

**UNIVERZA V LJUBLJANI
ZDRAVSTVENA FAKULTETA
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

Nika Pegam

**VPLIV BOLEČINE V VRATU NA OBČUTEK ZA
POLOŽAJ SKLEPOV VRATNE HRBTENICE PRI
PACIENTIH Z NESPECIFIČNIMI BOLEČINAMI V VRATU
- PREGLED LITERATURE**

diplomsko delo

**EFFECT OF NECK PAIN ON CERVICAL JOINT
POSITION SENSE IN PEOPLE WITH NON-SPECIFIC
NECK PAIN - LITERATURE REVIEW**

diploma work

Mentorica: viš. pred. mag. Sonja Hlebš

Recenzentka: doc. dr. Urška Puh

Ljubljana, 2019

ZAHVALA

Rada bi se zahvalila mentorici viš. pred. mag. Sonji Hlebš za usmerjanje in pomoč pri pisanju diplomskega dela.

Iskrena zahvala gre tudi moji družini in prijateljem za vso podporo in spodbujanje v vseh letih študija.

IZVLEČEK

Uvod: Propriocepcija vratu je občutek za položaj glave ali vratu v prostoru. Za doseganje tega je potrebno sodelovanje aferentnih in eferentnih receptorjev, ki so odgovorni za nadzor drže in gibanja. V vratni hrbtenici omogočajo zaznavanje položaja mišična vretena, v manjši meri pa še GTO, receptorji v koži ter sklepni receptorji. Pri različnih okvarah gibalnega sistema se količina informacij, ki prihajajo iz okvarjenih področij zmanjša. Pri ljudeh s kroničnimi bolečinami vratu se zmanjšana količina prenosa aferentnih informacij izrazi kot vrtoglavica, nestabilnost, motnje ravnotežja, vida, propriocepcije vratu in nadzora gibanja glave ter oči. Moteno delovanje somatosenzoričnih receptorjev je vzrok za zmanjšan občutek za položaj sklepa in kinestezije.

Namen: Namen diplomskega dela je s pregledom literature predstaviti izsledke raziskav o vplivu bolečine v vratu na občutek za položaj sklepov vratne hrbtenice pri pacientih z nespecifičnimi bolečinami v vratu. **Metode dela:** Raziskovalne članke v angleščini smo iskali v podatkovnih zbirkah MEDLINE, PUBmed, Elsevier, Cochrane Library in ScienceDirect. Uporabili smo iskalne kombinacije ključnih besed »neck pain«, »cervical joint position sense«, »neck proprioception« in »physiotherapy«. **Rezultati:** V pregled literature je bilo vključenih devet raziskav. Za ocenjevanje občutka za položaj sklepa so bili uporabljeni različni postopki, skupen vsem pregledanim raziskavam pa je bil postopek merjenja natančnosti vračanja glave v izhodiščni položaj. Rezultati petih raziskav so pokazali, da so imeli preiskovanci z bolečinami v vratu pri ocenjevanju slabše rezultate kot preiskovanci v primerjalni skupini brez bolečin. Razlik med preiskovanci z bolečinami v vratu ter zdravimi preiskovanci avtorji niso zaznali v štirih od devetih raziskav. **Razprava in sklep:** Rezultati pregledanih raziskav so heterogeni in nakazujejo potrebo po nadaljnjem raziskovanju na tem področju. Na rezultate ocenjevanja občutka za položaj sklepa lahko vplivajo različni dejavniki.

Ključne besede: bolečina v vratu, občutek za položaj sklepa, propriocepcija vratu, fizioterapija

ABSTRACT

Introduction: Cervical proprioception is the sense of position of the head or neck in space, describing the complex interaction between afferent and efferent receptors to monitor the position and movement. In the cervical spine, this sense has its neurological basis in muscle spindles and, to a lesser extent, in tendon organs (Golgi receptors), cutaneous receptors, and joint receptors. With different locomotor system disorders, the amount of afferent information coming from the defective area is reduced. This results in impaired function of all the activities in which the defective segment is involved. During movement in a healthy joint, the elongation and contraction of the nearby structures occurs. Those changes affect mechanoreceptors that respond to stimuli properly. Different disorders directly affect somatosensory receptors, whose main task is to transmit sensory information to the central nervous system. Dysfunction of the somatosensory receptors is the cause for joint position error. **Purpose:** The purpose of this diploma work was to present research findings on the effect of neck pain on cervical joint position sense in people with non-specific neck pain. **Methods:** The method, used in this paper, was a literature review. Research papers included in the review, were selected according to a set of criteria. **Results:** Eight research papers were included in the literature review. Various procedures were applied to assess the cervical joint position sense. The head to neutral reposition test was common to all the selected research papers. The results of five studies showed that the test results of subjects with neck pain were worse than subjects in the comparison group. **Discussion and conclusion:** Results of the included studies are very heterogeneous and indicate the need for further research in this field. The results of assessing cervical joint position sense can be affected by various factors. No differences between subjects with neck pain and healthy subjects were detected by authors in three out of eight research papers.

Keywords: neck pain, cervical joint position sense, neck proprioception, physiotherapy

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Proprioceptorji	1
1.2 Ocenjevanje propriocepcije	3
1.3 Bolečina v vratu.....	5
2 NAMEN	7
3 METODE DELA	8
4 REZULTATI.....	9
4.1 Značilnosti preiskovancev	10
4.2 Ocenjevanje občutka za položaj sklepa.....	11
4.3 Ugotovitve raziskav	15
5 RAZPRAVA	16
6 ZAKLJUČEK.....	19
7 LITERATURA.....	20

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz strategije iskanja virov	9
--	---

KAZALO TABEL

Tabela 1: Značilnosti preiskovancev	10
Tabela 2: Podatki o opremi in položaju preiskovancev.....	13
Tabela 3: Podatki o ponovitvah in zaporedju gibov.....	14
Tabela 4: Podrobnosti rezultatov ocenjevanja občutka za položaj sklepa	15

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

GKO Golgijev kitni organ

1 UVOD

Eno izmed temeljnih in sestavnih delov človeškega življenja je gibanje telesa (Han et al., 2015). Pri izvajanju vsakodnevnih dejavnosti se zanašamo na informacije, ki jih med gibanjem sprejemamo in se zahvaljujoč njim odzovemo ter prilagajamo okoliščinam. Velik del zavedanja položajev in gibanja trupa ter udov nam omogoča propriocepcija (Proske, Gandevia, 2012). V zadnjih desetletjih je bilo moč zaznati napredek na raziskovalnem področju uravnavanja gibanja, kar lahko pripišemo boljšemu razumevanju vloge senzoričnih informacij (Han et al., 2015). Sensorimotorični sistem, ki je odgovoren za motorične ukaze, s katerimi nadzorujemo držo, gibe oči in glave, dobi senzorični priliv iz vidnega, vestibularnega ter proprioceptivnega sistema (Baloh, Halmagyi, 1996).

