Manualno testiranje mišićne funkcije čovjeka

Kolak, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:221582

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET
(studij za stjecanje visoke stručne spreme
i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Marko Kolak

MANUALNO TESTIRANJE MIŠIĆNE FUNKCIJE ČOVJEKA

(diplomski rad)

Mentor:
doc. dr. sc. Pavle Mikulić

Zagreb, rujan 2018.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

_____

doc. dr. sc. Pavle Mikulić

Student:

_____

Marko Kolak

MANUALNO TESTIRANJE MIŠIĆNE FUNKCIJE ČOVJEKA

Sažetak

Manualno testiranje mišićne funkcije je postupak za procjenu funkcije pojedinih mišića i mišićnih skupina. Odličan je alat za dijagnostiku disbalansa među mišićima, razinu njihove aktivacije te za pronalaženje uzroka boli, ako ona postoji. Cilj ovog rada je prikazati važnost i korisnost manualnog testiranja mišićne funkcije čovjeka, njegovu praktičnu primjenu kod određenih disbalansa te mehanizme koji iza njih stoje. U radu se, osim povijesti i opisa mehanizama testiranja, opisuju i praktični primjeri manualnog testiranja koji su bili provedeni za potrebe ovog rada. Dio rada posvećen je i položaju manualnog testiranja u suvremenoj kineziologiji te potencijalu navedenih metoda u budućnosti.

Ključne riječi: motorička kontrola, rehabilitacija, postura, tradicionalna kineziologija, prevencija od ozljeda

THE MANUAL MUSCLE FUNCTION TESTING IN HUMANS

Abstract

Manual muscle function testing comprises the individual muscles function assessment. It is a great tool for diagnosing the imbalance among the muscles, the level of their activation and finding the cause of possible pain. The aim of this thesis is to show the importance and usefulness of the muscle function manual testing in people, its practical use with some cases of imbalance, as well as the mechanisms behind them. In addition to the history and the description of testing, the thesis describes the practical examples of manual testing performed in preparation for this work. A part of the thesis describes the place of manual testing in current kinesiology, as well as the future potential of these methods.

Keywords: motor control, rehabilitation, posture, traditional kinesiology, injury prevention

SADRŽAJ

1. UVOD
   1.1. Manualno testiranje mišićne funkcije …….. 5
   1.2. Struktura i ciljevi rada …….. 5
   1.3. Povijest manualnog testiranja ……... 6

2. MANUALNO TESTIRANJE
   2.1. Zašto koristiti manualno testiranje ……... 7
   2.2. Mišićno vreteno ……... 10
   2.3. Golgijev tetivni organ …….. 12
   2.4. Postura tijela …… 12

3. KAKO MANUALNO TESTIRATI MIŠIĆNU FUNKCIJU? .. 14

4. PRIMJERI IZ PRAKSE ..……..…..… 17
   4.1. Primjer 1 …….…..... 17
   4.2. Primjer 2 …….…..... 22
   4.3. Primjer 3 …….…..... 27

5. ZAKLJUČAK ……...….. 31

6. LITERATURA ……..…..… 32

1. UVOD

1.1. Manualno testiranje mišićne funkcije

Manualno testiranje mišićne funkcije je postupak za procjenu funkcije pojedinih mišića i mišićnih skupina. Preciznije, ono određuje odnos između mozga, živaca i receptora koji se nalaze u mišićima temeljem učinkovite izvedbe pokreta u odnosu na gravitacijsku silu i manualni otpor. Vrlo je efikasan alat u utvrđivanju disbalansa i deficita u jakosti, snazi i mišićnoj izdržljivosti. Te metode i postupci mogu biti vrlo koristan alat voditeljima vježbanja i sportskim trenerima u svrhu procjene trenutnog stanja mišićne funkcije njihovih sportaša i rekreativnih vježbača.

Voditelji vježbanja mogu ga koristiti bilo gdje i bilo kada bez potrebe korištenja skupocjene opreme – testiranje je moguće provoditi na masažnom stolu, običnom stolu, na podu, u dvorani, kod kuće, u prirodi. To je jedna od velikih prednosti manualnog testiranja. Njegova preciznost i efikasnost ovise o vještini i znanju ispitivača, stoga je potrebno da se ispitivač, odnosno korisnik, manualne tehnike testiranja mišićne funkcije neprekidno educira i prati nove spoznaje u području rehabilitacije, manualne terapije, neurologije i motoričke kontrole.

1.2. Struktura i ciljevi rada

U ovom će se diplomskom radu prikazati povijest i nastanak manualnog testiranja mišićne funkcije. Ukazat će se na potrebe i dobrobiti korištenja manualnog testiranja mišićne funkcije i na razloge zbog kojih je ta tehnika nezamjenjiva u dijagnosticiranju uzroka posturalnih problema i boli koja je uzrokovana raznim ozljedama te otklanjanju tih problema. Prikazat će se mehanizmi koji su u pozadini testova te će se objasniti pojmovi koji su bitni za razumijevanje samog postupka testiranja, ali i budućeg proučavanja literature na istu temu. Korak po korak, prikazat će se tri praktična primjera dijagnostike i primjene manualnog testiranja koja su provedena za potrebe ovog rada. Osim toga, opisat će se i postupci za rješavanje dijagnosticiranih problema. Na kraju će se prikazati što nam trenutno znanost govori o manualnom testiranju i njegovoj primjeni, kako u kliničkom, tako i u znanstvenom pogledu.

1.3. Povijest manualnog testiranja

Kineziologija dolazi od grčke riječi κίνησις (kretanje, pokret) i λόγος (zakonitost, znanost). Pojavila se u antici kao znanost o pokretu čovjeka i životinje. Kroz stoljeća je originalni i tradicionalni oblik kineziologije proizveo širok spektar znanja o tome kako živci stimuliraju mišiće koji u suradnji s kostima stvaraju posturu i pokret. Kao i fizioterapija, i kineziologija je profesionalna disciplina s dugom poviješću. Time možemo vidjeti da je medicinska primjena manualnog testiranja započela puno prije nego što su se pojavile suvremene metode kao što su npr. Primijenjena kineziologija (eng. *Applied Kinesiology),* Mišićno testiranje i funkcioniranje (koje su osmislile Florence Peterson Kendall i Elizabeth Kendall McCreary), Resetiranje refleksa izvedbe (eng. *Reflexive Performance Reset),* Živčano-kinetička terapija (eng. *NeuroKinetic Therapy)* i mnoge druge. Iako se općenito malo zna o razvoju kineziologije od antike pa do modernog doba, ona se u današnje vrijeme više percipira kao znanost o sportu i vježbanju. Slabo je poznato da je riječ *kinesiology* prvi napisao Carl August Georgii, švedski terapeut, medicinski gimnastičar i profesor na *Royal Gymnastic Central Institute GCI* u Stockholmu 1854. godine (Ottosson, 2010).

Novokreiranu medicinsku tehniku terapije u Švedskoj su nazvali *rörelselära*, a tu je riječ Carl August Georgii 1854. godine preveo na novu internacionalnu riječ *kinesiology*. Ta se metoda sastojala od gotovo 2000 pokreta tijelom i vježbi te od 50 različitih tehnika masaže. Time možemo ustvrditi da je klasična i tradicionalna kineziologija bila usmjerena na rehabilitaciju tijela i pronalazak novih vrsta terapija za liječenje raznih bolesti tako da one utječu na živčani sustav, organe i žlijezde u tijelu. U današnje vrijeme ovaj termin primjenjuju korisnici Primijenjene kineziologije (Ottosson, 2010).

