

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

**KINEZIOTERAPEVTSKA VADBA ZA ADDUKTORJE KOLKA PO
KONCEPTU MEHANOTRANSDUKCIJE**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

doc. dr. Vedran Hadžić

RECENZENT:

prof. dr. Damir Karpljuk

AVTOR DELA:

Darjan Spudić

Ljubljana, 2015

ZAHVALA

Zahvala gre mentorju doc. dr. Vedranu Hadžiću za pomoč pri nastajanju diplomskega dela in recenzentu prof. dr. Damirju Karpljuku.

Posebna hvala staršem za vso podporo, prijateljem in vsem, ki so me kakorkoli podpirali pri dosedanjem študiju. Tina, hvala.

KLJUČNE BESEDE

Poškodbe, bolečine v dimljah, preobremenitveni sindromi, adduktorji, tendinopatije, mehanotransdukcija, nogomet

KINEZIOTERAPEVTSKA VADBA ZA ADDUKTORJE KOLKA PO KONCEPTU MEHANOTRANSDUKCIJE

Darjan Spudić

IZVLEČEK

Bolečine v dimljah so resen problem, ki zajema okoli 5 % vseh poškodb pri nogometaših. Najpogostejše se pri bolečinah v dimljah srečamo z bolečino v povezavi z narastiščem adduktorjev kolka na sednično grčo zaradi vleka adduktorjev in posledično degenerativnih sprememb v kitah adduktorjev. Te poškodbe lahko obravnavamo kot ostale tendinopatije ter jih zdravimo po konceptu mehanotransdukcije.

Za razumevanje poškodb v področju dimelj moramo poudariti, da je to področje, kjer se stikajo mišice trupa (prema in poševna trebušna mišica) in mišice spodnjih okončin (adduktorji kolka), ki posebej pri nogometnih gibanjih opravljajo nasprotujoče si naloge in so zaradi specifičnih obremenitev nenehno aktivne. Največji dejavnik tveganja za nastanek bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka je prejšnja poškodba, pozornost pa je potrebno posvečati tudi medmišični koordinaciji v kolčnem sklepu. Zaradi kompleksnosti stanja in posledično otežkočenega lociranja težave so športniki, posebej nogometaši, velikokrat označeni kot simulanti.

Mehanske obremenitve tetive pripeljejo do sprememb v številu tetivnih celic, sintezi DNA, sintezi kolagena in sestavi proteoglikanov v korist tetive. Prav ti mehanizmi ležijo v ozadju učinkovitosti različnih programov ekscentrične vadbe po konceptu mehanotransdukcije, ki so bili dokazani za zdravljenje tendinopatij.

Zastavljen protokol vadbe za rehabilitacijo po overuse poškodbi adduktorjev kolka, ki se najpogostejše pojavljajo pri nogometu in je največkrat poimenovana kot Sindrom bolečine v dimljah, zajema enostavne ekscentrične vaje za adduktorje kolka, ki so izbrane z namenom približanja vadbe čim širšemu krogu športnikom, posebej nogometašem. Cilj protokola je ohraniti moč, gibljivost in kontraktilne lastnosti tkiva z izboljšanjem mehaničnih in strukturnih lastnosti tkiva ter pospešiti celjenje tkiva po konceptu mehanotransdukcije.

KEY WORDS

injuries, groin pain, overuse injuries, adductors, tendinopathy, mechanotransduction, football

KINESIOTHERAPEUTIC EXERCISE FOR HIP ADDUCTORS RELATED GROIN PAIN IMPLEMENTING THE CONCEPT OF MECHANOTRANSDUCTION

Darjan Spudić

ABSTRACT

Groin pain has recently been noticed to be a serious problem which covers approximately 5 % (per cent) of all injuries among football players. Most frequently the pain we come across in the groin area is in connection with the hip adductor muscles. Strain due to the pulling of the adductors consequently lead to degenerative changes within the adductor tendons on the enthesis onto the pelvis. These sort of injuries are treated the way we deal the rest of tendiopathies which are cured in accordance with the mechanotransduction concept.

For better understanding of injuries in the groin area one has to take into consideration that it is the very point where abdominal muscles (rectus abdominis and obliques) and lower extremity muscles (hip adductors) come into contact. Consequently, especially in case of football movements, these muscles perform contradictory tasks which are due to the specific load under constant activity. The highest risk factor for the appearance of the groin pain in connection with the hip adductors is an unhealed previous injury. What is more, a lot of attention has to be paid to the intramuscular coordination in the hip joint. The complexity of the whole situation and a difficulty to detect and then locate the problem accurately often make sportspersons, especially footballers, look like simulants.

Repeated mechanical loading of tendons lead to changes in the number of tendon cells, the DNA synthesis, the synthesis of collagen and changes in the structure of proteoglycans in favour of the tendons. There is no doubt that these mechanisms, which follow the concept of mechanotransduction, are the cause of effectiveness of various programs of eccentric training and have proved to cure tendinopathy.

The present training protocol, which has been made with a view to help people rehabilitate after one of the most common football injuries, hip adductors related groin pain, consists of simple eccentric exercises for hip adductors that have been deliberately chosen with the intention to attract a wider range of sportspeople, particularly football players. The objective of the protocol is to maintain the power, flexibility and contractile characteristics of the injured tissue by improving its mechanical and structural features and to accelerate the healing process of the tissue taking advantage of the mechanotransduction concept as much as possible.

Kazalo vsebine

1.	Uvod	6
1.1.	Problem poškodb pri nogometaših	6
1.2.	Anatomija in funkcija mišičja v dimljah	8
1.3.	Sindrom bolečine v dimljah	12
1.3.1.	Dejavniki tveganja za nastanek sindroma bolečine v dimljah.....	15
1.4.	Cilji in odprta vprašanja	15
2.	Jedro	17
2.1.1.	Sindrom bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka	17
2.1.2.	Mehanizem poškodovanja adduktorjev kolka pri nogometu	17
2.1.3.	Klinična slika in postavitve diagnoze	18
2.2.	Tendinopatije – poškodbe kit in tetiv.....	22
2.2.1.	Zgradba in funkcija kit in tetiv	22
2.2.2.	Poškodbe kit in tetiv	23
2.2.3.	Razmerje stres/deformacija tetive.....	25
2.2.4.	Dejavniki tveganja za razvoj tendinopatije	25
2.2.5.	Prilagoditve tetiv med treningom	26
2.3.	Zdravljenje tendinopatij	26
2.4.	Mehanotransdukcija.....	29
2.4.1.	Terminologija.....	29
2.4.2.	Proces terapevtske vadbe po konceptu mehanotransdukcije.....	30
2.4.3.	Kako točno vadba pospeši celjenje tkiva?.....	30
2.4.3.1.	Sklopitev mehanske obremenitve in celičnega odgovora.....	31
2.4.3.2.	Komunikacija na nivoju celic.....	32
2.4.3.3.	Odgovor tarčnih celic.....	33
2.5.	Vadba po konceptu mehanotransdukcije za adduktorje kolka	35
2.5.1.	Primer protokola vadbe za adduktorje kolka	36
2.5.1.1.	Izbira ekscentričnih vaj za adduktorje kolka.....	38
2.5.2.	Opis ekscentričnih vaj za adduktorje kolka	38
3.	Sklep	44
4.	Viri	46

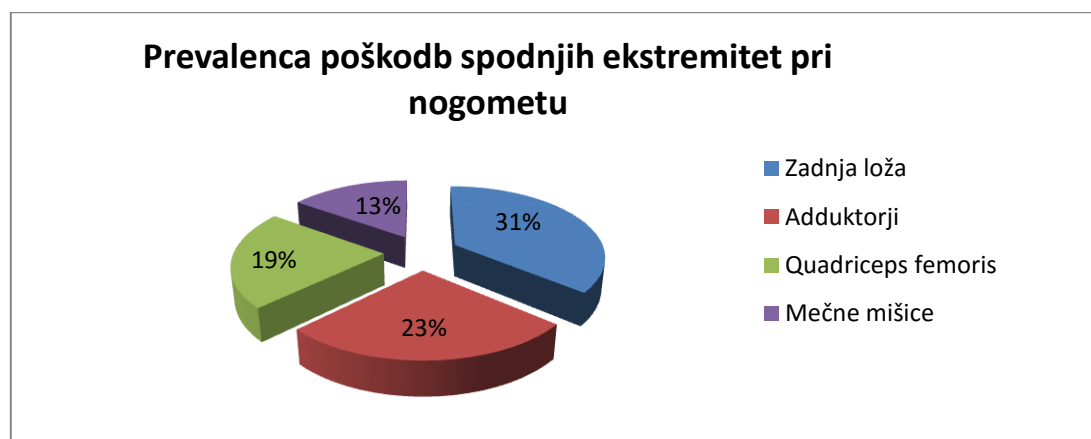
1. Uvod

1.1. Problem poškodb pri nogometaših

Že nekaj časa se mu skoraj uradno reče »beautiful game« ali »jogo bonito«, tako kot se boks reče plemenita veščina, atletiki pa kraljica športa. Dobesedni prevod v slovenski jezik bi težko pomensko popolnoma zadeli, čemur se privrženci ne posvečajo preveč. Gre za trditev, da gre za šport, ki je lep in izjemno, še posebno vrhunski, estetsko privlačen (Kreft, 2011).

Nogomet je najbolj popularna športna igra na svetu. Nedavne raziskave FIFA-e (International Federation of Football Associations; FIFA) kažejo, da je na svetu blizu 290 milijonov ljudi, ki se aktivno ukvarjajo z nogometom. Kljub veliki vnemi pa moramo opozoriti na temnejšo stran medalje, ki jo nosi ukvarjanje z najpopularnejšo športno igro na svetu. Kot pri vsaki aktivnosti tudi pri nogometu prihaja do poškodb tako na amaterski kot tudi na bolj pomembni profesionalni ravni. Poleg tega, da se nogometaši zaradi poškodbe ne morejo udeležiti treningov in tekem, pa poškodbe nosijo tudi veliko finančno breme nogometnim klubom. Finančna izguba zaradi poškodb je bila med letoma 1999 in 2000 v Angleški Premier ligi ocenjena na kar 188 milijonov evrov (Barengo, Meneses-Echàves, Ramirez-Vélez, Coche, Tovar in Bautista, 2014).