Propriocepcija je sposobnost zaznavanja položaja sklepov, drže in gibanja posameznih delov telesa v prostoru in času (Lephart et al., 1997; Rugelj, 2014, Roijezon et al., 2015). K propriocepciji poleg občutka za položaj sklepov sodi tudi občutek za gibanje sklepov ali kinestezija, ki obsega zaznavanje gibanja, smeri gibanja ter spremembe smeri in hitrosti gibanja (Dereani, 2010). Pri propriocepciji sodelujejo vse ravni centralnega živčnega sistema in se prepleta z drugimi somatosenzornimi, vestibularnimi ter vidnimi informacijami (Roijezon et al., 2015). Aferentna vlakna iz proprioceptorjev neprekinjeno in brez križanja potekajo navzgor v sistem zadajšnjih stebrov hrbtenjače. Ta vlakna prehajajo na nasprotno stran v podaljšani hrbtenjači. V parietalnem režnju se nahaja somatosenzorični predel možganske skorje, katerega naloga je zavestna zaznava teh dražljajev. Zanj je značilna somatotopična urejenost, kar pomeni, da določeni predeli skorje pripadajo posameznim delom telesa. Velikost področja možganske skorje za posamezen del telesa pa je odvisna od gostote oživčenja le-tega (Berne, Levy, 2010).

Propriocepcija vratu je občutek za položaj glave ali vratu v prostoru. Za doseganje tega je potrebno sodelovanje aferentnih in eferentnih receptorjev, ki so odgovorni za nadzor drže in gibanja. V vratni hrbtenici omogočajo zaznavanje položaja mišična vretena (Proske, Gandevia, 2012), v manjši meri pa še GTO, receptorji v koži ter sklepni receptorji (Vries et al., 2015; Rugelj, 2014). Priliv iz vratnih proprioceptorjev se združi s prilivom iz vestibularnega ter vidnega sistema (Mugdha et al., 2015).

1.1 Proprioceptorji

Vsak refleks se sproži z aktivacijo enega ali več tipov senzoričnih receptorjev. Med slednje sodijo poleg eksteroreceptorjev kože tudi proprioceptorji. Ti so mehanoreceptorji, ki se nahajajo v koži in mišično-kostnih tkivih (Cankar, 2012). Premik sklepa povzroči razteg mehkih tkiv na eni ter kompresijo na drugi strani, kar vzdraži receptorje v sklepu. Ti preko osrednjega živčevja pošljejo informacijo v možgane, natančneje v somatosenzorični predel možganske skorje. Možgani dobljene podatke analizirajo in nas seznanijo s položajem in gibanjem sklepa (Proske, Gandevia, 2012; Berne, Levy, 2010).

Mišični receptorji

Informacije o spremembi dolžine mišice in sile posredujejo trije tipi mehanoreceptorjev. Dva od teh sta občutljiva na raztezanje, to sta primarni in sekundarni receptor mišičnega vretena. Postavljena sta vzporedno z mišičnimi vlakni. Zaradi njihovega položaja v mišici se mišična vretena odzivajo na spremembo dolžine mišic. Tako primarni kot sekundarni receptorji v vretenu se odzovejo na spremembo dolžine mišice. Primarni receptorji so veliko bolj občutljivi za hitrost podaljšanja, frekvenca proženja akcijskih potencialov se poveča, ko se poveča hitrost raztega. Njihova frekvenca proženja je odvisna od dejanske hitrosti, s katero mišica spremeni dolžino, aktivnosti gamamotoričnega sistema in nedavne kontraktilne zgodovine mišice. Sekundarni receptorji mišičnega vretena se manj odzivajo na dinamične spremembe in imajo stalnejšo frekvenco proženja pri konstantni dolžini mišic. Primarni receptorji signalizirajo hitrost in smer mišičnega raztega, medtem ko sekundarni oskrbujejo živčevje z informacijami o statični dolžini ali položaju udov (Rugelj, 2014). Število mišičnih vreten v posameznih mišicah se razlikuje. Gostota je odvisna od funkcije, ki jo ima posamezna mišica. V primeru, da je mišica zadolžena za izvajanje natančnih, točno določenih gibov, bo za svoje delovanje potrebovala veliko število mišičnih vreten. Nasprotno pa imajo mišice, ki izvajajo grobe gibe in aktivnosti, manjše število mišičnih vreten (Proske, Gandevia, 2012).

Tretji tip mehanoreceptorjev v mišicah je Golgijev kitni organ (GKO) na prehodu med mišico in kito. Receptorji so postavljeni pravokotno na smer mišično-kitnega kompleksa. GKO se selektivno odziva na sile, ki jih razvijejo ektrafuzalna mišična vlakna. Mišična vretena in GKO osrednje živčevje oskrbujejo z informacijami o statični dolžini mišic, hitrosti spremembe dolžine in sili, ki jo generirajo mišice. Na podlagi teh informacij lahko osebe zaznajo gibanje udov, spremembe položaja udov in ocenijo težo predmetov, ki jih podpirajo (Rugelj, 2014).

Sklepni receptorji

Pri posredovanju informacij o spremembah položajev in gibanju udov poleg mišičnih vreten in GKO sodelujejo tudi receptorji v koži in sklepih. Sicer je njihova vloga v primerjavi z mišičnimi receptorji manjša, ni pa zanemarljiva (Proske, Gandevia, 2012). V sklepni ovojnici je več vrst mehanoreceptorjev. Zaradi morfološke podobnosti receptorjev v koži so poimenovani Ruffinijevi končiči v sklepni ovojnici, Golgijevi končiči v sklepnih ligamentih in Paciniformna telesca, ki so pogosto v fibroznem periostu blizu mišičnih narastišč. V sklepni ovojnici so prisotni tudi prosti živčni končiči (Rugelj, 2014).

Vse taktilne in propioceptivne receptorje lahko delimo na tonične ali fazične. Za tonične receptorje (Ruffinijevi končiči, GKO) je značilno, da se adaptirajo počasi in so aktivni ves čas dražljaja. Fazični receptorji (Pacinijeva telesca) se prilagajajo hitro, zaznavajo pospeške in pojemke ter so aktivni na začetku in koncu giba. Oba tipa receptorjev sta pomembna za uravnavanje in nadzor drže med statičnimi, dinamičnimi in funkcijskimi aktivnostmi (Lephart et al., 1997; Rugelj, 2014).

1.2 Ocenjevanje propiocepcije

Čeprav literatura opisuje različne načine za ocenjevanje propiocepcije posameznika, ti niso standardizirani in njihova zanesljivost ter veljavnost testov nista natančno raziskani. Ocenjevanje najpogosteje vključuje merjenje občutka za položaj sklepa. Pri tem mora preiskovanec aktivno ali pasivno postaviti oziroma vrniti sklep v točno določen položaj (Naveen et al., 2014). V kliničnem okolju se največkrat poslužujejo ocenjevanja s pomočjo goniometrov, inklinometrov, senzorjev za pritisk in točkovnih laserjev, ki so poleg nezahtevne uporabe tudi cenovno dostopni. Vpeljujejo se tudi novejša tehnološka metode, vključno s pametnimi telefoni, ki imajo vgrajene merilnike kotov in pospeškov, Wii ravnotežne deske in drugi "video" pripomočki (Clark et al., 2014).