Manualno mišićno testiranje koje je bilo preteča suvremenim tehnikama razvio je u Stockholmu Henrik Kellgren, fizioterapeut i medicinski gimnastičar na *Royal Gymnastic Central Institute* 1813. godine. Bilo je to prvo takvo zabilježeno testiranje. Godine 1888. manualno testiranje mišićne funkcije proširilo se do Sjedinjenih Američkih Država te su američki kiropraktičari nastavili s istraživanjem. Tako je 1964. godine nastala Primijenjena kineziologija koju je osmislio George J. Goodheart (Ottosson, 2010). Njegova su znatiželja i želja za istraživanjem uzrokovale veliki napredak Primijenjene kineziologije i dijagnostičkih tehnika koje se koriste i danas i koje su temelj razvijanja mnogih drugih suvremenih tehnika (Frost, 2002, str. 1).

2. MANUALNO TESTIRANJE

2.1. Zašto koristiti manualno testiranje?

Trenutno u svijetu dolazi do povećanja popularnosti fitnesa i tjelovježbe općenito - putem raznih medija fitnes i tjelovježba promoviraju se kao važan i sastavni dio života. U moru novopridošlih sadržaja treninga, metoda treninga, vježbi i novih trenera, potrebno je selekcionirati one koji su usmjereni prema željenom cilju, ali i, primarno, očuvanju i unapređenju zdravlja. Zbog različitih ozljeda, ali i stilova života, dolazi do disfunkcionalnih obrazaca kretanja i disfunkcionalnih postura koje mogu znatno narušiti zdravlje pojedinca. Među svim tim novim i raširenim vježbama i metodama, nalaze se i one korektivnog tipa koje su namijenjene prevenciji i rehabilitaciji disfunkcionalnih obrazaca i postura. One se često baziraju samo na istezanju, opuštanju/masiranju/valjanju pojedinih mišića i mišićnih skupina ili njihovom jačanju, bez prethodne kvalitetne dijagnostike. Takav se pristup također bazira na rješavanju simptoma, a ne uzroka problema.

Ovakav način pristupa problemu može proizvesti kontraindikacije koje se često pojavljuju pri masiranju ili valjanju hipertoničnog i bolnog mišića s izlikom ugode i opuštanja. Hipertonični mišić ima povećanu napetost i često je tvrd na dodir. Pri tome se najčešće ne zna da taj mišić može biti slab, odnosno, da je hipertoničan zbog svoje slabosti.

Dobar je primjer takve pojave sindrom iliotibijalne sveze. Sindrom iliotibijalne sveze (IT sveze) smatra se jednom od najčešćih ozljeda prenaprezanja donjih ekstremiteta (Tauton, 2002). Prvobitno se smatralo da do njega dolazi zbog iritacije usred klizanja iliotibijalne sveze preko lateralnog kondila svaki put kada se koljeno savija ili pruža. Nova istraživanja na truplima i biopsije lateralnog koljena ne podupiru tu teoriju (Fairclough i sur., 2006). U tim se istraživanjima utvrdilo da se pokret iliotbijalne sveze samo naizgled događa zbog promjene napetosti tijekom promjene kuta u koljenu. On zapravo nema sposobnost klizanja preko femoralnog kondila, nego IT sveza stvara pritisak na zglob u trenutku kad se fascija stisne. Time se bol koja se javlja u lateralnom dijelu koljena vjerojatno javlja zbog lošeg prenošenja sile preko IT sveze te kompresije sinovljeve tekućine (Fairclough i sur., 2006). Teorija iza opuštanja, masiranja ili istezanja iliotibijalne sveze, je da će se time razbiti nakupine mliječne kiseline te će se fasciju istegnuti ili opustiti, čime će se smanjiti napetost i bol.

Usprkos toj teoriji, dokazano je da se istezanjem, masiranjem i opuštanjem ne može značajno utjecati na dužinu i napetost IT sveze. Da bi se stvorio 1% promjene u napetosti i

dužini, potrebno je proizvesti silu od 9075 N i tangencijalnu silu (komponenta sile koja djeluje na materijalnu točku ili kruto tijelo, a okomita je na vektor položaja hvatišta sile) od 4515 N, što je jednako otprilike 925 kilograma (Chaudhry i sur., 2008). Slikovitim prikazom, mogli bismo reći da je za minimalnu promjenu u IT svezi potrebno tu svezu zavezati za dva kamiona i onda je pokušati razvući. [1]

Pa ipak, ljudi se osjećaju bolje nakon opuštanja i istezanja IT sveze. Zašto je to tako? Tijekom masiranja ili valjanja događa se kompresija na receptore koji se nalaze u IT svezi. Time dolazi do inhibicije tih receptora, odnosno, više ne osjetimo bol jer smo jednostavno inhibirali receptore. Iako je bol time privremeno nestala, nismo riješili izvor problema u koljenu, nego smo samo inhibirali receptore i time doveli tijelo u još veću opasnost od ozljeđivanja.

Manualnim testiranjem mišićne funkcije možemo egzaktnije ustanoviti uzrok problemu i time ga preciznije i efikasnije riješiti. Manualnim testiranjem testira se mišićna funkcija čovjeka. Ona je bitna jer ukazuje na pravilno, odnosno, češće, nepravilno funkcioniranje mišića. A pravilno funkcioniranje mišića bitno je kako bi se tijelo kretalo skladno, efikasno i s najmanjim rizikom od ozljeđivanja. Manualno testiranje mišićne funkcije zapravo procjenjuje odnos između središnjeg živčanog sustava i proprioceptora koji se nalaze u mišićima, ligamentima i tetivama tijekom izvedbe određenog pokreta ili obrasca kretanja.

Svaki pokret započinje u središnjem živčanom sustavu. Sama mišićna kontrakcija inicirana je električnim impulsom koji se putem odgovarajućeg živca prenosi na mišićna vlakna koja su inervirana tim živcem. Aktivacija mišića putem živca koji inervira mišić ima za posljedicu i mehanički i električni odgovor. Električni odgovor širi se površinom svakog mišićnog vlakna izazivajući proces nazvan sprega podraživanja i kontrakcije (eng. *exitation – contraction coupling*). Najvažniji koraci u tom procesu su sljedeći:

1. Na razini živčano-mišićnog spoja (neuromuskularne sinapse), završetak živčanog vlakna izlučuje neuroprijenosnik acetilkolin koji uzrokuje naglu promjenu električnog napona u mišiću
2. Električni signal putuje površinom i uzduž mišićnih vlakana

[1] Primjer preuzet s https://tao-fit.com/foam-rolling-the-it-band/ (2.8.2018.)