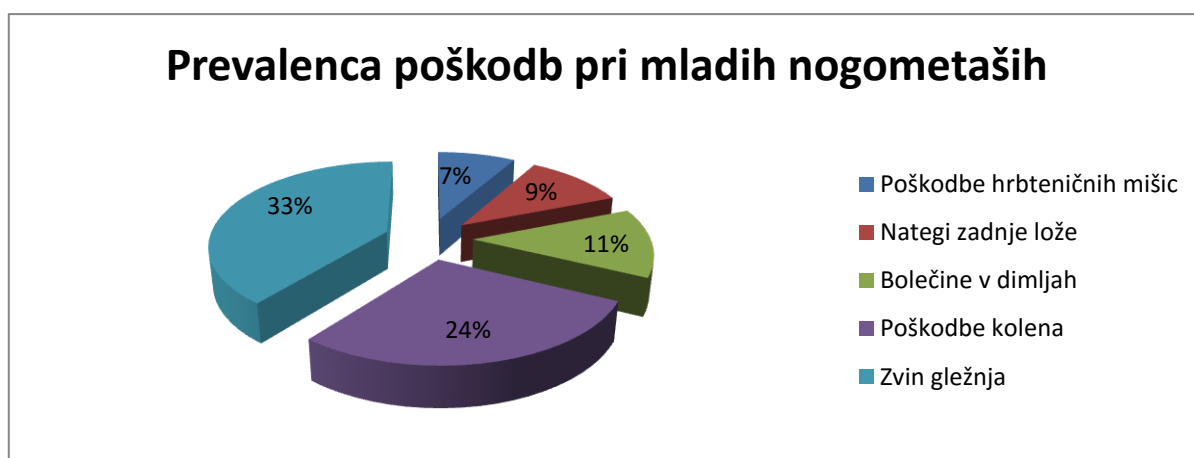
Evropska študija iz leta 2011, ki je preučevala poškodbe mišic v nogometu, je zajemala 51 nogometnih ekip in 2299 igralcev pod okriljem Uefe (Union of European Football Associations). Poškodbe mišic so zajemale 31 % vseh poškodb in so zahtevale 27 % časa odsotnosti iz nogometnih igrišč. Vsaka ekipa, ki je bila sestavljena iz povprečno 25 igralcev, je utrpela kar 15 poškodb mišic na sezono (0,6 poškodb na posameznega igralca). 92 % vseh mišičnih poškodb je zajemalo poškodbe velikih mišičnih skupin na spodnjih ekstremitetah. Mišice zadnje lože so predstavljale 37 %, adduktorji 23 %, quadriceps femoris 19 % in mečne mišice 13 %. Od tega je bilo 16 % mišičnih poškodb ponovljenih, kar nakazuje na napačen oz. nezadosten pristop k poškodbi. Posledica je bila tudi veliko daljša odsotnost z nogometnih zelenic kot pri prvotni poškodbi. Prejšnja poškodba je bila tako dokazana kot vodilni dejavnik tveganja za ponovno poškodbo. Incidenca poškodb pa je bila večja pri starejših nogometaših (Ekstrand, 2011).



Slika 1. Prevalenca poškodb spodnjih ekstremitet pri nogometu (Ekstrand, 2011).

Slika 1 kaže, da so poškodbe adduktorjev kolka s 23 % vseh mišičnih poškodb takoj za poškodbami zadnje lože (31 %). Sledijo poškodbe sprednje stegenske mišice in mečnih mišic (Ekstrand, 2011).

Študija poškodb mladih nogometašev v sodelovanju z Nogometno zvezo Slovenije iz leta 2008, v katero je bilo vključenih 71 mladih nogometašev članov slovenskih reprezentanc do 17, 16 in 15 let, kaže, da je bilo v času študije poškodovanih 39 igralcev, kar je celo 51 % udeležencev študije. Incidenca poškodb je znašala 1,22 poškodbe na 1000 nogometnih ur. Več poškodb je nastalo v času igre (13,1 na 1000 ur igre) kot v času treninga (1,3 na 1000 ur treninga). Zabeleženih je bilo 84 % akutnih poškodb in 16 % kroničnih poškodb. Poškodbe spodnjega uda so predstavljale 87 % vseh akutnih poškodb in 86 % vseh preobremenitvenih sindromov (Dervišević, Hadžić, Karpljuk, Sattler in Videmšek, 2008; Hadžić, Kavčič in Dervišević, 2007).



Slika 2. Prevalenca poškodb pri mladih nogometaših (Dervišević, Hadžić, Karpljuk, Sattler in Videmšek, 2008).

Slika 2 prikazuje, da je bil zvin gležnja najpogostejša akutna poškodba spodnjih ekstremitet (33 %), medtem ko so bile bolečine v dimljah prepoznane kot najpogostejši preobremenitveni sindrom (43 %). Poškodbe kolena so druga najpogostejša akutna poškodba (24 %), kjer s 43 % vseh poškodb prevladujejo poškodbe medialnega kolateralnega ligamenta (Dervišević, Hadžić, Karpljuk, Sattler in Videmšek, 2008; Hadžić, Kavčič in Dervišević, 2007).

Pećina in Bojanić (2003) ter Dervišević s sodelavci (2008) navajajo, da je pri nogometaših najpogostejši preobremenitveni sindrom bolečina v dimljah. Nielsen in Yde na 123 nogometaših ugotovita, da 2,75 % vseh poškodb bolečine v dimljah zajema kite adduktorjev kolka. Gilmore pa je dokončno dokaže, da je problem bolečine v dimljah s 5 % vseh poškodb eden resnejših problemov pri nogometu, ki mu je v prihodnje potrebno posvečati več pozornosti. Najpogosteje se pri bolečinah v dimljah, ki so povezane s poškodbami adduktorjev kolka, srečamo s poškodbo mišice adduktor longus-a (Pećina in Bojanić, 2003; Dervišević in sodelavci, 2008).

Opazamo, da so bolečine v dimljah resen problem, ki zajema okoli 5 % vseh poškodb pri nogometaših. S 23 % vseh poškodb so poškodbe adduktorjev kolka po pogostosti takoj za poškodbami zadnje lože (31 %). Najpogosteje bolečine v dimljah izvirajo iz preobremenitvenih poškodb adduktorjev kolka, natančneje kit adduktorjev kolka. V

prihodnje bi bilo potrebno več pozornosti namenjati tem poškodbam s preventivnimi programi krepitve ogroženih mišičnih struktur, k poškodbam, ki nastanejo, pa pristopati čim hitreje in pravilno, saj so poškodbe zelo trdovratne in heterogene, stopnjujoče in lahko povzročijo dokaj dolgo odsotnost iz tekmovalno-trenažnega procesa (Pećina in Bojanić, 2003).

1.2. Anatomija in funkcija mišičja v dimljah

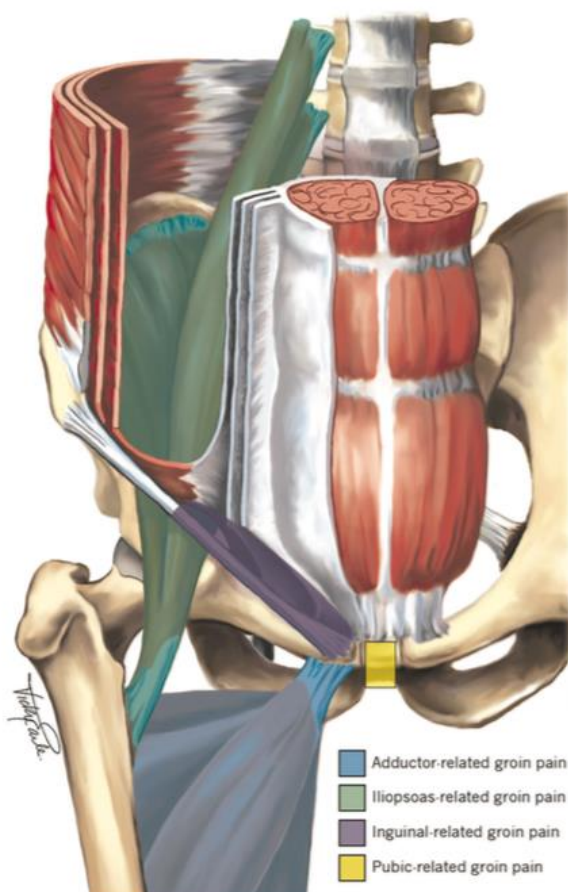
Dimlje, medicinsko ingvinalna regija, so predel stranske trebušne stene na obeh straneh podtrebušja oz. hipogastrija (središčni, najnižji predel trebuha). Gre za desno in levo ingvinalno regijo, med katerima se nahaja pubična regija na področju stika trupa s posamezno nogo nad stegenico. Področje dimelj lahko poimenujemo tudi Gibraltar spodnjih ekstremitet, saj področje predstavlja povezavo med trupom in spodnjimi ekstremitetami, skozi katerega poleg mišic potekajo živci, žile in ostale strukture. Anatomija dimelj je zelo zapletena, kar dokazuje tabela 1, ki prikazuje narastišče in izvor mišic v dimeljskem področju (Dachmane, 2005; Pećina in Bojanić, 2003).

Tabela 1

Izvor in narastišče mišic v področju dimelj (Pećina in Bojanić, 2003)

Lig. inguinale	M. obliquus abdominis externus
	M. obliquus abdominis internus
Ramus superior	M. rectus abdominis
Ossis pubis	M. obliquus abdominis externus
	M. obliquus abdominis internus
	M. transversus abdominis
	M. pyramidalis
	M. pectineus
	M. adductor longus
	M. adductor brevis
Ramus inferior	M. adductor brevis
Ossis pubis	M. gracilis
	M. cremaster
Ramus ossis ischii	M. adductor magnus
Tuber ossis ischii	M. adductor magnus
	M. semitendinosus
	M. semimembranosus
	M. biceps femoris (caput longum)
Trochanter minor	M. iliopsoas
Spina iliaca anterior superior	M. sartorius
Spina iliaca anterior inferior	M. rectus femoris

V tabeli 1 so našteje mišične skupine, ki bodisi izvirajo, se naraščajo ali potekajo skozi področje dimelj.



Slika 3. Področje dimelj (Weir idr., 2015).

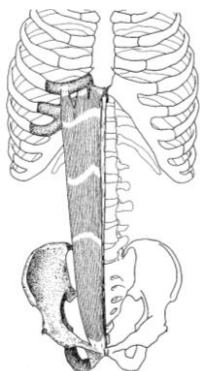
Področje dimelj na sliki 3 je stik med mišicami sprednje trebušne stene in mišic kolčnega sklepa (primikalk in upogibalk kolka). Slika prikazuje tudi nekatera mesta izvora bolečine pri Sindromu bolečine v dimljah.