Za ocenjevanje aktivnega občutka za položaj sklepa pri vratni hrbtenici se lahko uporabi točkovni laser, ki ga, nameščenega na trak, preiskovancu pritrdijo na glavo. Preiskovanec zapre oči, nato izvede aktiven gib vratu in naposled glavo vrne nazaj v nevtralen položaj. V milimetrih se izmeri razlika med začetnim in končnim položajem aktivnega giba, ta pa se v stopinjah izrazi kot napaka občutka za položaj sklepa (ang. joint position error) (Roren et al., 2009; Chen, Treleaven, 2013). Odstopanja, višja od $4,5^\circ$, nakazujejo na spremenjen občutek za položaj sklepa v vratni hrbtenici (Treleaven et al., 2015).

Poleg občutka za položaj sklepa se lahko ocenjuje tudi kinestezija (Clark et al., 2015). Slednjo se pri vratni hrbtenici lahko testira s pomočjo vzorcev (npr. osmica, zig-zag), ki jih morajo preiskovanci s točkovnim laserjem, nameščenim na glavo, narisati (Woodhouse et al., 2010), ali s pomočjo premikajoče se tarče, ki ji sledijo (Kristjansson et al., 2004).

Na meritve propriocepcije vpliva več zunanjih dejavnikov, ki jih moramo pri ocenjevanju upoštevati. Prvi izmed njih je vpliv senzoričnega priliva receptorjev kože, predvsem pri izvajanju pasivnega ocenjevanja, pri katerem je preiskovalec v telesnem stiku s preiskovancem. Avtorji (Barrack et al., 1996; Stillman, 2000) so potrdili, da dotik preiskovalca vpliva na zaznavanje položaja sklepa preiskovanca. V primerih, ko je to potrebno, so predlagali, da naj bo kontakt kar se da minimalen. Pri aktivnih testih je priporočeno, da se izogibamo končnih obsegov giba, zaradi raztega kože in posledično večjega senzornega priliva receptorjev. Primernejši so gibi do polovice maksimalnega obsega giba preiskovanca (Strimpakos, 2011). Dejavnika, ki imata še vpliv na proprioceptivno zaznavanje, sta spomin in okoljske motnje. Avtorji poročajo o boljših rezultatih tistih posameznikov, ki so med dvema poskusoma imeli manj kot 12 sekund pavze ne glede na okoljske motnje (Stillman, 2000). Wells in sodelavci (1994) so poročali o boljših rezultatih preiskovancev, ki so se osredotočili na gib, obratno pa so preiskovanci, ki so imeli med testom dodane še okoljske motnje, imeli slabše rezultate zaznavanja položaja sklepov. Naslednji dejavnik, na katerega lahko preiskovalec vpliva, je hitrost gibanja. Čas, v katerem preiskovanec opravi gib, ne sme biti prehitro zaradi posledično večjega priliva iz vestibularnega sistema. Smernic glede hitrosti gibanja avtorji niso izpostavili v nobeni raziskavi, nekateri so le omejili čas vseh treh ponovitev, in sicer na 60 sekund (Newcomer et al., 2000; Koumantakis et al., 2002). Poleg smernic glede hitrosti gibanja med testiranjem, bi bilo potrebno določiti, koliko časa mora preiskovanec počakati na točki določenega obsega giba, preden glavo vrne nazaj v nevtralni položaj (Strimpakos, 2011). Dejavnik z vplivom na proprioceptivno zaznavanje je tudi mišična utrujenost. Priporočeno je, da preiskovanci med ocenjevanjem ne naredijo prevelikega števila ponovitev ter da se dan ali dva pred ocenjevanjem izogibajo težjim telesnim dejavnostim (Wong et al., 2006). Dejavnik, ki povzroča največ nesoglasij med avtorji, je izvedba aktivnega ali pasivnega giba glave. Senzorični priliv se med izvedbo aktivnega ali pasivnega giba razlikuje (Cullen, Roy, 2004). Marks (1998) je poročal, da med pasivnim premikom pride do manjšega senzoričnega priliva. Večina avtorjev se odloči za izvedbo aktivnih gibov, kar utemeljujejo tudi z dejstvom, da se med aktivnim gibom vzdražijo tako sklepni kot tudi mišični receptorji. S tem se pridobi bolj funkcijska ocena senzorične poti (Strimpakos, 2011).

1.3 Bolečina v vratu

Ocenjujejo, da se z bolečinami v vratu na leto sreča od 10 % do 20 % svetovnega prebivalstva, dve tretjini ljudi pa vsaj enkrat v svojem življenju (Hoy et al., 2010). Kljub splošnemu prepričanju o dobrih izidih zdravljenja kar tretjina vseh pacientov razvije kronično bolečino v vratu. Intenzivnost bolečine ostane visoka 12 mesecev po začetku idiopatskih simptomov. Tako za pacienta kot tudi za zdravstvo to predstavlja veliko breme (Stanton et al., 2015). Do bolečin v vratu lahko pride zaradi vnetnih procesov, lahko so posledice poškodb (zlom, nihajna poškodba), v največ primerih pa vzrok ni znan (Stanton et al., 2015). Nespecifična bolečina v vratu je opredeljena kot bolečina v zadnjem in stranskem delu vratu, med zgornjo nihalno linijo in trnastim odrastkom prvega prsnega vretenca. Pojavi se brez znakov ali simptomov večje strukturne patologije, nevroloških znakov in drugih specifičnih patologij (zlomi, zvini, tumorji, infekcijski ali vnetni procesi). Nespecifična bolečina v vratu lahko predstavlja manjšo ali večjo oviro pri izvajanju vsakodnevnih aktivnosti, ali pa na njih nima vpliva (Hidalgo et al., 2017).

Literatura navaja veliko vzrokov za primanjkljaj proprioceptivnega priliva. Aman in sodelavci (2015) so kot vzroke navedli motnje nevrološkega ali ortopedskega izvora. S tem so pokrili širok spekter bolezni in/ali okvar osrednjega in okrajnega živčnega sistema, ortopedske poškodbe vezi, sklepnih ovojnica in mišic ter bolečino. Stanton in sodelavci (2015) so pojasnili, da med gibanjem v sklepu prihaja do raztezanja in krčenja ob sklepni strukturi. V zdravem sklepu te spremembe vplivajo na mehanoreceptorje, ki se pravilno odzovejo na dražljaje. Pri osebah z zgoraj naštetimi motnjami pa le-te neposredno vplivajo na somatosenzorične receptorje, ki omogočajo senzorni priliv v osrednje živčevje. Moteno delovanje somatosenzoričnih receptorjev je vzrok za zmanjšan občutek za položaj sklepa in kinestezije (Aman et al., 2015). Bolečina v vratnem delu hrbtenice nastane zaradi draženja nociceptorjev in lahko izvira iz različnih struktur, kot so hrbtenične vezi, obhrbtenične mišice, mali sklepi hrbtenice, zunanji obroč medvretenčne ploščice in živčne korenine. Nociceptorje lahko vzdraži prekomeren kemični ali mehanski dražljaj (Grill, Callaghan, 1998). Kronična bolečina povzroča stalno draženje somatosenzoričnih receptorjev, kar je lahko vzrok za zmanjšano zaznavanje mišične napetosti mišic vratu (Stanton et al., 2015). Posledica stalnega draženja receptorjev v mišičnih vretenih je preobremenjenost in s časoma tudi nepravilno delovanje le-teh (Aman et al., 2015).