3. Električni signal uzrokuje opuštanje kalcijevih iona u unutarstaničnu tekućinu mišićnog vlakna; ovaj korak predstavlja poveznicu između podražaja (eksitacije) i kontrakcije
4. Kalcijevi ioni otkrivaju aktivna mjesta na aktivnim nitima i na njih se odmah zakače miozinske niti
5. Putem ovih spojeva (poprečnih mostova) svaka miozinska nit povlači aktinsku nit (koja se s njom preklapa na njenom kraju) prema svom središtu, stvarajući tzv. ciklus poprečnih mostova (eng. *cross-bridge cycling*), što je ustvari mehanički odgovor na električni signal (Mikulić i Marković, 2016, str. 26)

Ciklus poprečnih mostova uključuje četiri koraka:

1. Pričvršćivanje miozina na aktivno mjesto aktinske niti (kada se aktivno mjesto otkrije u prisutnosti kalcijevih iona)
2. Okretanje glave miozina kako bi povukla aktin prema sebi
3. Otpuštanje glave miozina od aktina
4. Reakcija miozina (Mikulić i Marković, 2016, str. 26)

Informacije vanjskog podražaja dolaze putem aferentnih živaca koji senzorne informacije dovode do središnjeg živčanog sustava u obliku živčanih impulsa, a odgovor na te informacije dolazi putem eferentnih živaca kojima motorička naredba putuje od središnjeg živčanog sustava prema mišićima (Frost, 2002, str. 21). Te informacije registriraju proprioceptori koji se nalaze u tetivama, mišićima, ligamentima i koži.

U ovom su nam slučaju bitni mišićni receptori jer mišić ima dvije funkcije. Prva je funkcija kontrakcija, koja omogućava pokret, i to je aktivna funkcija. Druga funkcija, tj. pasivna funkcija, je održavanje mišićnog tonusa. Mišićni tonus je stanje mišićne napetosti koje se održava dok je tijelo, ili dio tijela, u mirovanju.

Proprioceptori koji su najviše uključeni u rad mišića su mišićno vreteno i Golgijev tetivni organ. Oni direktno utječu na posturu ljudskog tijela i na pokret. Mišićno vreteno je receptor koji je zadužen za nadzor dužine mišića, a Golgijev tetivni organ nadležan je za praćenje napetosti u mišiću (Frost, 2002, str. 22).

2.2. Mišićno vreteno

Mišićno vreteno je receptor koji se nalazi u skeletnim mišićima, točnije, u trbuhu samog mišića. Dugačko je 2-20 milimetara te je obavijeno vezivnim tkivom. Unutar mišićnog vretena nalazi se 3-10 tankih intrafuzalnih mišićnih vlakana, koja leže paralelno u odnosu na mnogo veća ekstrafuzalna mišićna vlakna (mišićna vlakna koja proizvode silu) koja se nalaze van opne (Frost, 2002). Mišićno je vreteno primarni izvor osjetnih informacija koje dolaze iz svih skeletnih mišića, a posebno je brojan kod mišića koji su zaduženi za kontrolu pokreta. Osim toga, sadrži mišićna vlakna pa ima i sposobnost pokreta, odnosno, pomaže pri izvođenju pokreta. Ono daje informacije o veličini istezanja mišića i brzini promjene istegnutog mišića. Te se informacije prenose od mišićnog vretena sve do središnjeg živčanog sustava. Mišićno vreteno ima vrlo bitnu ulogu u refleksnoj kontroli kontrakcije te pri kontroli i nadzoru voljnih pokreta (Mikulić i Marković, 2016).

Tijekom testiranja mišićne funkcije ili bilo kakve aktivnosti u kojoj se pokreće opterećenje, postoje dvije vrste stimulansa na mišiće - alpha i gama eferentni stimulansi. Alpha stimulacija ekstrafuzalnih vlakana proizvodi silu kontrakcije. Gama stimulacija intrafuzalnih vlakana isteže središnje područje mišićnog vretena. Receptor koji šalje impuls počinje slati još jači impuls od normalnog u središnji živčani sustav. Time se stvara „naredba“ za još jačom kontrakcijom u mišićima kako bi se ispunili određeni zahtjevi. Rezultat je jače slanje signala koje se šalje natrag kroz alpha motorički živac kako bi ekstrafuzalna mišićna vlakna povećala silu kontrakcije (Frost, 2002).

Mišićno vreteno nosi odgovornost za prijenos informacija središnjem živčanom sustavu o dužni mišića i promjenama dužine. Kako ispitivač pri manualnom testiranju mišićne funkcije postavlja veći pritisak na ispitanikov dio tijela koji se testira, ispitanikovo mišićno vreteno nadzire promjene koje se događaju u dužini mišića i reagira na njih tako da javlja živčanom sustavu da proizvede dovoljno veliki intenzitet alpha živčanog signala te da kontrahira mišić dovoljno jako kako bi ekstremitet ili neki drugi dio tijela zadržao poziciju. Ako mišićno vreteno ne šalje primjeren signal, mišićni će test biti slab (Frost, 2002).

Zajednička aktivnost alpha i gama živaca u mišićnom vretenu je ono što čini kontrakciju mišića koordiniranom i skladnom. Posturalni ili tonični mišići drže relativno visoku razinu tonusa kroz duže vrijeme i time aktivnosti tih mišića ne zahtijevaju finu i skladnu koordinaciju. Zato posturalni mišići sadrže manje mišićnih vretena. Fazični mišići izvode puno finih motoričkih i brzih pokreta pa time imaju i veću količinu mišićnih vretena.

Mišićno vreteno koje normalno funkcionira neprestano šalje signale živčanom sustavu o dužini mišića. Dužina mišića može se manualno prilagoditi manipulacijom mišićnog vretena. Povlačenjem ili štipanjem mišićnih vretena (slika 1) jedno prema drugom smanjujemo napetost intrafuzalnih mišićnih vlakana. Time se šalje signal slabijeg inteziteta nego što bi se normalno slao. To privremeno smanjuje razinu slanja alpha eferentnog živca, što rezultira manjom napetošću u ekstrafuzalnim vlaknima odgovornim za mišićnu jakost. Time povlačenje ili štipanje mišićnog vretena uzrokuje to da mišić postane trenutno slab. Ova se metoda inače koristi kako bi se utvrdilo hoće li mišić normalno funkcionirati u odgovoru na vanjske podražaje (Frost, 2002).

Također je moguća i suprotna aktivnost. Istezanjem i aktiviranjem mišićnog vretena tako da razvučemo mišić svaki kraj na svoju stranu istežemo intrafuzalno vlakno povećavajući izlaz prema živčanom sustavu (slika 2). Time možemo postići jaču aktivaciju kontrakcije, odnosno, možemo povećati napetost (Frost, 2002). Zbog toga se pretpostavlja da kod većih trauma i istezanja dolazi do istezanja mišićnog vretena čime se poremećuje prijenos signala, odnosno, stvara se stalna napetost u mišićima koja nakon dužeg vremena može utjecati na posturu.



Slika 1. Povlačenje mišićnog vretena
(Izvor: osobna arhiva autora)



Slika 2. Istezanje mišićnog vretena
(Izvor: osobna arhiva autora)

2.3 Golgijev tetivni organ

Golgijevi tetivni organi smješteni su u tetivama, odnosno, u spoju skeletnog mišića i tetive. Ti se receptori nalaze blizu površine mišićno-tetivnog tkiva i svoje impulse šalju prema leđnoj moždini preko aferentnih vlakana tipa 1b. Golgijev tetivni organ nadzire napetost u tetivama i reagira na promjene u njima. Prati povećanje napetosti tijekom kontrakcije, odnosno, smanjenje usred relaksacije mišića. Ima suprotnu funkciju od mišićnog vretena (Mikulić i Marković, 2016, str. 18).

Golgijev tetivni organ ima dvije funkcije tijekom kontrole pokreta. Prva se, zaštitna funkcija, očituje u registriranju visoke razine napetosti u skeletnom mišiću. Tijekom velike napetosti tetive dolazi do inhibicije kontrahiranog mišića koju uzrokuje Golgijev tetivni organ (Frost, 2002). Dobar primjer za to je izvođenje mrtvog dizanja. Pri toj aktivnosti, usred dizanja utega velike mase i postizanja velike mišićne napetosti, dizači utega ponekad jednostavno ispuste uteg jer im tijelo u tom trenutku više ne može podnijeti mišićnu napetost.