Mišice sprednje trebušne stene so ploščate in razporejene tako, da se njihovi snopiči križajo v vseh smereh in s tem dajejo čvrsto oporo in zaščito trebušnim organom. Na vsaki strani trebuha opisujemo štiri mišice, ki po prikazane na slikah od 4 do 7 (Dachmane, 2005).

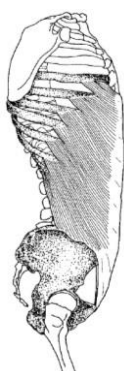
- Prema trebušna mišica – m. rectus abdominis poteka od prsnice in spodnjih rebrnih hrustancev navzdol na sramnico in pubično simfizo in je prekinjena s tremi ali štirimi kitastimi vložki. Mišica leži v vezivnem tulcu (rektusova ovijalka), ki jo sestavljajo aponevroze ostalih treh trebušnih mišic. Mišica upogiba trup, poteza medenico navzgor oziroma vleče prsni koš navzdol.
- Zunanja poševna trebušna mišica – m. obliquus externus abdominis poteka s spodnjih osmih reber postrani navzdol in medialno ter se z aponevroso konča v rectusovi ovijalki in dimeljski vezi. Upogiba trup na svojo stran in ga suče v nasprotno stran.
- Notranja poševna trebušna mišica – m. obliquus internus abdominis se začne na zgornjem delu črevnice in ingvinalnem ligamentu, končuje pa na hrustancih zadnjih štirih reber ter v rectusovi ovijalki. Mišični snopiči potekajo pravokotno na snopiče prejšnjega. Trup upogiba in suče na svojo stran.
- Prečna trebušna mišica – m. transversus abdominis poteka s črevničnega grebena in zadnjih reber ter se končuje v rectusovi ovijalki. Napenja in stiska trebušno steno.

Aponeuroza zunanje poševne trebušne mišice je razpeta med sprednjim zgornjim črevničnim trnom in simfizo in tvori dimeljsko vez (ingvinalni ligament – lig. Inguinale) skupaj z notranjo poševno trebušno mišico in stegensko fascijo. Ta vez je vezivni, navzgor obrnjen žleb, nad katerim leži dimeljski kanal, ki ima dve odprtini (obročka). Zunanji dimeljski obroček leži medialno in bližje površini telesa, notranji pa dva centimetra dorzilateralno in globlje od

prvega. Skozi dimeljski kanal poteka pri moškem semensko povesmo, pri ženski pa okrogla vez. Aponevroze trebušnih mišic se prepletajo tudi v sredinski ravnini in tvorijo belo črto – lineo albo, belkast vezivni trak, ki poteka od prsnice do sramnične zrasti (Dachmane, 2005).



Slika 4. Prema trebušna mišica (Stone-Stone, 2008).



Slika 5: Zunanja poševna trebušna mišica (Stone-Stone, 2008).



Slika 6: Notranja poševna trebušna mišica (Stone-Stone, 2008).



Slika 7: Prečna trebušna mišica (Stone-Stone, 2008).

Slike od 4 do 7 prikazujejo potek mišic sprednje trebušne stene. Njihova prepletenost omogoča čvrsto oporo in zaščito trebušnim organom.

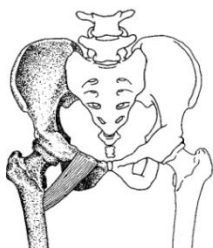
Mišice kolčnega sklepa izvirajo iz medenice. Spredaj preko sklepa potekajo upogibalke (fleksorji), zadaj iztezalke (ekstenzorji), lateralno odmikalke (abduktorji) in medialno primikalke (adduktorji) (Dachmane, 2005).

Črevnično ledvena mišica ali m. iliopsoas je sestavljena iz dveh mišic. Velika ledvena mišica – m. psoas major izvira s stranskih odrastkov prsnih in ledvenih vretenc, črevnična mišica – m. iliacus pa z notranje površine črevnice. Obe se združita v m. iliopsoas, ki se s kito pripenja na mali obrtec stegenice. Je glavni fleksor in zunanji rotator kolčnega sklepa.

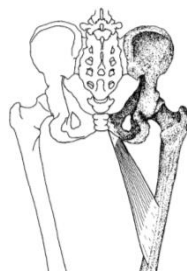
Prema stegenska mišica – m. rectus femoris je edini del štiriglave stegenske mišice – m. quadriceps femoris, ki poteka preko kolčnega sklepa. Izvira iz črevnice, se združi z ostalimi deli štiriglave stegenske mišice in se preko pogačice pripenja na grčavino golenice. Je fleksor kolčnega sklepa; kadar je kolčni sklep ekstendiran, je tudi ekstenzor kolenskega sklepa.

Krojaška mišica – m. sartorius je najdaljša mišica v telesu. Izvira iz črevnice in poteka prek kolčnega sklepa spredaj, prek kolenskega sklepa pa malo za njegovo frontalno osjo. Pripne se na medialno stran golenice. Zaradi značilnega poteka je fleksor kolčnega in kolenskega sklepa ter rotator kolčnega sklepa navzven in kolenskega sklepa navznoter.

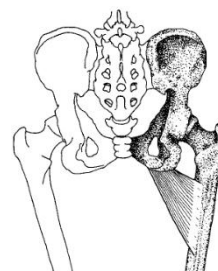
Primikalno (adduktorno) skupino sestavlja več mišic: dolga (m. adductor longus), velika (m. adductor magnus) in kratka pritezalka (m. adductor brevis), grebenska (m. pecineus) in sloka mišica (m. gracilis), ki tečejo z medenice, natančneje sramnične kosti in sednične grče, na medialno stran stegenice. Njihova primarna funkcija je addukcija, odvisno od položaja kolčnega sklepa pa tudi fleksija ali ekstenzija kolka ter stabilizacija kolka, predvsem med lateralnimi gibanji (Dachmane, 2005).



Slika 8: Grebenska mišica - m. pectineus (Stone-Stone, 2008).



Slika 9: Dolga primikalka – m. adductor longus (Stone-Stone, 2008).



Slika 10: Kratka primikalka - m. adductor brevis (Stone-Stone, 2008).



Slika 11: Velika primikalka - m. adductor magnus (Stone-Stone, 2008).



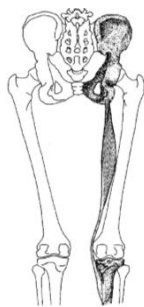
Slika 12: Sloka mišica - m. gracilis (Stone-Stone, 2008).

Slika 8 prikazuje grebensko mišico, ki izvira s sramnice in se pripenja na zgornjo tretjino medialne strani stegenice. Je fleksor, adduktor in notranji rotator kolčnega sklepa. Stremiti tudi k anteriorni rotaciji medenice, čemur mišice trupa nasprotujejo. Na sliki 9 je dolga pritezalka – m. adductor longus. Izvira s sramnice in se pripenja na medialno stran sredine stegenice. Je adduktor kolčnega sklepa in pomaga pri fleksiji kolka. Slika 10 prikazuje kratko pritezalko - m. adductor brevis, ki izvira z medenice in se pripenja na zgornjo tretjino medialne strani stegenice. Je adduktor in zunanji rotator, ko adducira, kolčnega sklepa. Skupaj z ostalimi adduktorji skrbi za močno gibanje stegen enega k drugemu. Na sliki 11 je velika pritezalka - m. adductor magnus. Izvira s sramnice in sednice in se pripenja zadaj na celotno telo stegenice. Je adduktor kolčnega sklepa. Ko adducira, pa je tudi zunanji rotator kolčnega sklepa. Sloka mišica - m. gracilis (slika 12) izvira s sramnice in se pripenja na medialno stran golenice. Je adduktor in notranji rotator kolčnega sklepa in fleksor kolena. Gracilis ima enako funkcijo kot ostali adduktorji, le da še rahlo pripomore pri fleksiji kolena (Stone-Stone, 2008).

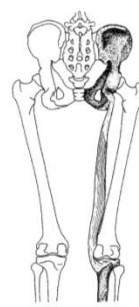
Zadnjo skupino mišic, ki izvirajo s sednične grče, sestavlja več dolgih mišic za zadnji strani stegna. Dvoglava stegenska mišica – m. biceps femoris, polopnata mišica – m. semimebranosus in polkitasta mišica – m. semitendinosus, ki se pripenjajo na medialno stran golenice (m. semimebranosus in m. semitendinosus) oziroma lateralno stran mečnice (m. biceps femoris).



Slika 13: Dvoglava stegenska mišica - m. biceps femoris (Stone-Stone, 2008).

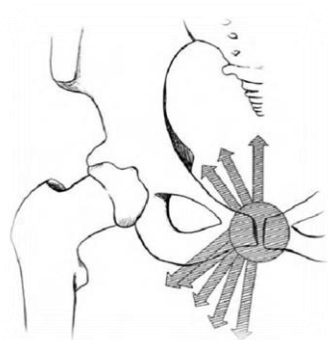


Slika 14: Polkitasta stegenska mišica - m. semitendinosus (Stone-Stone, 2008).



Slika 15: Polopnata stegenska mišica - m. semimebranosus (Stone-Stone, 2008).

Slike 13, 14 in 15 prikazujejo mišice zadnje strani stegna. Mišice so dvosklepne kot večina mišic spodnjih okončin. Delujejo kot ekstenzorji kolčnega sklepa in fleksorji ter rotatorji kolenskega sklepa navznoter (m. semimebranosus in m. semitendinosus) in navzven (m. biceps femoris).



Slika 16. Grafična ponazoritev funkcij mišic, ki imajo izvor ali narastišče v področju dimelj (Pečina in Bojanić, 2003).

Za razumevanje poškodb v področju dimelj moramo poudariti, da je to področje, kjer se stikajo mišice trupa (prema in poševna trebušna mišica) in mišice spodnjih ekstremitet (adduktorji kolka).

Na sliki 16 je prikazano medenično področje (pubična zrast in sednična grča), kamor se s kitami pripenjajo upogibalke trupa in primikalke kolka. Področje nenehno nosi veliko statično in dinamično silo (obremenitev), ki zagotavlja uravnoteženost med mišicami trupa in spodnjih ekstremitet (Pečina in Bojanić, 2003).