Klinične smernice za kronično bolečino v vratu priporočajo konzervativno zdravljenje, ki vključuje med drugim manualno terapijo in kinezioterapijo, ravnamo pa se po začetni oceni

funkcijskega stanja pacienta (Childs et al., 2008). Predvideva se, da imajo pacienti s kroničnimi bolečinami v vratu slabši občutek za položaj sklepa in da je ocenjevanje ter obravnava nepravilnega delovanja propiocepcije teh pacientov ključnega pomena (Jull et al., 2004; McCaskey et al., 2014).

Dokazi randomizirano kontroliranih poskusov kažejo, da v spodbujanje ali povečevanje propioceptivnega priliva usmerjena vadba izboljšuje občutek za položaj sklepa in zmanjša bolečine (Jull et al., 2006). Kljub temu da se ocenjevanje in obravnavanje propiocepcije že vključuje v terapijo pri mišično-kostnih okvarah, pa je dokazov o zmanjšanem propioceptivnem prilivu pri pacientih z bolečinami v vratu malo (Stanton et al., 2015).

2 NAMEN

Namen diplomskega dela je bil s pregledom literature predstaviti izsledke raziskav o vplivu bolečine v vratu na občutek za položaj sklepov vratne hrbtenice pri pacientih z nespecifičnimi bolečinami v vratu.

3 METODE DE LA

Pri iskanju literature so bili pregledani članki v podatkovnih zbirkah: PUBmed, MEDLINE, ScienceDirect, Elsevier in Cochrane Library. Iskanje je bilo omejeno na članke v slovenskem in angleškem jeziku med leti 2006 in 2019.

Uporabljeni so bili naslednji iskalni nizi v angleškem jeziku: neck pain, chronic pain, neck proprioception and joint position sense, joint position sense error and physiotherapy. Iz podatkovnih zbirk so bili poiskani članki, pridobljeni kot polna besedila.

Vključene so bile študije primerov s primerjalno skupino zdravih preiskovancev (angl. case-control studies) ter presečna raziskava (angl. cross-sectional study).

Vključitveni kriteriji:

- članki v angleškem jeziku,
- članki v polnem besedilu,
- raziskave, kjer so primerjali propriocepcijo vratu med preiskovanci z bolečinami v vratu in zdravimi preiskovanci,
- preiskovanci, ki so bili starejši od 18 let in mlajši od 65 let.

Izključitveni kriteriji:

- nedostopnost celotnega besedila ali plačljivi članki
- raziskave, ki so vključevale preiskovance po operacijah vratu;
- raziskave, ki so vključevale preiskovance s spremljajočimi boleznimi (Alzheimerjeva bolezen, demenca, poškodba glave, multipla skleroza, možganska kap, Parkinsonova bolezen).

4 REZULTATI

V pregled literature je bilo na podlagi vključitvenih in izključitvenih kriterijev vključenih devet raziskav, objavljenih med leti 2008 (Pinsault et al., 2008; Woodhouse in Vasseljen, 2008) in 2019 (Quartey et al., 2019). Glavni cilj avtorjev je bil raziskati vpliv bolečine v vratu, ki ni posledica poškodbe, na občutek za položaj sklepov vratne hrbtenice. Vse vključene raziskave so imele poskusno ter primerjalno skupino preiskovancev.

Strategija iskanja literature je prikazana na sliki 1.



Slika 1: Diagram poteka PRISMA za izbor literature (Moher et al., 2009).

4.1 Značilnosti preiskovancev

Število preiskovancev v analiziranih raziskavah se je razlikovalo: od 14 preiskovancev (Pinsault et al., 2008) do 114 preiskovancev (Woodhouse in Vasseljen, 2008). Povprečna starost preiskovancev je bila med 34 (Nagai et al., 2014) in 56 let (Pinsault et al., 2008). Skupno je v vseh raziskavah sodelovalo 574 preiskovancev, od tega 236 z bolečinami v vratu in 289 zdravih preiskovancev. Značilnosti preiskovancev prikazuje Tabela 1.

Tabela 1: Značilnosti preiskovancev.

Podatki o raziskavah	Poskusna skupina			Primerjalna skupina	
	Število preiskovancev	Starost preiskovancev ($\bar{x} \pm SO$)	Bolečina	Število preiskovancev	Povprečna starost
Pinsault et al. (2008)	n = 7	56 ± 9	Kronična (netravmatska)	n = 7	64 ± 12
Woodhouse, Vasseljen (2008)	n = 57	43,7 ± 12,6	Kronična (netravmatska)	n = 57	38,2 ± 10,9
Palmgren et al. (2009)	n = 13	38,8 ± 7,4	Kronična (netravmatska)	n = 16	35,1 ± 5,0
Van den Oord et al. (2010)	n = 34	36% < 30 let 38% med 30-40 let 26% med 40-55 let	Kronična (netravmatska)	n = 83	36% < 30 let 38% med 30-40 let 26% med 40-55 let
Elsig et al. (2014)	n = 30	36,9 ± 13,6	Kronična (netravmatska)	n = 30	37,2 ± 13,5
Nagai et al. (2014)	n = 27	34,5 ± 6,4	Kronična (netravmatska)	n = 27	34,3 ± 6,1
Mugdha et al. (2015)	n = 30	25 - 50 let \bar{x} = 40,7	Kronična (netravmatska)	n = 30	25 - 50 let \bar{x} = 40,7
Alahmari et al. (2017)	n = 42	47,4 ± 15,8	Kronična (netravmatska)	n = 42	47,8 ± 15,2
Quartey et al. (2019)	n = 20	21 - 60 let \bar{x} = 51,70	Kronična (netravmatska)	n = 20	21 - 60 let \bar{x} = 52,1

Legenda: SO - standardni odklon

Pogoj za vključitev preiskovancev v raziskavo je bila dlje trajajoča bolečina v vratu v preteklosti (Nagai et al. 2014), ponavljajoča se bolečina (Elsig et al., 2014) ali konstantno prisotna vsaj 6 (Quartey et al., 2019) ali 12 tednov (Pinsault et al., 2008; Palmgren et al., 2009; Van den Oord et al., 2010; Alahmari et al., 2017; Quartey et al., 2019) oziroma več kot 6 mesecev (Woodhouse in Vasseljen, 2008; Mugdha et al., 2015).

Izključitveni kriteriji so se nanašali predvsem na spremljajoče bolezni in druge okvare. Izključeni so bili preiskovanci s spremljajočimi nevrološkimi okvarami (Pinsault et al., 2008; Woodhouse in Vasseljen, 2008; Palmgren et al., 2009; Van den Oord et al., 2010; Elsig et al., 2014; Nagai et al., 2014; Mugdha et al., 2015; Alahmari et al., 2017) in okvarami vestibularnega sistema (Palmgren et al., 2009; Van den Oord et al., 2010; Elsig et al., 2014; Nagai et al. 2014; Mugdha et al., 2015). Izključeni so bili tudi preiskovanci, ki so v preteklosti imeli poškodbo glave ali vratu (Woodhouse in Vasseljen, 2008; Palmgren et al., 2009; Van den Oord et al., 2010; Elsig et al., 2014; Nagai et al., 2014; Mugdha et al., 2015; Quartey et al., 2019), če so imeli težave s katerikoli drugim delom telesa (Palmgren et al., 2009; Nagai et al., 2014), ali če so bili v zadnjem tednu pred študijo deležni terapije (Palmgren et al., 2009). Prav tako so bile iz študije izključene nosečnice (Palmgren et al., 2009) in preiskovanci s psihološkimi težavami (Mugdha et al., 2015).