Druga je funkcija informacijska. To je funkcija kojom Golgijev tetivni organ osigurava osjetne informacije koje prenosi do leđne moždine. Radi se i o najmanjim promjenama napetosti koje se događaju u mišićima i tetivama, a koje osiguravaju povratne informacije koje pomažu pri kontroli pokreta i njegova izvođenja (Mikulić i Marković, 2016).

Tretman na Golgijevom tetivnom organu može se također koristiti za prilagodbu razine mišićne napetosti. Usred jake mišićne kontrakcije, dužina mišićnog vretena stalno se prilagođava, tako da ona uvijek ostaje „osjetljiva“ i pomaže u kontroli pokreta, ali se zbog povećane napetosti u mišiću povećava i osjetljivost Golgijevog tetivnog organa.

2.4. Postura tijela

Tijekom manulanog testiranja mišićne funkcije vrlo je bitan čimbenik optimalna postura tijela. Dobra postura tijela bitna je ne samo zbog izgleda, nego i zbog zdravlja, odnosno, pravilnog položaja tijela i zglobova u prostoru. Za optimalno zdravlje zglobova i mišića tijekom izvođenja vježbi svaki zglob treba biti centriran, odnosno, u optimalnoj poziciji za vježbanje (to jest u poziciji u kojoj postoji najmanji rizik od ozljeđivanja). Kao što je ranije navedeno, trenutno postoji neograničeni broj korektivnih vježbi za posturu – vježbe jačanja,

stabilizacije, istezanja ili pokretljivosti. Nažalost, te vježbe često imaju minimalan ili nikakav učinak na poboljšanje posture. Razlog tomu je što te vježbe ne mijenjaju obrazac kretanja. Najčešće problem nije u „krutom mišiću“ ili u „slabom“ mišiću nego u mišićnim receptorima koji nepravilno i neskladno funkcioniraju te šalju krive informacije putem aferentnih senzornih živaca u središnji živčani sustav. Kada središnji živčani sustav reagira ispravno na neispravnu informaciju, neispravni izlazni signal bit će poslan putem eferentnih motorički živaca. To će rezultirati hipertoničnim mišićima (napetim mišićima koji su bolni na dodir) ili hipotoničnom mišićima (mišići sa sniženim tonusom). To će uzrokovati loš strukturalni srazmjer između mišića, odnosno, lošu posturu i nekoordinirani pokret, to jest, loš obrazac kretanja.

Informacije koje dolaze iz Golgijevog tetivnog organa i mišićnog vretena odgovorne su za kvalitetu posture i obrasca kretanja te većinu subjektivnog osjećaja posture i pokreta. Loša postura može uzrokovati bol i nelagodu ako je ekstremna, a ako je minimalna i ne uzrokuje bol, može je se zanemariti. Kada netko s lošom posturom krene sjesti ili ustati, on to čini napinjući antagoniste na već napete i skraćene mišiće. Postura time izgleda ispravno, ali je zapravo još više napeta. Skraćeni i napeti mišići još su uvijek stisnuti. Njihovi antagonisti sada su isto napeti boreći se protiv napetih agonista. Rezultat je nesrazmjer dvaju mišića sa zglobom što najčešće završava osjećajem još veće neugode i boli nego prije.

Uputiti osobu da ne bude "pogrbljena" te da se uspravi ne stvara trajne promjene u posturi jer se informacije u proprioceptorima nisu promijenile. Rezultat tog pokušaja je da se stara napetost barem malo promijeni, ali to se ne događa, nego se na staru napetost dodaje još više napetosti. Time nova postura uzrokuje nelagodu, a stara postura pruža ugodu (Frost, 2002). Tipični problemi sa posturom su naglašena kifoza kralježnice, naglašena lordoza kralježnice te skolioza. Ako želimo napraviti trajne promjene u posturi moramo utjecati na proprioceptore. Točnije, moramo korigirati njihov prijenos informacija iz središnjeg živčanog sustava do mišića.

Očito je da ako poravnanje tijela izađe iz optimalne pozicije u odnosu na gravitaciju, određene skupine mišića će se morati kontrahirati kako bi održale tijelo u ravnoteži. Dugotrajno zadržavanje te pozicije zahtijeva da se ti mišići nepotrebno i dugotrajno kontrahiraju, čime se inhibiraju antagonisti, a zatim se drugi mišići trebaju kontrahirati kako bi nadomjestili posao koji bi inhibirani antagonisti trebali obaviti. Ovime dobivamo lančanu reakciju nepravilnih i napetih mišića koji su neurološki neorganizirani te dovode do nelagode

i boli (Frost, 2002). Stoga je cilj manulanog testiranja mišićne funkcije ustanoviti disbalans između proprioreceptora te ga korigirati.

3. KAKO MANUALNO TESTIRATI MIŠIĆNU FUNKCIJU?

Većina mišića vezana je kroz tetive s obje strane za kosti koje se susreću sa zglobom koji je pokretan. Kada se mišić kontrahira, on se skraćuje. To skraćivanje povlači kosti na koje se mišići hvataju.

Kako bismo pripremili mišić za testiranje, potrebno je dio tijela koji se testira staviti pod određeni kut, točnije, pod onaj kut u kojem mišić obavlja svoju funkciju (slika 3).



Slika 3. Prikaz općeg principa mišićnog testiranja

(Izvor: osobna arhiva autora)

Nakon toga, ispitivač postavlja ruku u suprotnom smjeru od pokreta koji ispitanik treba napraviti. Na znak ispitivača ispitanik započinje s pokretom, a ispitivač izjednačava ispitanikov pritisak. Važno je napomenuti da pritisak ispitivača mora biti lagan, jer bi jači pritisak proizveo kompenzacije i dao krive rezultate. Samo trajanje pritiska ne smije biti duže

od 2-3 sekunde. Ako ispitanik uspije zadržati poziciju, kažemo da je mišić jak, odnosno, da ima dobar neurološki odgovor na testiranje. S druge strane, ako ispitanik "padne", to jest ne uspije zadržati poziciju, kažemo da je mišić slab, odnosno, inhibiran.

Pri započinjanju pritiska ispitivača ispitanikovi osjetilni receptori u dijelu tijelu koji se testira prate pritisak i prenose informacije do središnjeg živčanog sustava. Središnji živčani sustav obrađuje te informacije pa šalje odgovor i potrebne signale da se dio tijela koji se testira opire pritisku. Ti signali prolaze kroz motoričke živce do mišića koji je testiran te se mišić kontrahira. Ako veza između ekstremiteta koji je testiran i središnjeg živčanog sustava normalno funkcionira, onda će mišić biti jak, a ako postoje bilo kakve smetnje između središnjeg živčanog sustava i mišića koji je testiran, on neće moći pružiti otpor pa tada kažemo da je mišić slab. Bitno je naglasiti da „slab“ mišić tijekom testiranja nije nužno slab mišić. Jakost je definirana kao vršna sila koju proizvedemo maksimalnom voljnom kontrakcijom u definiranim uvjetima (Marković, 2009), a tijekom testiranja je definiramo kao normalno funkcioniranje odnosa između središnjeg živčanog sustava i proprioceptora. U nekim slučajevima ispitanici neće biti u mogućnosti zadržati zadanu poziciju ili će se pojaviti bol. Ta se pojava također tretira kao slabi mišić.

