo in posledično zaradi kumulativnih travm upad funkcije vratu. Kot kaže temu ni tako, kar je verjetno posledica specifičnega trenažnega pristopa, ki zahteva krepitev vratnega predela preko različnih vadbenih vsebin ter uporabe zaščitnih sredstev. Zelo dobro funkcijo vratu smo zaznali tudi pri skupini atletov. Tudi pri tej skupini lahko sklepamo, da vadbene vsebine, ki jih izvajajo lahko vodijo do adaptacij vratnih funkcij z namenom ohranjanja stabilnosti glave in trupa med visoko-intenzivnimi teki in poskoki.

Najslabšo funkcijo vratu smo zaznali v skupini košarkarjev. Pri slednji težko prepoznamo razloge za slabšo pripravljenost, saj šport v svoji naravi zahteva visoko-intenzivna agilnostna gibanja s poudarkom na ustreznem vidnem zaznavanju, ki je ravno tako pogojeno z ustreznim gibanjem vratu. V tem kontekstu vidimo priložnost predvsem v pripravi specifičnih vadbenih vsebin za skupino košarkarjev, ki so v največji meri izkazovali upad funkcij vratu. V prihodnje bi bilo smiselno preveriti tudi ali ima slabša funkcija vratu povezavo tudi s poslabšanim vidnim zaznavanjem, ki je v tej športni disciplini izrednega pomena.

LITERATURA

- Armstrong, B., McNair, P., & Taylor, D. (2008). Head and neck position sense. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(2), 101–117. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838020-00002>
- Bexander, C. S. M., Mellor, R., & Hodges, P. W. (2005). Effect of gaze direction on neck muscle activity during cervical rotation. *Experimental Brain Research*, 167(3), 422–432. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0048-4>
- Boynton, A., & Carrier, D. (2022). The Human Neck is Part of the Musculoskeletal Core: Cervical Muscles Help Stabilize the Pelvis During Running and Jumping. *Integrative Organismal Biology (Oxford, England)*, 4(1). <https://doi.org/10.1093/iob/obac021>
- Farley, T., Barry, E., Bester, K., Barbero, A., Thoroughgood, J., De Medici, A., Sylvester, R., & Wilson, M. G. (2022). Poor cervical proprioception as a risk factor for concussion in professional male rugby union players. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 55, 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2022.03.010>
- Farley, T., Barry, E., Sylvester, R., Medici, A. D., & Wilson, M. G. (2022). Poor isometric neck extension strength as a risk factor for concussion in male professional Rugby Union players. *British Journal of Sports Medicine*, 56(11), 616–621. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104414>
- Galea, O., O'Leary, S., & Treleaven, J. (2022). Cervical musculoskeletal and sensorimotor impairments 4 weeks to 6 months following mild traumatic brain injury: An observational cohort study. *Musculoskeletal Science & Practice*, 57, 102490. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102490>
- Ha, S., Kim, M. J., Jeong, H. S., Lee, I., & Lee, S. Y. (2022). Mechanisms of Sports Concussion in Taekwondo: A Systematic Video Analysis of Seven Cases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10312. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610312>
- Kochhar, T., Back, D. L., Mann, B., & Skinner, J. (2005). Risk of cervical injuries in mixed martial arts. *British Journal of Sports Medicine*, 39(7), 444–447. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.011270>
- Lin, G., Zhao, X., Wang, W., & Wilkinson, T. (2022). The relationship between forward head posture, postural control and gait: A systematic review. *Gait & Posture*, 98, 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.10.008>
- Majcen Rosker, Z., Kristjansson, E., Vodigar, M., & Rosker, J. (2021). Postural balance and oculomotor control are influenced by neck kinaesthetic functions in elite ice hockey players. *Gait & Posture*, 85, 145–150. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.01.024>

Majcen Rosker, Z., & Vodicar, M. (2020). Sport-Specific Habitual Adaptations in Neck Kinesthetic Functions Are Related to Balance Controlling Mechanisms. *Applied Sciences*, 10(24), Article 24. <https://doi.org/10.3390/app10248965>

Oddsottir, G. L., Kristjansson, E., & Gislason, M. K. (2013). Database of movement control in the cervical spine. Reference normal of 182 asymptomatic persons. *Manual Therapy*, 18(3), 206–210. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.09.006>

Pettorossi, V. E., & Schieppati, M. (2014). Neck proprioception shapes body orientation and perception of motion. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 895. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00895>

Price, J., Rushton, A., Tyros, I., Tyros, V., & Heneghan, N. R. (2020). Effectiveness and optimal dosage of exercise training for chronic non-specific neck pain: A systematic review with a narrative synthesis. *PloS One*, 15(6), e0234511. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234511>

Wang, J.-Y., Lin, Y.-R., Liaw, C.-K., Chen, C.-H., Lin, H.-W., & Huang, S.-W. (2021). Cervical Spine Pathology Increases the Risk of Rotator Cuff Tear: A Population-Based Cohort Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(12), 23259671211058730. <https://doi.org/10.1177/23259671211058726>

Pripravila:

Maja Pajek in Jernej Rošker

Ljubljana, 17. 12. 2024