4.2 Ocenjevanje občutka za položaj sklepa

Za ocenjevanje občutka za položaj sklepa so bili uporabljeni različni postopki, skupen vsem izbranim študijam pa je bil postopek natančnosti vračanja glave v izhodiščni položaj (angl. head reposition accuracy test). Avtorji so ocenjevali preiskovančevo sposobnost vrnitve glave v začetni položaj z zaprtimi očmi po izvedenem aktivnem gibu glave. V milimetrih se izmeri razlika med začetnim in končnim položajem aktivnega giba, ta pa se v stopinjah izrazi kot napaka občutka za položaj sklepa (Roren et al., Chen, Treleaven, 2013). Odstopanja, višja od 4,5°, nakazujejo na spremenjen občutek za položaj sklepa v vratni hrbtenici (Treleaven et al., 2015).

Pred izvedbo gibov za merjenje so avtorji raziskav preiskovancem demonstrirali gib in se s poskusnim gibom prepričali, da je preiskovanec postopek razumel. Ponovitve posameznih gibov za merjenje so se gibale med 2 (Woodhouse in Vasseljen, 2008) in 10 (Pinsault et al., 2008; Palmgren et al., 2009; Van den Oord et al., 2010). Avtorji so preiskovancem dali navodilo, naj zaprejo oči (Woodhouse in Vasseljen, 2008; Alahmari et al., 2017) ali pa so imeli na očeh

prevezo (Pinsault et al., 2008; Palmgren et al. 2009; Van den Oord et al., 2010; Elsig et al., 2014; Nagai et al., 2014; Mugdha et al., 2015; Quartey et al., 2019) z namenom zmanjšanja priliva informacij vidnega sistema, ki bi vplival na ocenjevanje. Zahtevana hitrost in obseg giba (npr. končni obseg, polovica končnega obsega) sta se med študijami razlikovala. Preiskovanci so bili med testiranjem v sedečem položaju, z izjemo ene raziskave (Alahmari et al., 2017), kjer so poleg sedečega dodali še supiniran položaj. Preiskovanci so izvajali aktivne gibe glave, začetni in končni položaj pa je variiral med raziskavami. V vseh raziskavah so pred prvo meritvijo preiskovancem postopek razložili in jim potek giba demonstrirali. V štirih raziskavah so testirali gibe v vseh treh ravninah, z začetkom in koncem v nevtralnem položaju (Palmgren et al., 2009; Elsig et al., 2014; Mugdha et al. 2015; Quartey et al., 2019). Van den Oord in sodelavci (2010) so ocenjevali gibe v dveh ravninah, in sicer v sagitalni ter transverzalni ravnini, v dveh raziskavah so testirali rotaciji v obe smeri, prav tako z začetkom in koncem v nevtralnem položaju (Woodhouse in Vasseljen, 2008; Pinsault et al., 2008). Nagai in sodelavci (2015) so ocenjevali rotaciji, in sicer z začetnim položajem na točno določenih stopinjah giba. Alahmari in sodelavci (2017) ter Van den Oord in sodelavci (2010) pa so ciljni kot določili že vnaprej in ocenjevali preiskovančevo sposobnost, da se po gibu glave v nevtralni položaj vrne nazaj do začetnega položaja na točno določenih stopinjah.

Za ocenjevanje občutka za položaj sklepa vratu so avtorji uporabili različne merilne instrumente in sisteme. V šestih raziskavah so uporabili bolj dostopne instrumente, ki se jih lahko uporablja tudi v klinični praksi (Pinsault et al., 2008; Palmgren et al. 2009; Elsig et al., 2014, Mugdha et al., 2015; Alahmari et al., 2017; Quartey et al., 2019), v treh pa so raziskovali s pomočjo naprednejših naprav (Woodhouse in Vasseljen, 2008; Van den Oord et al., 2010; Nagai et al., 2014). V osmih raziskavah so občutek za položaj sklepa izrazil v stopinjah, v eni (Palmgren et al., 2009) pa v centimetrih. Podatki o opremi in položaju preiskovancev so predstavljeni v Tabeli 2, podatki o ponovitvah ter zaporedju gibov pa so predstavljeni v Tabeli 3.

Tabela 2: Podatki o opremi in položaju preiskovancev.

Avtor	Oprema	Položaj preiskovancev
Pinsault et al., 2008	Laserski kazalnik in koordinatni sistem	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolenskih sklepih
Woodhouse in Vasseljen, 2008	3D elektromagnetni sledilni sistem	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolenskih sklepih
Palmgren et al., 2009	Laserski kazalnik in koordinatni sistem	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolenskih sklepih
Van den Oord et al., 2010	3D sistem za zaznavanje gibanja	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolenskih sklepih
Elsig et al., 2014	Laserski kazalnik in koordinatni sistem	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolenskih sklepih
Nagai et al., 2014	Sistem za zaznavanje gibanja in kamere	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolčnih in kolenskih sklepih
Mugdha et al., 2015	Laserski kazalnik in koordinatni sistem	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolenskih sklepih
Alahmari et al., 2017	Digitalni inklinometer	Sedeč položaj za meritve fleksije in ekstenzije Supiniran položaj za meritve rotacij
Quartey et al., 2019	Laserski kazalnik in koordinatni sistem	Sedeč položaj, 90° fleksije v kolenskih sklepih

Tabela 3: Podatki o ponovitvah in zaporedju gibov.

Avtor	Število ponovitev	Smer gibanja glave
Pinsault et al., 2008	10	<ul style="list-style-type: none"> ● NP - rotacija v D - NP ● NP - rotacija v L - NP
Woodhouse in Vasseljen, 2008	2	<ul style="list-style-type: none"> ● NP - rotacija v D - NP ● NP - rotacija v L - NP
Palmgren et al., 2009	10	<ul style="list-style-type: none"> ● NP - fleksija - NP ● NP - ekstenzija - NP ● NP - rotacija v D - NP ● NP - rotacija v L - NP ● NP - lat. odkl. v D - NP ● NP - lat. odkl. v L - NP
Van den Oord et al., 2010	10 5	<ul style="list-style-type: none"> ● NP - fleksija - NP ● NP - ekstenzija - NP ● NP - rotacija v D - NP ● NP - rotacija v L - NP ● Rotacija v D (30°) - NP - rotacija v D (30°) ● Rotacija v L (30°) - NP - rotacija v L (30°)
Elsig et al., 2014	8	<ul style="list-style-type: none"> ● NP - fleksija - NP ● NP - ekstenzija - NP ● NP - rotacija v D - NP ● NP - rotacija v L - NP ● NP - lat. odkl. v D - NP ● NP - lat. odkl. v L - NP
Nagai et al., 2014	5	<ul style="list-style-type: none"> ● Rotacija v D (30°) - NP - rotacija v D (30°) ● Rotacija v L (30°) - NP - rotacija v L (30°) ● Rotacija v D (60°) - NP - rotacija v D (60°) ● Rotacija v L (60°) - NP - rotacija v L (60°)
Mugdha et al., 2015	3	<ul style="list-style-type: none"> ● NP - fleksija - NP ● NP - ekstenzija - NP ● NP - lat. odkl. v D - NP ● NP - lat. odkl. v L - NP ● NP - rotacija v D - NP ● NP - rotacija v L - NP
Alahmari et al., 2017	3	<ul style="list-style-type: none"> ● Fleksija (50 % max. obsega) - NP - fleksija (50% max. obsega) ● Ekstenzija (50 % max. obsega) - NP - ekstenzija (50% max. obsega) ● Rotacija v D (50 % max. obsega) - NP - rotacija v D (50% max. obsega) ● Rotacija v L (50 % max. obsega) - NP - rotacija v L (50% max. obsega)
Quartey et al., 2019	5	<ul style="list-style-type: none"> ● NP - fleksija - NP ● NP - ekstenzija - NP ● NP - rotacija v D - NP ● NP - rotacija v L - NP ● NP - lat. odkl. v D - NP ● NP - lat. odkl. v L - NP