1.3. Sindrom bolečine v dimljah

Poškodbe tkiv lahko grobo razdelimo na akutne poškodbe, ki nastanejo zaradi enkratnega travmatičnega dogodka, in preobremenitvene sindrome, ki se pojavijo zaradi ponavljajočih mikrotravm v daljšem časovnem obdobju. Med tipične akutne poškodbe prištevamo akutne zlome, zvine, izpahe, obtolčenine, natrganine in raztrganine mišic, tetiv, ligamentov ali kosti. Med preobremenitvene sindrome pa prištevamo stres frakture, preobremenitvene poškodbe tetiv, kot so teniški komolec, golfski komolec, tekaško koleno, skakalno koleno, ahilarna tendinopatija, patelarna tendinopatija, plantarni fasciitis in subakromialni bolečinski sindrom (Impingement sindrom), degenerativne spremembe hrustanca, bolečine v križu in mnoge druge (Hadžić in Dervišević, 2007).

Bolečine v dimljah so zaradi heterogenosti izvora težav poimenovane tudi sindrom bolečine v dimljah. Bolečine zajemajo področje leve in desne ingvinalne regije. Sindrom predstavlja

enega najbolj težavnih problemov v športni medicini. Poškodbe predstavljajo 5-13 % vseh poškodb športnikov in 4-5 % poškodb pri športnicah. Najpogosteje se pojavljajo pri nogometu in hokeju na ledu. Najdemo jih tudi pri tistih športih, ki zahtevajo ponavljajoče rotacije in spremembe smeri gibanja pri visokih hitrostih, kot so tenis in hokej na travi. Kljub dejstvu, da je skupno število pacientov relativno majhno (predstavlja le 5 % vseh pacientov, ki iščejo pomoč pri zdravnikih medicine športa), povzročajo te poškodbe pri nepravilnem pristopu h poškodbi dokaj dolgo odsotnost in tekmovalno-trenažnega procesa, kar govori o trdovratnosti stanja (Hadžić in Dervišević, 2007; Weir idr., 2015).

Bolečine se počasi stopnjujejo, dokler ne dosežejo take stopnje, da praktično popolnoma onemogočijo športniku sodelovanje v tekmovalno-trenažnem procesu. Neravnovesje med napornimi treningi in neustreznim oziroma nezadostnim okrevanjem po vadbi pripelje do tega, da telo ne more pravočasno sprožiti regenerativnih procesov ali pa so te nezadostni, pri čemer pride do kopičenja mikropoškodb in posledično razvoja preobremenitvenega sindroma. Subklinične okvare mehkih tkiv se akumulirajo skozi čas in obstaja zamik med pričetkom subjektivnih in objektivnih kliničnih težav in sprememb na nivoju tkiva. V večini primerov gre tako za degenerativne in ne akutne spremembe tkiva. Poškodbe se navadno zgodijo na miotendinoznem spoju mišic v področju dimelj, lahko pa se pojavijo tudi v sami tetivi ali na narastišču tetive na kost (Hadžić in Dervišević, 2007; Kjær, Krogsgaard, Magnusson, Engebretsen, Roos, Savio in Woo, 2003; Weir idr., 2015).

Klinične najdbe v ozadju bolečine v dimljah so heterogene. Najpogostejši preobremenitveni sindromi, ki povzročajo bolečino v dimljah, so povezani z mišično-tetivnim sistemom adduktorjev kolka ali iliopsoasa ter nepravilnostmi narastišča distalnega dela preme trebušne mišice, kot tudi aponevroze zunanje poševne trebušne mišice - Gilmoreva bolečina v dimljah (Hadžić in Dervišević, 2007; Pećina in Bojanić, 2003; Weir idr., 2015).

Rezultati študij, ki so preučevale bolečino v dimljah, so zelo raznovrstni. Največji problem predstavlja neenotna terminologija poimenovanja vzrokov za bolečino v področju dimelj, kar onemogoča primerjavo med izsledki študij. V tabeli 2 je predstavljeno novo poimenovanje vzrokov za bolečino v predelu dimelj iz leta 2015 (Weir idr., 2015).

Tabela 2

Pregled možnih vzrokov bolečine v dimljah pri športnikih (Weir idr., 2015)

Najpogostejši vzroki bolečine v dimljah	Ostali mišično-skeletni vzroki	Možni vzroki bolečine, ki jih ne smemo spregledati
○ Bolečina v dimljah v povezavi z adduktorji kolka ○ Bolečina v dimljah v povezavi s črevnično-ledveno mišico ○ Bolečina v dimljah v povezavi z ingvinalnim kanalom ○ Bolečina v dimljah v povezavi z narastiščem mišic na sramnico ○ Bolečina v dimljah v povezavi s kolčnim sklepom	○ Dimeljska ali stegenska kila ○ Pooperativna kila ali bolečina v dimljah prisotna po operaciji kile ○ Vkleščenje obturatornega, ilioingvinalnega, genitofemoralnega ali iliohipogastričnega živca ○ Prenesena bolečina iz ledvenega dela hrbtenice ali križnično-črevničnega (sakroiliakalnega) sklepa ○ Avulzijska fraktura ali apofizitis sramnične kosti, zgornjega sprednjega črevničnega trna (anterior superior iliac spine) ali spodnjega sprednjega črevničnega trna (anterior inferior iliac spine)	○ Stres frakture vratu stegenice, sklepne jamice kolčnice (acetabuluma) ali sramnične veje (pubic ramus) ○ Zdrs glave stegenice iz kolčnega sklepa pri adolescentih, Perthesova bolezen pri otrocih in adolescentih, avaskularna nekroza glavice stegenice ali začasna osteoporoza glavice stegenice in artritis kolčnega sklepa (reaktivni in infektivni) ○ Limfadenopatija v področju dimelj ○ Prostatitis ○ Okužbe urinarnega trakta ○ Ledvični kamni ○ Vnetje slepiča ○ Divertikulitis ○ Ginekološki problemi ○ Spondiloartropatije ○ Ankilozirajoči spondilitis ○ Tumorji testisov in kosti ○ Rak prostate, urinarnega trakta, debelega črevesa in ostalih mehkih tkiv

Tabela 2 prikazuje pregled možnih vzrokov za bolečine v dimljah pri športnikih. Nova terminologija zajema tri večje podskupine vzrokov za pojav bolečine v dimljah in je bila sprejeta z namenom lažje kategorizacije športnikov v skupine glede na področje poškodovanega tkiva ter lažje primerjave med rezultati prihodnjih študij.

Pri sindromu bolečine v dimljah gre v največjem številu primerov za bolečine v povezavi z narastiščem adduktorjev kolka na sednično grčo. Vlek adduktorjev z ekscentrično kontrakcijo, ko je spodnji ud v fiksiranem položaju, povzroča velike sile na njihovo narastišče, kar pripelje do degenerativnih sprememb kit adduktorjev, ki so podobne drugim tendinopatijam. Mišično neravnovesje med stabilizatorji kolka in medenice igra pomembno vlogo pri nastanku tega tipa bolečine v dimljah (Weir idr., 2015).

Bolečine pogosto izvirajo tudi iz degenerativnih sprememb na predelu pubične simfize (osteitis pubis). Možna je tudi utesnitev genitalnih vej ilioingvinalnih živcev oz. genitofemoralnih živcev in prisotnost urogenitalnega infekta. Ostale možnosti povzročitve bolečine so še »športne« hernije ali kile, obrabe struktur kolčnega sklepa, zlomi medenice ali spodnjega uda, burzitis, rektalno ali testikularno pripisana bolečina, preskakovanje kolka in drugi. Bolečina se običajno pojavi med vadbo (Hadžić in Dervišević, 2007).

1.3.1. Dejavniki tveganja za nastanek sindroma bolečine v dimljah

Nastanek težav v področju dimelj se razlikuje glede na posameznika. Posamezniki so različno podvrženi degenerativnim spremembam, ki nastanejo na kosteh, mišicah in tetivah.

Dejavnike tveganja za nastanek preobremenitvenih simptomov delimo na notranje (intrinzične) in zunanje (ekstrinzične). Največji dejavnik tveganja je prejšnja poškodba, opredelimo pa lahko še nekatere notranje in zunanje dejavnike pri nastanku sindroma bolečine v dimljah, katere ima kineziolog možnost prepoznati in tudi preprečiti razvoj preobremenitvenega sindroma. (Kjær idr., 2003; Pećina in Bojanić, 2003).

Tabela 3

Najpogostejši dejavniki tveganja za razvoj sindroma bolečine v dimljah (Pećina in Bojanić, 2003; Kjær idr., 2003; Hadžić in Dervišević, 2007; Nicholas in Tyler, 2002)

Notranji (intrinzični) dejavniki	Zunanji (ekstrinzični) dejavniki
○ Prejšnja poškodba ○ Neuravnoteženost v moči med agonisti in antagonisti – pomanjkljiva medmišična koordinacija med adduktorji in abduktorji kolka ter trebušnimi mišicami in adduktorji kolka ○ Neprimerno razmerje moči adduktorjev kolka med ekstremitetama ○ Slaba moč poševnih trebušnih mišic ○ Slaba moč stabilizatorjev medenice, kolka ○ Akutne poškodbe adduktorjev kolka, iliopsoasa, trebušnih mišic, kolčnega sklepa ○ Nepravilnosti v kolčnem, sacroiliakalnem, kolenskem ali skočnem sklepu ○ Razlika v dolžini nog ○ Deformacija stopal ○ Utrujenost, padec koncentracije ○ Slaba moč hrbtnih mišic ○ Zmanjšana aktivna in pasivna gibljivost v kolku	○ Nepravilno načrtovanje in izvedba vadbe/treninga (nenadne spremembe v obremenitvi) ○ Slabi vadbeni pogoji (podlaga in vremenski vplivi) in nenadna sprememba le-teh ○ Nepopolna rehabilitacija po prejšnji poškodbi ○ Neprimerno ogrevanje ○ Slaba telesna drža (statika telesa) ○ Slabo motorično sposoben športnik ○ Neprimerna osebna športna oprema (obutev) ○ Slabo kondicijsko pripravljen športnik

Nekateri najpogostejši dejavniki tveganja za nastanek preobremenitvenih simptomov, ki se pojavljajo v literaturi, so opredeljeni v tabeli 3.

1.4. Cilji in odprta vprašanja

Uporabljena je deskriptivna metoda dela, v katero je vključen pregled relevantne domače in tuje literature ter vključeno lastno znanje, pridobljeno na Fakulteti za šport, ter lastne izkušnje.