Ovakav način testiranja nazivamo „testiranje na čisto“[2], što znači da se mišić, odnosno, obrazac kretanja kojeg izvodi određeni mišić, testira zasebno bez ikakvih vanjskih utjecaja. Pored „testiranja na čisto“ koristimo i mišićno testiranje pomoću „indikatora“. U ovom tipu testiranja mišić koji je testiran prije, bio on jak ili slab, korišten je za testiranje nekog drugog stimulansa. Taj drugi stimulans može biti pritisak na područje gdje postoji bol ili gdje pretpostavljamo da je uzrok problemu primjerice područje ozljede ili ožiljak. Ako postoji veza između prethodno testiranog mišića i stimulansa (odnosno, u ovom slučaju – pritiska), mišić koji je prethodno bio slab treba postati jak i obrnuto. Stimulans koji postavljamo, a u kojem dodirujemo bolno mjesto ispitanika ili on to radi sam, zovemo „područje terapijske lokalizacije (TL)“[3]. U praksi ispitivači često rade TL na ispitaniku zbog efikasnosti, učinkovitosti i brzine, a u nekim posebnim slučajevima (primjerice kod izrazito osjetljivih ili intimnih područja ili u slučaju ako je ispitanik škakljiv) TL provodi ispitanik.

TL može biti aktivan i pasivan. Pasivan TL je već opisan u tekstu – TL je pasivan kada ispitanik ili ispitivač postavlja svoj dlan ili prste na mjesto za koje se smatra da je povezano s

[2] Vlastiti prijevod s engleskog jezika - „in the clear“

[3] Vlastiti prijevod s engleskog jezika - „therapy localization“

mišićem koji je prethodno bio testiran. Aktivan TL je svjesna aktivacija mišića ili postavljanje u poziciju u kojoj je mišić aktivan, a za kojeg mislimo da je dio veze s mišićem kojeg smo prethodno testirali.

TL nije metoda za otklanjanje problema boli ili napetosti mišića, nego samo pomoćni alat u dijagnostici. Nakon što smo pomoću TL metode pronašli par mišića, koristimo drugi indikator, odnosno, testiramo mišić na kojem smo napravili TL metodu u odnosu na prvobitno testiran mišić. Ova metoda otkriva nam koji je mišić, odnosno obrazac, uzrok problemu. Često se smatra da su hipertonični mišići jaki mišići, a ovaj nam indikator pokazuje da to baš i nije tako. Isto tako, često mišići koji su prvobitno pri testiranju bili slabi, ovim indikatorom ispadnu jaki. Ovom metodom utvrđujemo koji je mišić facilitiran[4], a koji inhibiran[5].

Čest primjer za takav odnos je kod mišića *rectus femoris* i mišića *gluteus maximus*. Primjerice, ako provodimo manualno testiranje na stolu, pri ispitivanju u ležećoj poziciji, navedeni mišići znaju biti jaki, a testirajući ih u odnosu jednog na drugog, najčešće je m. *gluteus maximus* inhibiran, a m. *rectus femuris* facilitiran. Taj je odnos bitan jer oba mišića imaju važnu ulogu kod hodanja, trčanja, skakanja, itd. Zasebnim testiranjem ne bismo otkrili disbalans, ali u odnosu jednog naspram drugog, primjećujemo da disbalans postoji i da može biti uzrok boli.

Tijekom testiranja je potrebno paziti na smetnje i kompenzacije koje mogu dati lažan rezultat. Započevši od pogreški koje ispitivač može napraviti, to su najčešće prejak pritisak ili prerani početak pritiska. Jasno je da ako ispitivač krene ranije i time iznenadi ispitanika, ispitanik nema izgledne šanse da aktivira mišić i započne s pokretom. Najčešće kompenzacije kod ispitanika su hvatanje za stol, zadržavanje daha, stiskanje čeljusti, okretanje očima, uvijanje i prerano kretanje u pokret. Sve se one pojavljuju zbog nemogućnosti izvršavanja pokreta i time se tretiraju kao da je slab mišić.

Važno je naglasiti da se samo u svrhu lakše komunikacije spominje testiranje zasebnog mišića i mišićne funkcije, a to zapravo nije slučaj, s obzirom na to da su svi mišići međusobno povezani i surađuju zajedno tijekom izvođenja određenog pokreta ili obrasca gibanja. Time mi testiramo obrazac gibanja kojeg izvode određeni mišići, ali u tom obrascu gibanja pokušavamo izolirati određeni mišić, točnije, glavnog agonista koji izvodi pokret.

[4] Mišić antagonist koji je preuzeo funkciju svog antagonističkog mišića
[5] Mišić antagonist čiju je funkciju preuzeo facilitirani mišić

4. PRIMJERI IZ PRAKSE

Manualno se testiranje mišićne funkcije u praksi najčešće primjenjuje u svrhu otklanjanja i rješavanja boli i velikih disbalansa koji uzrokuju tu bol. Najčešći bolovi obuhvaćaju bolove u lumbalnom dijelu kralježnice, trzajne ozljede vrata, bolove u području kuka, koljena i druge. Prema autoru ovog rada, primarna je svrha praktične primjene manualnog testiranja mišićne funkcije poboljšanje posture, tehničkog izvođenja pojedinih vježbi i sportskog performansa. U ovom će se radu prikazati tri primjera korištenja manualnog testiranja mišićne funkcije, korak po korak.

4.1. Primjer 1

Za početak svakog testiranja, potrebno je upoznati ispitanika i njegovu anamnezu. U prvom slučaju imamo osobu koja se dugi niz godina bavi sportom, točnije, gimnastikom. O njoj znamo da je imala veći broj uganuća gležnja i problema s ramenom. Ovaj put nam dolazi zbog problema u području zgloba kuka. Naime, žali se na "pucanje" u zglobu kuka i pojave nelagode kod izvođenja čučnja, a kod većih opterećenja i umora dolazi do jakog "pucanja" i nelagode što tu osobu sprečava u daljnjem izvođenju čučnja.

1. Prije nego što započnemo sa samim testiranjem mišićne funkcije, potrebno je analizirati posturu ispitanika i njegov obrazac kretanja. To je važno kako bismo mogli preciznije uočiti u čemu bi mogao biti problem te je li on bilateralan ili unilateralan. U ovom slučaju primjećujemo da ispitanik podvlači zdjelicu te se većinom naginje (lateralna fleksija) na jednu stranu. Time možemo pretpostaviti da se radi o unilateralnom problemu (slika 4).



Slika 4. Čučanj na početku procjene (Izvor: osobna arhiva autora)

2. Zatim osobu postavljamo na masažni stol, radimo opći pregled pokretljivosti u zglobu kuka i tražimo mjesto boli i "preskakanja" (slika 5).