Legenda: NP - nevtralni položaj, D - desna, L - leva

4.3 Ugotovitve raziskav

Občutek za položaj sklepa so avtorji izrazili kot razliko med začetnim in končnim položajem aktivnega giba. Rezultati petih raziskav so pokazali, da so imeli preiskovanci z bolečinami v vratu pri ocenjevanju slabše rezultate kot preiskovanci v primerjalni skupini (Pinsault et al., 2008; Palmgren et al., 2009; Elsig et al., 2014; Mugdha et al., 2015; Alahmari et al., 2017). V vseh navedenih raziskavah, z izjemo ene (Palmgren et al., 2009), so razliko med preiskovanci z bolečinami v vratu in preiskovanci v primerjalni skupini lahko zaznali pri vseh testiranih gibih. Palmgren in sodelavci (2009) so razliko zaznali le pri gibu fleksije, pri ostalih gibih pa se rezultati niso statistično značilno razlikovali od primerjalne skupine. V raziskavah Woodhouse in Vasseljen (2008), Van den Oord in sodelavci (2010), Nagai in sodelavci (2015) ter Quartey in sodelavci (2019) preiskovanci z bolečinami v vratu niso imeli slabših rezultatov od primerjalnih skupin oziroma so imeli v nekaterih primerih rezultate celo boljše od primerjalnih skupin, zato avtorji niso navajali razlik med skupinama. Podrobnosti rezultatov ocenjevanja občutka za položaj sklepa so predstavljene v Tabeli 4.

Tabela 4: Podrobnosti rezultatov ocenjevanja občutka za položaj sklepa

Avtor	Poskusna skupina - \bar{x} NPS vseh gibov ($\bar{x} \pm$ SO)	Primerjalna skupina - \bar{x} NPS vseh gibov ($\bar{x} \pm$ SO)	P vrednost
Pinsault et al., 2008	3,75°	2,94°	< 0,05*
Woodhouse in Vasseljen, 2008	3,17° ± 1,1°	2,86° ± 1,2°	0,3
Palmgren et al., 2009	2,1 cm - 8,9 cm	1,4 cm - 6,2 cm	< 0,05*
Van den Oord et al., 2010	2,47° ± 1,22°	2,57° ± 1,07°	0,3
Elsig et al., 2014	3,25° ± 0,96°	2,67° ± 0,55°	0,028*
Nagai et al., 2014	2,57° ± 1,3°	2,65° ± 1,4°	0,68
Mugdha et al., 2015	5,32° ± 2,43°	1,91° ± 0,9°	< 0,001*
Alahmari et al., 2017	7,01° ± 1,29°	2,40° ± 1,11°	< 0,001*
Quartey et al., 2019	4,26 ± 2,48	4,73 ± 3,45	0,42

Legenda: NPS: napaka položaja sklepa; *statistično značilno

5 RAZPRAVA

Namen diplomskega dela je bil predstaviti izsledke raziskav o vplivu bolečine v vratu na občutek za položaj sklepov vratne hrbtenice pri posameznikih z nespecifičnimi bolečinami v vratu. V pregled literature je bilo vključenih devet raziskav. Avtorji raziskav so primerjali skupino posameznikov z nespecifičnimi bolečinami v vratu s skupino posameznikov brez bolečin in skušali ugotoviti, ali bolečina v vratu vpliva na občutek za položaj sklepov vratu. Za ocenjevanje občutka za položaj sklepa so bili uporabljeni različni merilni instrumenti, skupen vsem izbranim raziskavam pa je bil postopek natančnosti vračanja glave v izhodiščni položaj. Avtorji so ocenjevali preiskovančevo sposobnost vrnitve glave v nevtralni začetni položaj z zaprtimi očmi po izvedenem aktivnem gibu glave.

Na rezultate ocenjevanja občutka za položaj sklepa lahko vplivajo različni dejavniki. Prvi, ki ga je potrebno upoštevati, je vpliv vestibularnega sistema. Znano je, da vestibularni sistem zaznava spremembe v smeri in hitrosti gibanja glave in spremembe v položaju glave glede na gravitacijo (Martinčič in sod., 2008; Chen in Treleaven, 2013). Predvideva se, da bi kakršnekoli motnje vestibularnega sistema lahko vplivale na rezultate meritev (Chen in Treleaven, 2013). Od devetih analiziranih raziskav so avtorji izključili paciente z vestibularnimi motnjami v petih raziskavah (Palmgren et al., 2009; Van den Oorg et al., 2010; Elsig et al., 2014; Nagai et al. 2014; Mugdha et al., 2015). Pinsault in sodelavci (2008) so poleg preiskovancev z bolečinami v vratu z zdravimi posamezniki primerjali tudi preiskovance z motnjami vestibularnega sistema. Razlik med slednjimi in zdravimi posamezniki niso odkrili. Vestibularni sistem je občutljiv na hitre, sunkovite gibe glave, zato morajo biti preiskovalci pozorni na hitrost gibanja glave med testiranjem. Ko preiskovanci premikajo glavo hitreje od $2,1^{\circ}/s$ se priliv iz mehkih tkiv vratu zmanjša, poveča pa se priliv iz vestibularnega sistema (Kelders et al., 2003).

Drugi dejavnik, ki bi lahko vplival na rezultate meritev, je anatomija vratne hrbtenice. Mišična vretena so glavni vir senzoričnih informacij, ki se stekajo v osrednji živčni sistem (Hellstrom et al., 2005). So del vratnih mišic in znano je, da je njihova gostota v vratnih mišicah zelo visoka (Liu et al., 2003), kar ima vpliv na količino informacij, ki jo prenesejo v osrednji živčni sistem (Proske in Gandevia, 2012). Anatomsko in fiziološko je dokazano, da zgornji del vratne hrbtenice prispeva večji delež senzoričnih informacij v osrednji živčni sistem kot spodnji del vratne hrbtenice (Treleaven et al., 2011; Proske in Gandevia, 2009). Gostota mišičnih vreten je večja v zgornjem delu vratne hrbtenice (Kulkarni et al., 2001). Pri ocenjevanju občutka za položaj sklepov vratne hrbtenice zdravih preiskovancev so avtorji Wang in sodelavci (2017) ter