Glavni problem oz. namen dela je na podlagi teorije ustvariti strokoven, vendar široko dostopen rehabilitacijski program vadbe po konceptu mehanotransdukcije za poškodbe adduktorjev kolka in s tem v praksi pomagati k hitrejši rehabilitaciji po poškodbah adduktorjev kolka.

Znani so nekateri preventivni in kurativni programi krepitve mišic, ki vsebujejo ekscentrično vadbo, kot je na primer nordijska krepitev zadnje lože in »heel drop« rehabilitacijski programi za ahilovo tetivo. V diplomskem delu je pozornost posvečena adduktorni skupini mišic kolčnega sklepa. Teoretičnemu delu sledi rehabilitacijski program vadbe po konceptu mehanotransdukcije za poškodbe adduktorjev kolka, pri čemer so temeljno vodilo rezultati konceptov vadbe, ki so dali najboljše rezultate za rehabilitacijo po tendinopatijah.

Tema je bila izbrana na podlagi menja, da ima veliko uporabno vrednost za vse, ki delajo v športu ali rehabilitaciji oziroma se s športom ukvarjajo in si želijo hitrejšega okrevanja po poškodbi mišično-tetivnega aparata z vadbo. Podobnega tovrstnega rehabilitacijskega programa v praksi ni zaslediti.

Cilji teoretičnega dela diplomske naloge so odgovori na naslednja vprašanja:

- Kaj je vzrok bolečine v dimljah, ki se pojavljajo pri športnikih, konkretnije pri nogometaših, s poudarkom na bolečinah zaradi poškodb adduktorjev kolka?
- Kaj so tipični dejavniki tveganja in kateri so mehanizmi poškodovanja adduktorjev kolka na splošno in konkretnije pri nogometu?
- Kaj so tendinopatije na splošno in konkretnije na primeru adduktorjev kolka?
- Kako točno lahko vadba pomaga pri celjenju tkiva?
- Kaj je vadba po konceptu mehanotransdukcije in kakšna je njena uporabna vrednost?

Cilj praktičnega dela diplomske naloge pa je izdelava rehabilitacijskega protokola ekscentrične vadbe po konceptu mehanotransdukcije za poškodbe adduktorjev kolka.

2. Jedro

2.1.1. Sindrom bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka

Najpogostejši vzrok bolečine v dimljah pri športnikih je bolečina v povezavi z adduktorji kolka. Vlek adduktorjev, ko je spodnji ud v fiksiranem položaju, povzroča velike sile na njihovo narastišče in hemipelvis, kar pripelje do ponavljajočih se mikrotravm in kasneje do nastanka preobremenitvenega sindroma. Hadžić in Dervišević (2007) ter Weir idr. (2015) navajajo, da poškodbe zajemajo miotendinozni spoj in so podobne drugim tendinopatijam.

Mišično-tetivne poškodbe adduktorjev kolka glede na izgled klinične slike, način zdravljenja in prognozo delimo na akutne, ki so nateg mišice (distensio ali strain), obtolčenino (contusio), natrganje mišice (laceration) in raztrganino mišice (ruptura) ter preobremenitvene, ki zajemajo najpogostejše tendinopatije adduktorjev kolka.

Za natege mišic adduktorjev kolka je značilno, da se pojavljajo na miotendinoznem spoju pri maksimalnih ekscentričnih kontrakcijah. Pri tovrstnih poškodbah športnik začuti takojšnjo pekočo bolečino, ki lahko zahteva prekinitev aktivnosti. Poškodba je označena kot blaga, saj ne pride do anatomskih sprememb v mišici, ker ni presežena meja elastičnosti mišice. Lahko je prisotna poškodba malih žilic ali živcev ter hematom (Hadžić in Dervišević, 2007; Weir idr., 2015).

Največja težava tovrstnih manjših poškodb je velika ponovljivost, ki je prisotna zaradi nestrokovne rehabilitacije in vadbe po poškodbi, nepotrpežljivosti športnika in nezavedanja resnosti poškodbe, kar onemogoča regeneracijo tkiva po poškodbi ter povrnitev gibljivosti in moči poškodovane strukture. Ponavljajoče se degenerativne spremembe (mikrotravme) miotendinoznega aparata adduktorjev kolka kasneje vodijo k razvoju preobremenitvenega sindroma, ki se kaže kot sindrom bolečine v dimljah. V osnovi poškodba zajema tako mišično kot tudi tetivno tkivo in je podobna drugim tendinopatijam, zato je princip rehabilitacije po poškodbi enak postopku rehabilitacije po tendinopatijah (Hadžić in Dervišević, 2007; Weir idr., 2015).

2.1.2. Mehanizem poškodovanja adduktorjev kolka pri nogometu

Prevladuje nekontaktni mehanizem poškodovanja.

Pri nogometu se poškodbe adduktorjev kolka pojavljajo zaradi anatomije mišic, ki se naraščajo ali izvirajo s sramnice in sednične grče. Mišice trebušne stene in adduktorjev kolka opravljajo nasprotujoče si naloge in so zaradi specifičnih obremenitev pri nogometnih gibanjih nenehno aktivne (Nicholas in Tyler, 2002).

Največ poškodb mišic adduktorjev kolka se zgodi ob ekscentrični kontrakciji mišic. Razvije se tenzilna sila, ki lahko povzroči degeneracijo mišično-tetivnega kompleksa, najpogostejše mišično-tetivnega spoja, ki je najbolj podvržen poškodbam (Nicholas in Tyler, 2002).

Tabela 4

Nogometna gibanja z visoko stopnjo razvoja poškodbe adduktorjev kolka (Kjaer idr., 2003; Nicholas in Tyler, 2002)

Nogometna gibanja z visoko stopnjo možnosti razvoja poškodbe adduktorjev kolka

- lateralna (bočna ali stranska) gibanja, ko sta spodnji ekstremiteti razmaknjeni nekoliko širše
- nenadne spremembe smeri, hitrosti, valovitosti terena
- podrsavanje (t.i. klizanje), ko je stegno zaradi tehnike gibanja prisiljeno v abdukcijo pri rahli zunanji rotaciji
- udarjanje žoge z notranjim ali sprednjim notranjim delom stopala
- udarci iz zraka s strani (volley udarci)
- hitri štarti proti žogi z mesta
- siloviti udarci žoge, ko se sočasno aktivirajo mišice adduktorjev kolka, ki opravljajo gibanje in trebušne mišice, ki zadržujejo ravnotežni položaj ter preprečujejo padec nazaj
- zdrs zunanje (stojne) noge v stran ob nenadni spremembi smeri gibanja
- ponavljajoče rotacije trupa

Kjaer idr. (2003) ter Nicholas in Tyler (2002) v tabeli 4 opredeljujejo nekaj tipičnih nogometnih gibanj, pri katerih se razvije ekscentrična sila, ki lahko povzroči akutne poškodbe ali pri ponavljajočih mikrotravmah preobremenitvene poškodbe adduktorjev kolka.

2.1.3. Klinična slika in postavitve diagnoze

Sindrom bolečine v dimljah se pojavlja v ingvinalnih regijah in v spodnji trebušni miškulaturi. Razvija se progresivno in športniki največkrat sindroma bolečine sploh ne povezujejo s poškodbo. Mesto poškodbe in bolečina nista natančno določeni glede na področje in anatomske strukture, kjer prihaja do preobremenitve, temveč se difuzno širi na širšem območju (Hadžić in Dervišević, 2007).

Mesto bolečine lahko kineziolog določi z anamnezo športnih dejavnosti in s kliničnimi oziroma funkcionalnimi testi, ki so prva in tudi najpomembnejša diagnostična metoda in so temelj vsem naslednjim preiskavam. Lahko pa gre tudi za nedoločeno difuzno bolečino v področju dimelj, medenice in stegenice. Ravno zaradi kompleksnosti stanja in otežkočenega lociranja težave so športniki, posebej nogometaši, velikokrat označeni kot simulanti (Pečina in Bojanić, 2003).

Kot pri ostalih preobremenitvenih sindromih se tudi pri bolečini v dimljah srečujemo s progresijo bolečine oziroma s specifičnimi razvojnimi stadiji razvoja sindroma. V začetku je bolečina unilateralna (v levi ali desni ingvinalni regiji), pojavi se za prvotno akutno nastalo poškodbo, ki je eden izmed pogojev za nastanek sindroma. Športnik čuti okorelost poškodovanega področja, bolečino ob jutrih, ki ob ogrevanju pred aktivnostjo ali čez dan izgine. Bolečina se nato pojavi šele na naslednji vadbeni enoti, ko zopet obremenjujemo določeno mišico, vendar v takšni meri, da športniku ne onemogoča aktivnega sodelovanja. V naslednji stopnji bolečina ostaja prisotna tudi v mirovanju in ne preneha do naslednje vadbene enote. V tej stopnji tudi manjša natrganina lahko povzroča velike bolečine. Bolečina se razširi in postane bilateralna – razširi se še v drugo dimlje. Povzroča velike težave pri vsakodnevnih gibanjih, posebej med vzpenjanjem ali spuščanjem po stopnicah, vstajanjem iz

sedečega položaja ali vstajanjem iz postelje. Kašljanje, kihanje, defekacija, uriniranje in ostale biološke potrebe prav tako povzročajo bolečino. Bolečina se veča in seli v predele zgornjega dela stegna - adduktorje, v pubično področje in presredek ter proti kolkom in proti sprednjemu trebušnemu zidu. Nadaljnje obremenjevanje samo povečuje bolečino, ki je prisotna na delu ali na celotnem področju miotendinoznega aparata pri pasivnem ali aktivnem raztezanju mišice, pri kontrakciji prizadete mišice proti zunanjemu upor in pri koncentrični kontrakciji. V končni fazi simptomi zajemajo spontano bolečino v mirovanju, ki je lahko lokalna ali pa se širi vzdolž celotne mišice in onemogoča športno udejstvovanje. Bolečina je prisotna ob palpaciji poškodovanega področja, v posebnih primerih pride tudi do otekanja (Pećina in Bojanić, 2003; Kjaer idr., 2003).