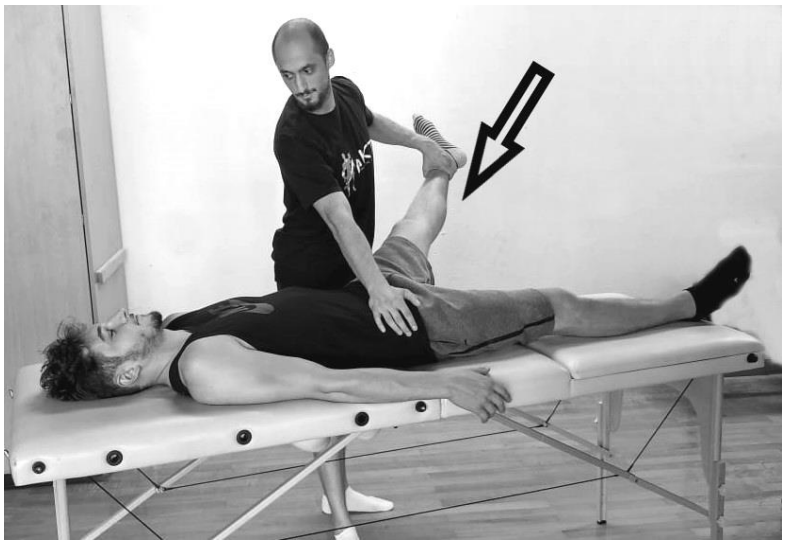


Slika 5. Analiza pokretljivosti zgloba kuka i analiza bolnih mjesta (Izvor: osobna arhiva autora)

3. Nakon svih prethodnih općih analiza, prelazimo na testiranje mišićne funkcije. Osobu postavljamo u poziciju fleksije i abdukcije. S testnom rukom pridržavamo nogu i time omogućavamo da se ispitanik u potpunosti opusti, a drugu ruku

postavljamo na točku *anterior superior iliac spine* čime mu fiksiramo zdjelicu i onemogućujemo njezinu rotaciju.

4. Nakon što smo ispitanika postavili u poziciju za mišićni test, možemo započeti sa samim testiranjem. To vršimo tako da vodimo ispitanika kroz disanje te mu kažemo kada da započne sa pokretnom. Nakon što je ispitanik započeo pokret, ispitivač lagano izjednačava pritisak te vodi pokret ruke suprotno od pokreta koji ispitanik izvodi svojom nogom (slika 6).



Slika 6. Mišićni test za m. psoas *(Izvor: osobna arhiva autora)*

5. U ovom slučaju ispitanik ne može zadržati poziciju noge što nam govori da je mišić slab.

6. Nakon što smo ustanovili jedan mišić koji nam je potreban za rješavanje problema (a to je u ovom slučaju m. *psoas*), krećemo tražiti njegov par. Logičnim razmišljanjem gledamo njegove antagoniste. Osim toga, palpacijom antagonističkih mišića možemo pronaći hipertonične mišiće te ih testirati.

7. Palpacijom pronalazimo hipertonični m. *tensor fascia lata* (TFL) te ga testiramo TL metodom da vidimo imamo li povezanost između njega i m. *psoasa*.

8. TL metodom laganim pritiskom na TFL, koji nam u ovom slučaju služi kao indikator, ponavljamo test za m. *psoas*. I u ovom slučaju test nam pokazuje da je m. *psoas* postao jači što znači da imamo vezu između dva mišića.

9. Zadnji postupak u samom testiranju je provjeriti koji je točno odnos između m. *psoasa* i TFL-a, a to ćemo provjeriti tako da testiramo jedan mišić za drugim, koji će u ovom slučaju služiti kao indikator. Zapamtimo, nije uvijek onaj mišić koji je prethodno bio slab inhibiran.

10. Najprije testiramo TFL koji je jak te odmah nakon njega testiramo m. *psoas* koji postaje još slabiji, što nam ukazuje da je TFL facilitator, a m. *psoas* mišić koji je inhibiran (slika 7).

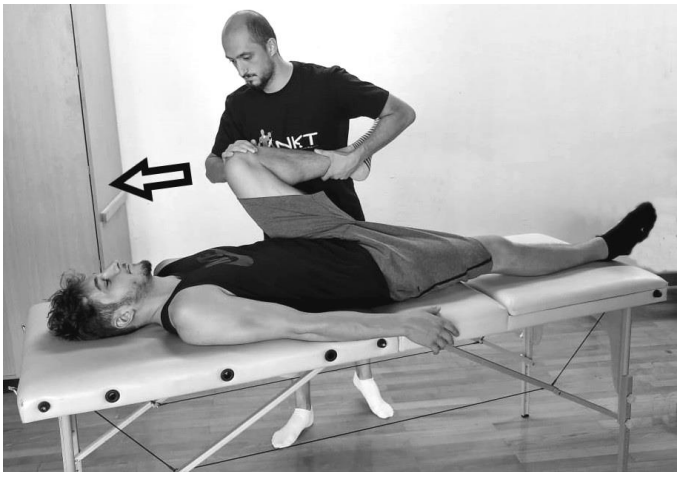


Slika 7. Mišićni test za m. tensor fascia late *(Izvor: osobna arhiva autora)*

Nakon primjene manualnog testiranja mišićne funkcije možemo sa sigurnošću znati koji je mišić potrebno opustiti, a koji jačati. U ovom slučaju, opuštali smo TFL jednu minutu te kroz par ponavljanja izometričke kontrakcije (u kojoj smo imitirali test m. *psoas*) aktivirali njegovu funkciju.

Za kraj smo ponovili test pokretljivosti i odmah ga integrirali u pokret da provjerimo ima li promjena. U ovom slučaju, promjene su lako vidljive (slike 9 i

10). Ispitanik će dobiti vježbe koje će raditi kod kuće kako bi promjene bile trajne, jer, iako smo napravili terapiju, ispitanik mora promijeniti i automatizirati novi obrazac kretanja kako se problem ne bi ponavljao. Vježbe će biti u obliku veze koju smo dijagnosticirali između TFL-a i m. *psoasa*. Prvi će korak biti opustiti TFL jednu minutu, a zatim jačati m. *psoas* izometričkom kontrakcijom imitirajući test. Slike 8 i 9 prikazuju stanje nakon testiranja i terapije.



Slika 8. Opseg pokreta nakon primjene terapije (Izvor: osobna arhiva autora)



Slika 9. i Slika 10. Čučanj nakon primjene terapije i prije primjene terapije (Izvor: osobna arhiva autora)

4.2. Primjer 2.

1. Osoba dolazi s problemima u vratu. Pokazuje ograničenu pokretljivost u fleksiji vrata i rotaciji u desnu stranu. Ozljeda je nastala usred prometne nesreće prije osam godina. Tijekom posturalne analize glava je u protrakciji i laterofleksiji. Osoba se također žali na povremene glavobolje i mučninu (slike 11, 12, 13).



Slika 11. Ograničena pokretljivost u vratnoj kralježnici (Izvor: osobna arhiva autora)



Slika 12. Naglašena kifoza vratne kralježnice (Izvor: osobna arhiva autora)



Slika 13. Vrat u opuštenoj poziciji je u protrakciji i laterofleksiji
(Izvor: osobna arhiva autora)

2. Nakon što smo detaljno uzeli anamnezu svih ozljeda i nesreća te aktivnosti kojima se osoba bavi, započinjemo s manualnim testiranjem funkcije mišića vrata.

3. Palpacijom provjeravamo mišiće koje izvode pokret protrakcije i laterofleksije te mišiće koji izvode rotaciju u smjeru u kojem je ograničen pokret. Također palpiramo antagoniste tih mišića.

4. Tijekom palpacije osjetimo da su oba m. *sternocleidomastoideusa* (SCM) hipertonična. Ostali su mišići normalnog tonusa (slika 14).

5. Testiranje započinjemo s desnim SCM koji ispada slab na testiranje (slika 15).

6. Zatim testiramo lijevi SCM koji je također slab (slika 16).

7. Provodimo metodu TL na lijevom SCM-u dok testiramo desni SCM da provjerimo ima li povezanosti između disfunkcija dvaju SCM-a.