Treleaven in sodelavci (2011) ugotovili, da večja gostota mišičnih vreten v zgornjem delu vratne hrbtenice nima pozitivnega vpliva na rezultate ocenjevanja. Večjo napako občutka za položaj sklepa vratne hrbtenice so zaznali pri ocenjevanju zgornjega dela vratne hrbtenice (Wang et al., 2017). Različne merilne naprave so tretji dejavnik, ki lahko vpliva na rezultate meritev občutka za položaj sklepa. Medtem ko so v večini raziskav uporabili laserski točkovnik (Pinsault et al., 2008; Palmgren et al., 2009; Elsig et al., 2014; Mugdha et al., 2015; Quartey et al., 2019), so v drugih meritve opravili s 3D elektromagnetnimi sledilnimi sistemi (Woodhouse in Vasseljen, 2008; Van den Oord et al., 2010), s sistemi za zaznavanje gibanja (Nagai et al., 2014) ali z digitalnim inklinometrom (Alahmari et al., 2017). Četrti dejavnik so značilnosti preiskovancev. Avtorji dveh raziskav (Van den Oord et al., 2010; Nagai et al., 2014) so ocenjevali občutek za položaj sklepov pri vojaških pilotih in rezultate raziskav primerjali z raziskavo avtorjev Revel in sodelavcev (1991). Van den Oord in sodelavci (2010) med preiskovanci niso zabeležili statistično pomembnih razlik, medtem ko so Nagai in sodelavci (2014) poročali o nekoliko slabših rezultatih pri preiskovancih z bolečinami v vratu, ki pa so še vedno bili pod pragom $4,5^\circ$, ki so ga za statistično pomembnega označili Revel in sodelavci (1991). Tako Van den Oord in sodelavci (2010) kot tudi Nagai in sodelavci (2014) so kot razlog navedli, da njihovih preiskovancev zaradi veliko boljše telesne pripravljenosti ni mogoče primerjati s civilisti, po katerih so Revel in sodelavci (1991) označili prag $4,5^\circ$ kot statistično pomembnega. Peti dejavnik, ki bi lahko vplival na rezultat, so bili različni protokoli testiranja, ki so jih avtorji uporabili. Neenotnost časa trajanja ter intenzitete bolečine, položaja preiskovanca, število ponovitev gibov, začetnega položaja, končnega položaja ter obsega giba otežuje posplošitev in primerjavo dobljenih rezultatov raziskav. Dejstvo, da nikjer v literaturi ni jasno določenih enotnih kriterijev za diagnosticiranje in klasifikacijo kronične bolečine v vratu, so izpostavili avtorji Palmgren in sodelavci (2009) in Elsig in sodelavci (2014). Slednji so poročali o slabšem občutku za položaj sklepov vratne hrbtenice pri preiskovancih z bolečinami v vratu, njihovi rezultati pa so bili pod pragom $4,5^\circ$, ki so ga za statistično pomembnega označili Revel in sodelavci (1991). Avtorji predvidevajo, da so Revel in sodelavci (1991) imeli preiskovance z intenzivnejšimi bolečinami, ker njihova raziskava ni izključevala preiskovancev po poškodbah v vratni hrbtenici. Woodhouse in Vasseljen (2008) sta kot razlog, da med preiskovanci ni bilo razlik v zaznavanju položaja sklepov vratne hrbtenice navedla, da naj bi dolgotrajna bolečina vplivala na osrednji živčni sistem in njegovo adaptacijo. Avtorji Alahmari in sodelavci (2017) so za razliko od ostalih avtorjev uporabili drugačne postopke merjenja občutka za položaj sklepov vratne hrbtenice in svoje rezultate prav tako primerjali z rezultati avtorjev Revel in sodelavci (1991). Alahmari in sodelavci (2017) so uporabili digitalni inklinometer, po čemer so se razlikovali od drugih preiskav. Razlikovali so se

tudi po tem, da so meritve rotacij izvedli v supiniranem položaju, kjer je bila glava v stiku s površino med testiranjem, kar bi lahko vplivalo na rezultate zaradi večjega aferentnega priliva.

Kronična bolečina lahko spremeni zaznavanje receptorjev, ki oživčujejo in obdajajo vratne strukture. Dokazi kažejo, da lahko bolečina inhibira gama moto nevrone, posledično se v višje centre prenašajo spremenjene aferentne informacije, kamor se opisujejo proprioceptivni dražljaji. Predvideva se, da so za spremenjene aferentne informacije odgovorne kemične substance, ki nastanejo kot odgovor na bolečino in dražijo proste živčne končiče (Bennell KL et al., 2003). Preiskovanci s kroničnimi bolečinami v vratu imajo moten somatosenzorni priliv iz vratne hrbtenice, kar lahko privede do številnih simptomov (npr. vrtoglavica, nestabilnost). Tako ocenjevanje proprioceptije kot tudi fizioterapija, usmerjena v odpravo senzomotoričnih motenj je pomemben del obravnave posameznikov s kroničnimi bolečinami vratu (Mugdha et al., 2015).

Strimpakos (2011) je glede ocenjevanja proprioceptije vratne hrbtenice poudaril, da skupnega dogovora glede položaja preiskovanca, stabilizacije sosednjih sklepov, merilnih instrumentov, števila ponovitev in hitrosti ponovitev še niso dosegli. Izpostavil je nekaj pomembnih priporočil za raziskovalce in terapevte, ki izvajajo meritve proprioceptije pri osebah z bolečinami v vratu v klinični praksi. Preiskovance bi morali testirati brez oblačil za zgornji del telesa ali vsaj v oblačilu, ki ne omejuje gibanja oziroma ne vpliva na senzorični priliv preko receptorjev v koži. Izogibati se je potrebno gibom v končnem obsegu zaradi raztega kože in posledično večjega priliva omenjenih receptorjev. Prav tako se je potrebno izogniti mišični utrujenosti in njenemu potencialnemu vplivu na proprioceptijo. Ocenjevanje mora potekati v mirnem okolju, brez večjih motečih okoljskih dejavnikov. Standardizirati bi bilo potrebno število ponovitev giba, vendar ne več kot deset, da ne pride do mišične utrujenosti. Aktivni gib nam zagotovi več informacij o mišicah in sklepih in bolj posnema funkcijsko dejavnost. Položaj preiskovanca mora med ocenjevanjem in med ponovitvami ostati enak.

6 ZAKLJUČEK

Namen diplomskega dela je bil pregledati izsledke raziskav o vplivu bolečine v vratu na občutek za položaj sklepov vratne hrbtenice pri pacientih z nespecifičnimi bolečinami v vratu. V analizo je bilo vključenih devet raziskav. Rezultati pregledanih raziskav so heterogeni in nakazujejo potrebo po nadaljnem raziskovanju na tem področju. Razlik med preiskovanci z bolečinami v vratu ter zdravimi preiskovanci avtorji niso zaznali v štirih od devetih raziskav. Iz tega lahko sklepamo na diskriminacijsko oziroma razločevalno veljavnost za test natančnosti repozicije položaja glave. Potrebna je standardizacija navedenega testa in preverjanje drugih merskih lastnosti. Izidov drugih testov propriocepcije nismo pregledovali.