Tabela 5

Stadiji razvoja preobremenitvenega sindroma bolečine v dimljah (Pećina in Bojanić, 2003)

Stadij	Opis bolečine	Zmožnost športnega udejstvovanja
1	Ni bolečine	Nemotena
2	Samo pri velikih naporih	Nemotena
3	Samo pri velikih naporih, 1 do 2 uri po vadbi	Nemotena ali rahlo zmanjšana
4	Bolečina med in po srednje napornih aktivnostih	Rahlo zmanjšana
5	Bolečina med aktivnostjo, prenehanje z aktivnostjo zaradi bolečine	Zelo zmanjšana
6	Bolečina med vsakdanjimi aktivnostmi	Onemogočena

Glede na čas prisotnosti bolečine med športno aktivnostjo in intenzivnost prisotnosti bolečine Curwin in Stanish ločita 6 stadijev razvoja preobremenitvenega sindroma bolečine v dimljah (tabela 5).

Klinični pregled športnika mora biti izredno natančen zaradi heterogenosti potencialno poškodovanih področij v dimljah. Iz terapevtskega vidika je izvor težave - spremembe tkiva, ki vodijo v preobremenitveni sindrom - zelo težko diagnosticirati. Pomembno je, da vsakemu posamezniku pristopimo individualno, saj ni unikatne sheme, ki bi potrjevala bolečino v dimljah (Pećina in Bojanić, 2003).

Pomembno je, da s pregledom športnika karakteriziramo bolečino (kje, kdaj in kako dolgo se pojavlja), saj nam le-ta omogoča nadaljnjo obravnavo. Poglavitna stvar pri postavitvi diagnoze preobremenitvenega sindroma je izključitev makrototravme oziroma akutne poškodbe tkiva. Popolnejšo sliko o nastanku sindroma lahko dobimo z analiziranjem biomehanskih faktorjev in dejavnikov tveganja pri določenem športu ter analizo zgodovine športnega udejstvovanja. V kliničnem pogledu največkrat odkrijemo palpatorno bolečino narastišča adduktorjev na sramnični kosti in palpatorno bolečino srednje ingvinalne regije (Pećina in Bojanić, 2003; Hadžić in Dervišević, 2007).

Z namenom razlikovanja med tremi najpogostejšimi vzroki bolečine v dimljah so v nadaljevanju predstavljeni enostavni klinični testi za uporabo v praksi.

Po diagnosticiranju sindroma bolečine v dimljah s kliničnimi testi je zaradi heterogenosti težav priporočljivo področje bolečine preiskati še z radiološkimi posnetki medenice in obeh kolkov. Slike omogočajo izločitev artrotičnih sprememb v kolku in izločitev stresnih fraktur ter avulzij. Vrednost rentgenskih posnetkov pri postavitvi diagnoze je omejenega pomena in se uporablja bolj za izključitev drugih sprememb kot za potrditev primarne diagnoze. Obstaja možnost uporabe ultrazvoka in magnetne resonance, saj s tema metodama lahko prikažemo spremembe mehkih tkiv tudi pri asimptomatskih pacientih. Ugotovljeno je bilo, da z dinamično ultrazvočno preizkavo lahko odkrijemo šibkosti zadnje stene ingvinalnega kanala pri mladih športnikih brez prisotnosti kliničnih znakov kile (Hadžić in Dervišević, 2007).

Izločiti je potrebno tudi ostale možnosti vzroka bolečine v dimljah. Avtorji navajajo od 30 pa vse do 60 vzrokov bolečine. Pogostejši so utesnitev genitalnih vej ilioingvinalnih živcev oz. genitofemoralnih živcev in prisotnost urogenitalnega infekta, »športne« hernije ali kile pri čemer se izvede herniografija področja, burzitis, rektalno ali testikularno pripisana bolečina, preskakovanje kolka in drugi (Hadžić in Dervišević, 2007).

Zdravljenje sindroma je težavno, kakor je kompleksen njegov nastanek in vzroki za nastanek. Najboljše rezultate da zdravljenje z odpravljanjem vzrokov za nastanek in razvoj sindroma. Pećina in Bojanić (2003) navajata v prvi vrsti konzervativno (neoperativno) zdravljenje.

Klinično testiranje za ugotavljanje sindroma bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka

Bolečina v povezavi z adduktorji kolka je najpogostejše prisoten razlog za bolečine v dimljah. Bolečina je prisotna medialno v dimljah, na narastišču adduktor longusa na sramnični kosti in lahko poteka navzdol proti adduktorni skupini mišic.

Addukcija proti zunanjemu uporju je boleča, prav tako pa tudi poskus fleksije trupa proti zunanjemu uporju (resisted sit-up). Športnik čuti bolečino ob pasivnem dvigu noge v rahli zunanji rotaciji ter pri pasivni maksimalni abdukciji noge (Hadžić in Dervišević, 2007).

Klinična slika razkriva tudi palpatorno bolečino (z dotikom) na sramnični kosti nad narastiščem mišic gracilis in adduktor longus. Pri palpaciji poškodovanega področja je v nekaterih primerih čutiti oteklino in lokalno deformacijo mišice ali tetive (Pećina in Bojanić, 2003).

Pogosti znaki so tudi zmanjšana moč adduktorjev in zmanjšana gibljivost adduktorjev.



Slika 17. Palpatorna bolečina na narastišču adduktorjev kolka (osebni arhiv).



Slika 18. Klinični test addukcije proti zunanjemu upor od spredaj (osebni arhiv).



Slika 19. Klinični test addukcije proti zunanjemu upor s strani (osebni arhiv).

Klinični test za ugotavljanje sindroma bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka (slika 18 in 19) poteka tako, da športnik leži na hrbtu z rahlo razmaknjenimi iztegnjenimi nogami (za širino pesti med koleni). Športnik stisne pest med nogama z addukcijo iztegnjenih nog v kolenskem sklepu. Statična kontrakcija povzroči bolečino na narastišču adduktorjev na sramnico (slika 17) (Pečina in Bojanić, 2003).

Klinično testiranje za ugotavljanje sindroma bolečine v dimljah v povezavi z narastiščem trebušnih mišic

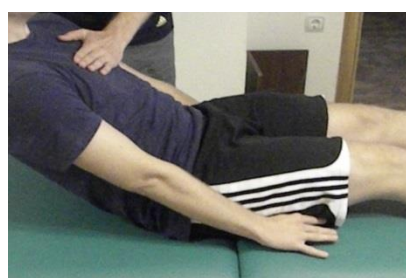
Pri bolečini v dimljah v povezavi z narastiščem trebušnih mišic se bolečina pojavlja v spodnjem delu trebušne regije, aponevroze trebušnih mišic na pubični kosti. Bolečina je difuzna in lahko prehaja navzdol v skupino adduktornih mišic. Značilno je, da se bolečina pojavlja ob šprintih in nenadnih spremembah smeri pri teku ter vstajanju iz sedečega položaja (Pečina in Bojanić, 2003).

Prisotna je palpatorna bolečina na narastišču preme trebušne mišice na sramnico in na aponevrozi trebušnih mišic.

Pogost znak je tudi slaba moč trebušnih mišic (upogibalk trupa).



Slika 20. Dvig nog v leži na hrbtu (osebni arhiv).



Slika 21. Resisted sit-up (osebni arhiv).

Klinični test za ugotavljanje sindroma bolečine v dimljah v povezavi z narastiščem trebušnih mišic poteka tako, da športnik leži na hrbtu in dvigne noge pod kotom 45° od podlage (slika 20) ali dvigne trup proti zunanjemu upor (resisted sit-up) (slika 21). V tem položaju se pojavi bolečina na spodnjem delu trebuha in na mestu narastišča preme trebušne mišice na sramnico (Pečina in Bojanić, 2003).

Klinično testiranje za ugotavljanje sindroma bolečine v dimljah v povezavi s črevnično-ledveno mišico

Pri sindromu bolečine v dimljah v povezavi s črevnično-ledveno mišico je prisotna bolečina nekoliko pod iliacalno grčevino medenice (v lateralnem delu dimelj). Bolečina lahko poteka tudi po sprednji strani stegna navzdol ali medialno in navzgor v spodnji predel trebušnih mišic, lateralno od preme trebušne mišice (Pećina in Bojanić, 2003).

Aktivni upogib kolka in statičen razteg mišice iliopsoas povzroča bolečino. Opazimo okorelost in zmanjšano gibljivost v kolku.

Palpacija mišice iliopsoas nad ingvinalnim ligamentom in lateralno od mišice rectus abdominis ali pod ingvinalnim kanalom lateralno od femoralnega živca povzroča bolečino. Le-ta pa je lahko prisotna tudi v spodnjem predelu trebušnih mišic.



Slika 22. Dvig noge v kolku proti zunanemu upor (osebni arhiv).



Slika 23. Dvig trupa v leži na hrbtu (osebni arhiv).

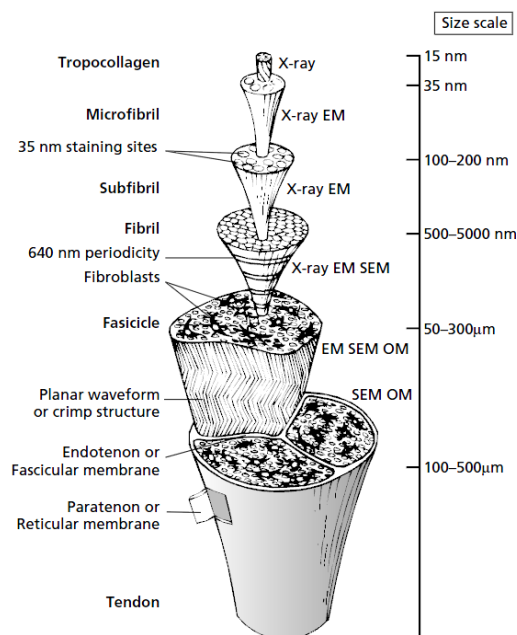
Klinični test za ugotavljanje sindroma bolečine v dimljah v povezavi s črevnično-ledveno mišico poteka tako, da športnik v sedu dvigne nogo v kolku proti zunanemu upor (slika 22), dvigne trup v leži na hrbtu (slika 23) ali dvigne iztegnjene noge v leži na hrbtu. Statična kontrakcija povzroči bolečino v lateralnem delu dimelj (Pećina in Bojanić, 2003).

2.2. Tendinopatije – poškodbe kit in tetiv

Tendinopatije so poškodbe na področju kit z določeno stopnjo otekanja in izliva v tetivno ovojnico, ki jih navadno spremlja zmanjšanje funkcionalnih sposobnosti športnika. Gre praviloma za degenerativne oziroma kronične spremembe tetiv, pri katerih pride do preureditve kolagenskih vlaken in nabiranja lipidov in kalcija v sami tetivi. Ločimo tendinitis, tendinozo, paratenonitis in paratenonitis s tendinozo (Hadžić in Dervišević, 2007).