Slika 14. Hipertonični m. sternocleidomastoideus

(Izvor: osobna arhiva autora)



Slika 15. Mišićni test za desni m. sternocleidomastoideus

(Izvor: osobna arhiva autora)

8. Desni SCM postaje jači što znači da su dva SCM-a u ovom slučaju par i uzrok problema bolova u vratu i time posturalnih problema, ali trenutačno još ne znamo koji je jak, a koji slab.

9. Kako bismo to utvrdili, koristimo test na lijevom SCM-u kao indikator, nakon čega odmah testiramo desni SCM.



Slika 16. Mišićni test za lijevi sternocleidomastoideus

(Izvor: osobna arhiva autora)

10. Desni SCM postaje jači što nam govori da je on fascilitiran, odnosno, mišić koji radi previše, a lijevi ne radi dovoljno.

11. Manualno opuštamo desni SCM jednu minutu te nakon što smo ga opustili kroz par izometričkih kontrakcija oponašajući test aktiviramo lijevi SCM.

12. Za kraj provjeravamo jesmo li utjecali na pokretljivost i posturu. Kao što vidimo na slikama 17 i 19 promjene su brze. No, kao i u prvom primjeru, ako želimo da su promjene trajne, moramo promijeniti obrazac kretanja za koji je potrebno određeno vrijeme. Osoba dobiva vježbe koje će raditi kod kuće te nakon tjedan dana mora doći na ponovni pregled da se utvrde promjene. Zadane vježbe sastoje se od opuštanja desnog SCM-a laganim masiranjem jednu minutu koje prate tri lagane izometričke aktivacije lijevog SCM-a.




Slika 17. i Slika 18. Promjene nakon rješavanja disbalansa; stanje prije rješavanja disbalansa

(Izvor: osobna arhiva autora)



Slika 19. Vrat se polagano vraća u svoju prirodnu poziciju (Izvor: osobna arhiva autora)

4.3. Primjer 3

Treći je primjer povezan sa simptomom koji se najčešće viđa u praksi, a to su bolovi u donjem dijelu leđa. Takvi su bolovi najčešće mišićno-koštani problem, a osim toga su uzrok nemogućnosti obavljanja određenog posla (u težim slučajevima, čak i odlaska na posao). Time bolovi u donjem dijelu leđa stvaraju veliki ekonomski problem jer zaposlenici ne mogu obavljati posao za koji su plaćeni (Moosajee i Kalla, 2015).

Uzrok bolova u donjem dijelu leđa često se povezuje sa degeneracijom diska ili diskus hernijom. Iako to ponekad zaista je uzrok problema, najčešće, ipak, nije. To prikazuju podaci o tome da 64% ljudi kroz život ima neku abnormaliju na disku bez prijavljenih bolova, a od toga je 52% diskus hernija, 27% protruzija diska i 1 % ekstruzija diska, s time da 38% ljudi ima abnormalniju u više diskova. Prema sistematskom pregledu literature kojeg je autor navedenog istraživanja napravio (Brinjikji i Luetmer, 2015) "rasprostranjenost degeneracije diska u osobama koje nemaju simptome povećava se sa 37% od pojedinaca koji imaju 20 godina do 96% od pojedinaca koji imaju 80 godina" [6] .

U praksi se pokazalo da su bolovi u leđima najčešće problem disbalansa u mišićima uzrokovanih lošom posturom ili različitim stilovima života, a upravo će se takav jedan slučaj prikazati u ovom primjeru.

1. Osoba dolazi s bolovima u donjem dijelu leđa. Nema ozbiljnije prijašnje traume, operacije, ni nezgode. Međutim, vodi sjedilački način života. Profesija joj je prevođenje, što znači da 8-12 sati dnevno (ponekad i više) provodi sjedeći i prevodeći razne tekstove.

2. Započinjemo s analizom posture u kojoj je jasno vidljivo kifotično držanje torakalnog dijela kralježnice te naglašeni posteriorni tilt zdjelice .

3. Na test ekstenzije i fleksije osoba ima urednu fleksiju, ali bolnu i ograničenu ekstenziju u kojoj se također vidi naginjanje na lijevu stranu (slika 20).

[6] Preuzeto s https://bretcontreras.com/degeneration-more-like-normal-aging/ (3.8.2018)



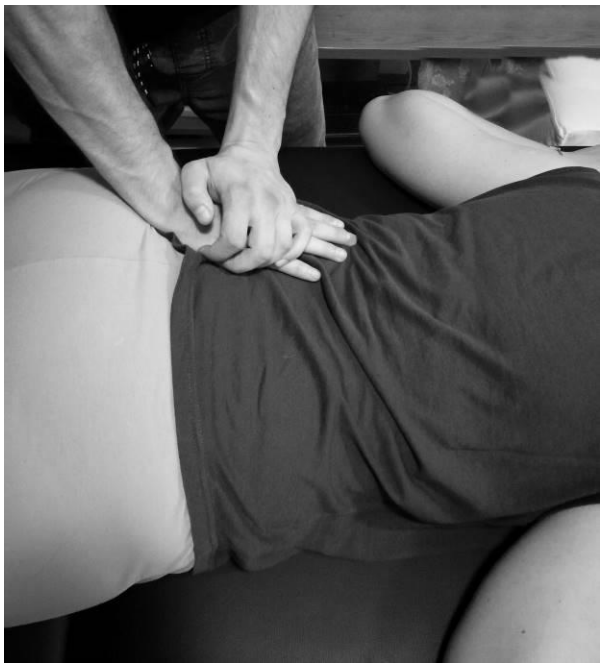
Slika 20. Procjena ekstenzije trupa (Izvor: osobna arhiva autora)

4. Na pitanje da prikaže bolno mjesto, osoba prikazuje bolove u sakroilijakalnom zglobu (SI zglob).

5. Osobu postavljamo potrbuške na masažni stol te prvo gledamo pokretljivost u SI zglobu. Primjećujemo ograničenost u pokretljivosti lijevog SI zgloba u odnosu na desni (slika 21).

6. Osoba se okreće na leđa te započinjemo sa manualnim testiranjem mišićne funkcije.

7. S obzirom na to da se bolovi pojavljuju u SI zglobu, gledamo mišiće koji su vezani za njega ili za zdjelicu. Time prvo testiramo m. *quadratus lumborum (*QL*)* koji se veže za *iliac crest* (slika 22).



Slika 21. Manuala procjena pokretljivosti SI zgloba
(Izvor: osobna arhiva autora)



Slika 22. Mišićni test za QL (Izvor: osobna arhiva autora)

8. Testiramo lijevu stranu QL-a koji ispada slaba.

9. TL metodu primjenjujemo na područje boli na SI zglobu, a zatim ponovno testiramo QL te on postaje jak.

10. To nam pokazuje da imamo vezu između SI zgloba i QL-a.

11. Iako SI zglob nije mišić, oko njega postoji puno ligamenata koji također sadrže proprioceptore koji mogu uzrokovati bol i nelagodu, ali i posturalne probleme.

12. Nakon što odradimo opuštanje ligamenta i aktivaciju QL-a, provjeravamo jesu li se dogodile očekivane promjene kod pokretljivosti SI zgloba.