7 LITERATURA

- Aman J, Naveen E, Ling Y, Konczak J (2015). The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Front Hum Neurosci.* 8:1075
- Alahmari K, Shankar Reddy R, Silvian P, Ahmad I, Nagaraj V, Mahtab M (2017). Influence of chronic neck pain on cervical joint position error (JPE): Comparison between young and elderly subjects. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 30: (1265-71).
- Baloh R, Halmagyi M (1996). Disorders of the vestibular system. Oxford University Press Canada.
- Barrack R, Lund P, Skinner H (1994). Knee joint proprioception revisited. *J Sport Rehabil.* 3: (18-42).
- Berne RM, Koeppen BM (2010). *Berne & Levy physiology.* Philadelphia, PA, Mosby/Elsevier.
- Cankar K (2012). Fiziologija motoričnega živčnega sistema: učno gradivo za predmet Fiziologija gibalnega sistema na Zdravstveni fakulteti. Centralna medicinska knjižnica. (4-5).
- Chen X, Treleaven J (2013). The effect of neck torsion on joint position error in subjects with chronic neck pain. *Man Ther.* 18(6): 562-7.
- Childs JD, Cleland JA, Elliott JM, Teyhen DS, Whitman JM, Wainner RS (2008). Neck pain: Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the orthopedic section of the american physical therapy association. *J Orthop Sports Phys Ther.* 38(9): A1-A34.
- Clark N, Roijezon U, Treleaven J (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Man Ther.* 30: 1-10
- Cullen KE, Roy JE (2004). Signal processing in the vestibular system during active versus passive head movements. *J Neurophysiol.* 91: (1919-33).
- Cullen KE, Roy JE (2004). Signal processing in the vestibular system during active versus passive head movements. 91(5): 1919-33.
- De Vries J, Ischebeck BK, Voogt LP, Van der Geest JN, Janssen M, Frens MA, Kleinrensink GJ (2015). Joint position sense error in people with neck pain: A systematic review. *Man Ther.* 20: 736-44.
- Dereani B (2010). Vpliv utrujenosti na natančnost izvedbe kate . Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Elsig S, Luomajoki H, Sattelmayer M, Taeymans J, Tal-Akabi A, Hilfiker R (2014). Sensorimotor tests, such as movement control and laterality judgement accuracy, in persons with recurrent neck pain and controls. *Man Ther.* 30: (1-7).
- Jull G, Falla D, Treleaven J, Hodges P, Vicenzino B (2006). Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes. *J Orthop Res.* 25(3): 404-12.

- Grill KP, Callaghan MJ (1998). The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine*. 23(3): 371-7.
- Han J, Waddington G, Adams R, Anson R, Anson J, Liu Y (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *J Sport Health Sci*. 5(1): 80-90.
- Hidalgo B, Hall T, Bossert J, Dugeny A, Cagnie B, Pitance L (2017). The efficacy of manual therapy and exercise for treating non-specific neck pain: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 30(6): 1149-69.
- Koumantakis G, Oldham J, Winstanley J (2002). Thoracolumbar proprioception in individuals with and without low back pain: intratester reliability, clinical applicability and validity. *J Orthop Sports Phys Ther*. 32(7): 327-35.
- Kristjansson E, Dall'Alba P, Jull G (2001). Cervicocephalic kinaesthesia: reliability of a new test approach. *Physiother Res Int*. 6(4): 224-35.
- Kulkarni V, Chandy MJ, Babu KS (2001). Quantitative study of muscle spindles in suboccipital muscles of human fetuses. *Neurol India*. 49(4): 355-9.
- Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med*. 25(1): (130-7).
- Marks R (1998). The evaluation of joint position sense. *N Z J Physioth*. 12: (20-28).
- McCaskey MA, Schuster-Amft C, Wirth B, Suica Z, de Bruin ED (2014). Effects of proprioceptive exercises on pain and function in chronic neck and low back pain rehabilitation: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord*. 15: 382.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. (2009). PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 15: 264–9.
- Mugdha O, Dhara Kotecha Jani, Sujata Y (2015). Assessment and comparison of cervical joint position sense in subjects with chronic neck pain vs normals. *Int J Physiother*. 2(3): 483-6.
- Nagai T, Abt JP, Sell TC, Clark NC, Smalley BW, Wirt MD (2014). Neck proprioception, strength, flexibility and posture in pilots with and without neck pain history. *Aviat Space Environ Med*. 85: (529-35).
- Newcomer K, Laskowski ER, Yu B, Larson DR, An K (2000). Repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine* 25: (245-50).
- Palmgren J Per, Andreasson D, Eriksson M, Hagglund A (2009). Cervicocephalic kinesthetic sensibility and postural balance in patients with nontraumatic chronic neck pain - a pilot study. *Chiropr Osteopat*. 17: (6).

- Pinsault N, Vuillerme N, Pavan P (2008). Cervicocephalic relocation test to the neutral head position: assessment in bilateral labyrinthine-defective and chronic, nontraumatic neck pain patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 89.
- Proske U, Gandevia SC (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev.* 92(4): (1651-97).
- Proske U, Gandevia SC (2009). The kinaesthetic senses. *J Physiol Lond.* 587(17): 4139-46.
- Quartey J, Ernst M, Bello A, et al., (2019). Comparative joint position error in patients with non-specific neck disorders and asymptomatic age-matched individuals. *South african journal of physiotherapy.* 75(1), a568.
- Rojjezon U, Clark NC, Treleaven J (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther.* 20(3): 368-77.
- Roren A, Mayoux-Benhamou MA, Fayad F, Poiraudreau S, Lantz D, Revel M (2009). Comparison of visual and ultrasound based techniques to measure head repositioning in healthy and neck-pain subjects. *Man Ther.* 14(3): 270-7.
- Rugelj D (2014). Uravnavanje drže, ravnotežja in hotenega gibanja. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta.
- Stanton T, Leake HB, Chalmers K, Lorimer Moseley G (2015). Evidence of impaired proprioception in chronic, idiopathic neck pain: Systematic review and meta-analysis. 96(6): 876-87.
- Stillman B (2000). An investigation of the Clinical Assessment of Joint Position Sense. The University of Melbourne, Australia.
- Stillman BC (2002). Making sense of proprioception: the meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. 88(11): 667-76.
- Strimpakos N (2011). The assessment of the cervical spine. Part 1: Range of motion and proprioception. *J Bodyw Mov Ther.* 15: (114-24).
- Treleaven J, Clamaron-Cheers C, Jull G (2011). Does the region of pain influence the presence of sensorimotor disturbances in neck pain disorders? *Man Ther.* 16(6): 636-40.
- Van den Oord, De Loose V, Meeuwssen T, Sluiter JK, Frings-Dresen MH (2010). Neck pain in military helicopter pilots: prevalence and associated factors. *Mil Med.* 175(1): 55-60.
- Wang X, Lindstroem R, Carstens N, Graven-Nielsen T (2017). Cervical spine reposition errors after cervical flexion and extension. *BMC Musculoskelet Disord.* 18:102.
- Wells J, Kurki M, Ruston S (1994). Effect of a concurrent cognitive demand on knee position matching. *Physioth.* 80: (757-61).

Wong TF, Chow DH, Holmes AD, Cheung KM (2006). The feasibility of repositioning ability as a tool for ergonomic evaluation: effects of chair back inclination and fatigue on head repositioning. *Ergonomics*. 49: (860-73).

Woodhouse A, Vasseljen O (2008). Altered motor control patterns in whiplash and chronic neck pain . *Musculoskelet Disord*. 9: (90).