2.2.1. Zgradba in funkcija kit in tetiv

Kite so sestavljene iz vezivnega tkiva, ki pripenja mišico na kost. Stik kite s kostjo imenujemo enteza. Strukturno so zelo podobne ligamentom oz. vezem. Ključna funkcija kit je prenos sil z mišic na skelet, s čimer omogočajo aktiven gib in prispevajo k stabilizaciji sklepa.



Slika 24. Struktura tetive in kite (Frontera, 2003).

Ključna sestavina kit je kolagen, ki tvori 80-90 % kitnega materiala. 95 % vsega kolagena predstavlja kolagen tipa 1, ostalo pa kolagen tipa 3 in 4. Tetivi omogoča prenašanje tenzilne sile po njeni dolžini. Urejen je v paralelne strukture, imenovane tropokolagen, ki se nato organizirajo v večje strukture – mikrofibrile, subfibrile, fibrile in fascikle. Vsak fascikel je obdan z rahlim vezivnim tkivom, ki se imenuje endotendineum (paratendineum) in vsebuje tudi žile, živce in mezigovnice. Več fasciklov se povezuje v kito, ki je z zunanje strani obdana z vezivno ovojnico, imenovano epitendium (peritendium) (Peterson in Renström, 2001; Wilson, in Best, 2005).

Prevladujoč tip celic v tetivah so tenociti, ki sintetizirajo in podpirajo tetivni matriks. Elastin zagotavlja elastičnost tetive. Tetivo pa sestavljajo še proteoglikani in lipidi.

Slika 24 prikazuje strukturo kite in tetive skupaj s skalo velikosti posameznih strukturnih enot.

2.2.2. Poškodbe kit in tetiv

Poškodbe tetiv v športu so zelo pogoste, saj se ravno preko kit prenašajo sile, proizvedene z mišicami, na kost. Poškodbe so lahko akutne ali kronične (overuse poškodbe).

Med akutne poškodbe tetiv spadajo vbodline, globoke raztrganine, rupture (delne ali popolne in zajamejo osrednji del tetive) in avulzijske frakture, pri katerih se ruptura zgodi na področju stika tetive in kosti, kjer tetiva utrga del kosti. V večini primerov pa gre za overuse poškodbe. To so degenerativne in ne vnetne spremembe tkiva, o čemer govorijo patohistološki izvidi, ki pri tendinopatijah negirajo prisotnost vnetnih celic in drugih parametrov akutnega ali kroničnega vnetja. Odkrito je bilo veliko vnetnih sprememb pri akutnih poškodbah, a v kroničnih primerih so te spremembe prisotne pri zgolj 3-5 % pacientov. Kronične spremembe tetiv so v preteklosti označevali kot vnetne spremembe, danes pa so novejša raziskava pokazale, da je dejanski nastanek (patogeneza) teh sprememb še vedno nepojasnen proces (Khan, Cook, Kannus, Maffulli in Bonar, 2002).

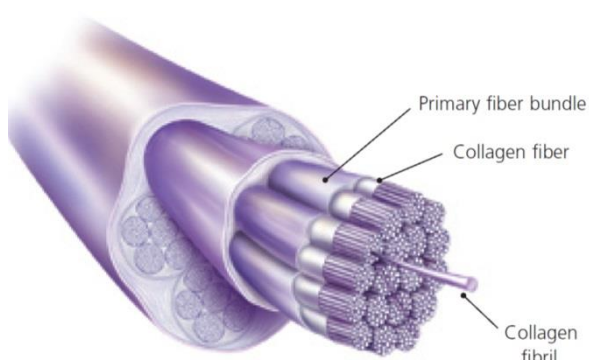
Degenerativne spremembe največkrat nastanejo na miotendinoznem spoju ali na stiku kite s kostjo (entezi) zaradi združitve dveh materialov (mišice in kite ali kite in kosti) z različnimi elastičnimi lastnostmi (Khan idr., 2002).

Glavni vzrok tetivnih sprememb je degeneracija tetiv, ki je značilna po fragmentaciji kolagena, nepravilni organizaciji kolagenskih vlaken, biokemičnih spremembah kolagena, povečanim nivojem proteoglikanov in zmanjšano encimsko aktivnostjo. Degenerativne

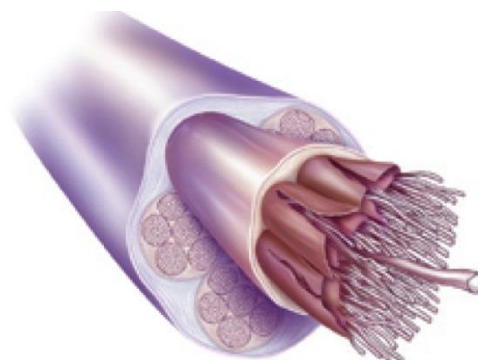
spremembe nastajajo tudi zaradi zmanjšanja koncentracije elastina v tetivni sestavi s starostjo (Peterson in Renström, 2001).

Natrganine v tetivi zaradi utrujenosti so najverjetneje delni vzrok za probleme s tetivami, ki lahko kasneje povzročijo degeneracijo in tendinopatijo, posebno pri mladih športnikih. Pravi vzrok degeneracije ostaja neznan, predpostavka pa je, da degeneracija tkiva nastopi zaradi zmanjšane pretoka krvi, posledično lokalne hipoksije, zaradi katere je metabolna aktivnost tetive nepravilna. Sproščajo se prosti radikali, kar vodi k poškodbi tetive (Khan idr., 2002; Peterson in Renström, 2001).

Prav zaradi nepojasnjene procesa nastanka težav se danes najpogosteje uporablja izraz tendinopatija, ki zajema kronične spremembe tetiv (Peterson in Renström, 2001).



Slika 25. Histologija tetive v normalnem stanju (Wilson in Best, 2005).



Slika 26. Histologija poškodovane tetive (Wilson in Best, 2005).

Razliko med zdravo in degenerirano tetivo opazimo pri prerazporeditvi kolagenskih vlaken na slikah 25 in 26.

Tabela 6

Terminologija poimenovanja tendinopatij (Khan idr., 2002)

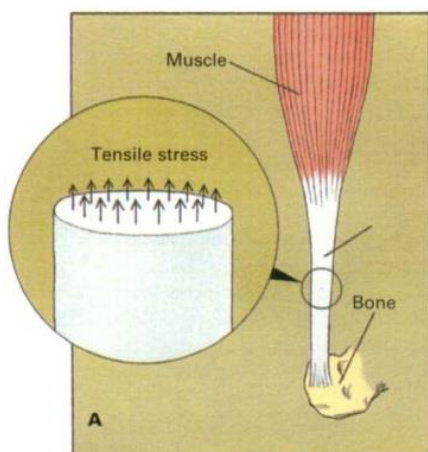
Terminologija poimenovanja tendinopatij
○ Tendinopatija: degenerativna sprememba na področju kite
○ Paratenonitis (paratenonitis, tenosynovitis): vnetje paratendineuma z njegovo ovojnico ali brez nje
○ Paratenonitis s tendinozo: vnetje paratendineuma s pridruženo intratendinozno degeneracijo
○ Tendinoza: intratendinozna degeneracija zaradi atrofije (staranje, mikrotravme, žilne spremembe)
○ Tendinitis: simptomatska degeneracija kite z žilnimi motnjami in vnetnim odgovorom (nateg ali ruptura)

Tabela 6 prikazuje terminologijo poimenovanja tendinopatij, ki je bila v preteklosti spremenjena zaradi raziskav, ki so pri tendinopatijah negirale prisotnost vnetnih celic in drugih parametrov akutnega ali kroničnega vnetja. Tako je bila pri nekaterih stanjih izpuščena končnica -itis, ki nakazuje na vnetne spremembe tkiva.

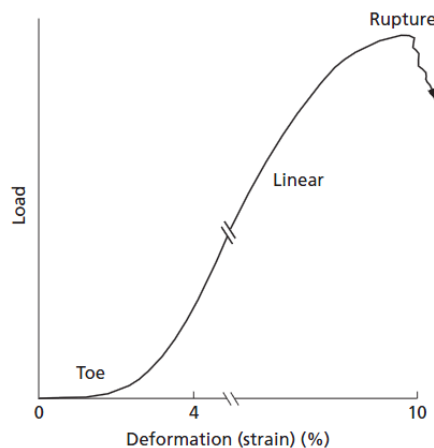
2.2.3. Razmerje stres/deformacija tetive

Poškodbe tetiv lahko označimo z razmerjem med stresom in deformacijo, ki nastane zaradi tenzilne sile na tetivo. V sproščenem stanju ima tetiva normalno valovito porazdeljena kolagenska vlakna, ki se na začetku (pri raztegu tetive do 2 %) z lahkoto poravnajo in tako izgubijo svojo naravno valovitost. Pri nadaljnjem raztegu kolagenskih vlaken (4-6 %) se le-ta učinkovito upirajo tenzilni sili s svojo elastičnostjo. Nadaljnji razteg (8 %) pa že povzroči tenzilno silo, pri kateri se šibkejša kolagenske molekule začno trgati. 8-10 % razteg tetive povzroča preveliko deformacijo in kolagenska vlakna začnejo pokati (presežena je meja elastičnosti tetive) (Woo, Renström in Arnoczky, 2007).

Veliko vlogo pri raztezanju tetive ima temperatura tkiva. Tetiva je sposobnejša večjega raztega ob višji temperaturi. Najbolj so tetivna vlakna podvržena poškodbam v primeru nenadne tenzilne sile na tetivo, ob veliki tenzilni sili, ki traja dalj časa, v primeru neenakomerno porazdeljene tenzilne sile na tetivo, ko je tetiva zaradi predaktivacije mišice napeta že pred travmatičnim dogodkom in ko je tetiva mehansko šibkejša v primerjavi z mišico (Woo, Renström in Arnoczky, 2007).



Slika 27. Tenzilna sila na tetivo ob obremenitvi (Peterson in Renström, 2001).



Slika 28. Odnos stres-deformacija tetive (Frontera, 2003).

Tenzilna sila na tetivo (slika 27) povzroča razteg tetive. V elastičnem območju se tetive obnašajo kot idealne vzmeti (slika 28), medtem ko se rupture dogajajo v deformacijskem (plastičnem) področju. Najprej sili podležejo posameznih vlakna, ki so šibkejša (parcialna ruptura), nato pa cele tetive (totalna ruptura) (Frontera, 2003). Ponavljajoče manjše deformacije tetive vodijo v preobremenitveni sindrom (tendinopatijo).