13. SI zglob dobiva natrag svoju pokretljivost te su bolovi značajno smanjeni, ali nismo napravili značajne pomake u posturi što nam govori da ova ispitanica ima još "skrivenih" problema, osim bolova u donjem dijelu leđa.

14. Ispitanica dobiva vježbe koje će kod kuće izvoditi kako bi sanirala bol u leđima, ali za trajnije promjene i sprečavanje daljnjih pojava boli morat će doći još nekoliko puta na tretman kako bi se dugotrajno riješili posturalni problemi.

Navedena su tri primjera prikazala neke od najčešćih situacija s kojima se susrećemo u praksi. Važno je napomenuti da za iste simptome uzrok može biti u potpunosti drugačiji nego u provedenim testiranjima. Ovi su primjeri prikazali kako se brzo i efikasno može riješiti neke dugoročne probleme te kako nekad uzroci problema nisu oni koji se na prvi pogled čine. U zadnjem je primjeru prikazano kako su ligamenti i tetive sastavni dio ove metodologije te kako ponekad postoji više čimbenika koje treba uzeti u obzir pri testiranju.

5. ZAKLJUČAK

Iako se manualno testiranje mišićne funkcije čovjeka prakticira već duže vrijeme, zapravo se malo zna o njegovim mehanizmima i preciznosti. U praksi se pokazalo da takva tehnika funkcionira i da je koristan alat za rehabilitaciju i terapiju, međutim, ona znanstveno još nije potvrđena i u nekim se krugovima smatra pseudo-znanošću. Razlog je tome samo dokazivanje njezine valjanosti.

Iako su Brookham i suradnici (Brookham, 2008) analizirali valjanost manualnog testiranja mišićne funkcije s elektromiografskom analizom mišića rototorne manžete, testiranja specifičnog mišića su varirala. Samo postavljanje metodologije za utvrđivanje valjanosti je teško jer, ovisno o manualnoj tehnici testiranja, pritisak i testovi variraju pa je time teško utvrditi generalna "pravila". Testiranje se ponekad razlikuje ovisno o tehnici i ispitivaču.

Za sada je najpopularnija metoda tzv. Primijenjene kineziologije koja je i najstarija trenutno postojeća metoda. Korisnici te metode uglavnom su doktori medicine i kiropraktičari. Oni su također jedini koji znanstvenim istraživanjima pokušavaju doprinijeti napretku manualnog testiranja i njegovom prihvaćanju i popularnosti (Cuthbert i Goodheart, 2017).

Kako ubrzano napreduje svijet fitnesa, tehnologija treninga i vježbanja, tako napreduje i znanost o rehabilitaciji i prevenciji od ozljeđivanja. Metode kao što su Primijenjena kineziologija (eng. *Applied Kinesiology*), Neuro-kinetička terapija (eng. *NeuroKinetic Therapy*) ili Anatomski vlakovi/nizovi/putevi (eng. *Anatomy trains*) dobivaju sve veću popularnost kod trenera i voditelja vježbanja te će s vremenom, autor je uvjeren, doći i do znanstvenog potvrđivanja učinkovitosti ovih metoda.

Manulano testiranje mišićne funkcije polagano počinje dobivati svoje mjesto u svijetu vježbanja i treninga, kako kod opće populacije tako i u vrhunskom sportu. Usprkos manjku znanstvenih istraživanja i količine skeptika, ono nalazi svoje mjesto u praktičnoj primjeni i nastavlja se dokazivati kao neizostavan alat u treningu i rehabilitaciji. Sada je na znanosti da pokuša u potpunosti razumjeti i dokazati točno mehanizme metode te kako izmjeriti njezinu valjanost.

6. LITERATURA

Brookham, R., Dickerson, C., i McLean, L. (2008). Electromyography evaluation of rotator cuff manual muscle tests. *Kinesiology Department, Univ. of Waterloo*, .1–3. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/228483957_ELECTROMYOGRAPHY_EVALUATION_OF_MANUAL_MUSCLES_TESTS

Cook, G. (2010). *Movement-Functional Movement Systems: Screening, Assesment and Corrective Strategies.* California, Santa Cruz: On Target Publications

Contreras, B. (2015). Degeneration? More Like Normal Aging. / on line / s mreže preuzeto 3.8.2018. s https://bretcontreras.com/degeneration-more-like-normal-aging/

Chaudhry, H., Schleip, R., Ji, Z., Bukiet, B., Maney, M., Findley, T. (2008). Three-dimensional mathematical model for deformation of human fasciae in manual therapy. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 108(8), 379–390. Dostupno na: http://jaoa.org/article.aspx?articleid=2093620

Walther, D. S., Gavin, M. D. (1988). *Applied Kinesiology: Synopsis*, Triad of Health Publishing

Enoka, R. M. (2008). Neuromechanics of Human Movement, 4th ed. *Champaign*

Garten, H. (2013) *The Muscle Test Handbook: Functional Assessment, Myofascial Trigger Points and Meridian Relationships. Munchen: Elsevier GmBH, Urban & Fischer*

John Fairclough, Koji Hayashi, Hechmi Toumi, Kathleen Lyons, Graeme Bydder, Nicola Phillips, Thomas M. Best i Mike Benjamin (2006). The functional anatomy of the iliotibial band during flexion and extension of the knee: Implications for understanding iliotibial band syndrome. *Journal of Anatomy*, 208(3), 309–316. Dostupno na https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2100245/

Kendall, F.P., Kendall McCreary, E., Provance, P. G., Rodgers, M.M., Romani, W.A. (2005). *Muscles Testing and Function with Posture and Pain Fifth Edition.* Philadelpgia: Lippincott Williams & Wilkins.

Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2006). Textbook of Medical Physiology, 11th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Inc.

Marković, G. (2009). RAZLIKUJMO JAKOST I SNAGU U SPORTU. Kondicijski trening, (str. 9-11). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Myers, T. W., Juhan, D., Chaitow, L. (2001). *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists, Churchill Livingstone Elsevier*

Mikulić, P., i Marković, G. (2015). Odabrana poglavlja iz motoričke kontrole. Zagreb: Interna skripta, KIFZG.

Moosajee, F. i Kalla, A. A. (2015). Approach to Lower Back Pain. *South African Medical Journal*, 105(12), 1–3. doi: 10.7196/SAMJ.2015.v105i12.10249

Ottosson, A. (2010). The First Historical Movements of Kinesiology: Scientification in the Borderline Between Physical Culture and Medicine Around 1850. *International Journal of the History of Sport*, 27(11), 1892–1919. DOI:10.1080/09523367.2010.491618

Frost, R. (2002). Applied Kinesiology - *A training Manual and Reference Book of Basic Principles and Practices.* North Atlantic Books Berkeley, California.

Tai-Fit (2012). Foam Roller on the Band - Waste of Time?/ on line / s mreže preuzeto 2.8.2018. s: https://tao-fit.com/foam-rolling-the-it-band/

Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie D. C,. Llyod-Smith, D. R., Zumbo, B. D., A retrospective case control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med. 2002,* 36(2), 95-101. Dostupno na http://europepmc.org/articles/pmc1724490

Brinjikji, W., Luetmer, P.H., Comstock, B., Bresnahan, B.W., Chen, L.E., Deyo, R.A., … Jarvik, J.G. (2015). Systematic Literature Review of Imaging Features of Spinal Degeneration in Asymptomatic Population. *AJNR Neuroradiol*, 36, 811–816. Dostupno na https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4464797/

Weinstock, D. (2010). NeuroKinetic Therapy. North Atlantic Books Berkely, California