2.2.4. Dejavniki tveganja za razvoj tendinopatije

Proces nastanka tendinopatije je multifaktorski proces. Poleg opisanih dejavnikov pri razvoju bolečine v dimljah in preobremenitvenih sindromov lahko izpostavimo nekatere zunanje in notranje dejavnike tveganja, značilne za razvoj tendinopatij.

Največji dejavnik tveganja za razvoj tendinopatije je prejšnja poškodba tetive oziroma kite.

Zunanji dejavniki, ki nosijo največjo stopnjo tveganja za razvoj tendinopatije, so nenadne spremembe v okolju, ki onemogočajo prilagoditev tetive na dane zahteve v določenem času. Najpogostejši so sprememba igralne površine, slaba športna oprema in tehnika gibanja, nenadno povečanje količine in intenzivnosti treninga (Peterson in Renström, 2001).

Najpogostejši notranji dejavniki so slabost tetiv, slaba moč mišic, neravnovesje med mišičnimi skupinami, starost, prehrana, biomehanski vzroki (npr. Q-kot in hiperpronacija stopala), zmanjšana gibljivost v sklepu, genetika in telesna teža.

Vsi dejavniki so posledica namena izboljšanja funkcionalnih sposobnosti športnikovega telesa. V večji meri so odvisni od trenerja, zato se jim lahko s sistematičnim delom izognemo.

Poškodbe tetiv so pogostejše pri moških kot pri ženskah, najbolj ogroženi pa so zaradi intenzivnosti vadbe vrhunski športniki. Aktivnosti, ki najpogosteje vodijo do poškodb, so pospeški in pojemki pri hitrem gibanju. Zaradi tovrstnih gibanj so najbolj ogroženi ravno nogometaši in ostali sodelujoči v moštvenih športih (Peterson in Renström, 2001).

2.2.5. Prilagoditve tetiv med treningom

S treningi in redno telesno aktivnostjo prihaja do mikroskopskih natrganj mišic, kit in ligamentov. Te mikroskopske spremembe, ki so sicer fiziološki fenomen, predstavljajo spodbudo, ki jo telo uporablja za izgradnjo in krepitev mehkih tkiv, pa tudi kostnine. Najboljši rezultati krepitve so vidni na skeletnih mišicah, saj pride do hipertrofije in povečanja maksimalne moči in jakosti mišic. Podoben proces poteka tudi v kitah in ligamentih, le da te strukture potrebujejo nekoliko več časa za krepitev kot sama mišica. Ko so obremenitve takšne, da telo ne more pravočasno sprožiti regenerativnih procesov oz. so le ti nezadostni, pride do kopičenja teh mikropoškodb, ki se na koncu pokažejo kot preobremenitveni sindromi (Hadžić in Dervišević, 2007).

Tetive se pozitivno prilagodijo na ponavljajoče mehanične obremenitve. Z obremenjevanjem tetiva postaja močnejša in z razbremenjevanjem šibkejša, manj odporna na tenzilno silo. Tetive na obremenitev reagirajo z biološkimi odzivi, ki posledično vplivajo na mehanske lastnosti tetive. Pri vadbi, ko so tetive obremenjene, tenociti proizvajajo rastne faktorje in inzulinu podobne rastne faktorje, ki pospešujejo resintezo kolagena in delitev tenocitov. Pride do hipertrofije tetive in posledično večje mehanske moči tetive za prenašanje tenzilnih sil (Kaeding in Best, 2009).

Ravno koncepte, ki se odvijajo v tetivi ob prilagajanju na obremenitev, lahko s pridom izkoristimo pri preventivnih in rehabilitacijskih procesih vadbe.

2.3. Zdravljenje tendinopatij

Zdravljenje preobremenitvenih sindromov mehkih tkiv, med katere spadajo tudi tendinopatije, je v prvi vrsti konzervativno oz. neoperativno. Operativno zdravljenje je

indicerano samo v primeru, ko se poškodovano tkivo ne odzove na neoperativen način zdravljenja.

Namen vsake rehabilitacije je ohraniti moč, gibljivost in kontraktilne lastnosti tkiva z izboljšanjem mehaničnih in strukturnih lastnosti tkiva (Pećina in Bojanić, 2003).

Bistvo neoperativnega zdravljenja je čim hitrejši začetek s programom zdravljenja. Zdravljenje je najbolj priporočeno začeti takoj s pojavom prvih simptomov. Največja napaka športnikov je, da zgodnjim simptomom ne posvečajo dovolj pozornosti in nadaljujejo s trenajnim programom, ne oziraje se na poškodbo.

Bazična načela neoperativnega zdravljenja poškodbe so (Pećina in Bojanić, 2003):

1. Zmanjševanje občutka bolečine in kontrola vnetja miotendinoznega aparata
2. Kontroliranje vnetja
3. Pospešitev celjenja tkiva
4. Kontroliranje nadaljnje aktivnosti

Vsak neoperativni program zdravljenja poškodbe mora biti individualno prilagojen glede na področje poškodbe in stanje poškodbe. Program naj bi vseboval naslednje korake (Pećina in Bojanić, 2003):

1. Zmanjšanje športne aktivnosti, posebno športno specifičnih gibanj, ki povzročajo bolečino (ne počitek in imobilizacija)
2. Krioterapija, fizikalna terapija s terapevtskim ultrazvokom, elektrostimulacija, terapija z udarnimi valovi, idr.
3. Terapija z nesteroidnimi protivnetnimi zdravili (NSAID's)
4. Statične raztezne gimnastične vaje
5. Krepilne gimnastične vaje
6. Korekcija vzrokov za nastanek težav (napake v treningu, biomehanska odstopanja od pravilne tehnike gibanja, obutev, podlaga)

Do sedaj še ni bilo ustvarjenega rehabilitacijskega programa, ki bi zagotavljal 100 % učinkovitost, zato je velikega pomena preprečevanje poškodb. Da bi lahko učinkovito preprečevali preobremenitvene simptome, je potrebno poznati dejavnike tveganja za določeno poškodbo (Pećina in Bojanić, 2003).

Pri vračanju k športni dejavnosti je potrebno biti strpen. Ob prezgodnji vrnitvi k športno specifičnem treningu in izpostavljanju dejavnikom tveganja za poškodbo se preobremenitveni simptom lahko ponovno pojavi, kar nato zahteva veliko daljšo rehabilitacijo in veliko daljšo odsotnost od športne aktivnosti. Pravilo desetih odstotkov avtorja Matave (2008) pravi, da vsak teden zdravljenja poškodbe obremenitev povečujemo za največ 10 %, kar vodi k postopnemu vračanju k športno specifičnemu gibanju, ker telesu omogoča primeren čas za celjenje poškodbe in čas za prilagoditev na zahteve treninga. Ko se pojavijo prvi simptomi bolečine v dimljah, se predlaga zmanjšanje intenzivnosti vadbe in izogibanje gibanjem, ki povzročajo bolečino (hitre spremembe smeri in hitrosti), medtem ko je ravnočrten tek dovoljen. Ko bolečina preide v naslednji stadij, je potrebno s treningom prenehati.

Program vadbe za odpravo bolečine, povezano z adduktorji kolka po Pećini in Bojaniću (2003), zajema izboljšanje moči in koordinacije mišic medenice, posebno adduktorjev kolka. Za odpravo sindroma bolečine v dimljah zaradi trebušne muskulature pa predlagata vaje za moč sprednje trebušne stene.

V začetnih fazah zdravljenja avtorja priporočata krioterapijo in statične raztezne vaje za adduktorje kolka, ki se izvajajo do praga bolečine. Izogibamo se masaži, aktivnemu raztezanju, gretju predela in ultrazvoku zaradi možnosti krvavenja v poškodovanem področju. Imobilizacija področja je kontraindiktorna, saj povzroča mišično atrofijo in posledično zmanjšanje mišične moči. Gibanje je priporočeno tudi zato, ker obremenjevanje tetive promovira sintezo in zagotavlja normalno strukturo kolagena v tetivi (Pećina in Bojanić, 2003).

Z vajami za moč začnemo, čim je le-to mogoče. Priporočeno je začeti takoj po akutni fazi (okrog sedem dni do dva tedna po poškodbi). Začnemo z izometričnimi kontrakcijami brez zunanje obremenitve in nadaljujemo z izometričnimi obremenitvami z zunanjim uporom. Zadnjo stopnjo predstavljajo dinamične vaje, kjer prevladujejo ekscentrične kontrakcije mišic. Zmerna bolečina, ki se pojavi pri izvajanju vaj, se tolelira, dokler se vaje izvajajo nadzorovano. Najboljši je izokinetični trening, ki pa je zelo redko dostopen (Pećina in Bojanić, 2003).

Športniki s slabimi trebušnimi mišicami morajo okrepiti trebušno muskulaturo. Priporočene so tudi proprioceptivne vaje in vaje za stabilizacijo medenice.

Avtorja priporočata izvajanje vaj večkrat na dan. Na začetku manj ponovitev z lastno težo, nato se obremenitev stopnjuje na večje število ponovitev z dodano zunanjo obremenitvijo. Navadno se predlaga odmor od specifične športne obremenitve in vzdrževanje pripravljenosti z alternativnimi, neogrožujočimi aktivnostmi (kolesarjenje, plavanje).

Specifični trening se priporoča v zadnji stopnji rehabilitacije. Največja napaka je prehitro vračanje k specifičnim gibanjem. Potrpežljivost je ključ k popolni rehabilitaciji. Vadečega je potrebno podučiti o tem, da k popolni rehabilitaciji ni bližnjic in da s prehitrim vračanjem k specifičnim športnim gibanjem veliko žrtvuje.

Preventiva je največjega pomeni pri razvoju sindroma bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka. Še posebno pri mladih športnikih bi morali poudarjati sistematično in primerno krepitev trebušne muskulature s poudarkom na notranji in zunanji poševni trebušni mišici. Poudarjati je potrebno vaje za gibljivost spodnjih ekstremitet pred in po aktivnosti (Pećina in Bojanić, 2003).

Povratak po poškodbi je mogoč, ko je program mišične moči izveden brez bolečin, ko je medmišična koordinacija povrnjena in ko vadeči lahko izvede športno specifična gibanja brez bolečin. Seveda je povratak po poškodbi k aktivnosti odvisen od stopnje poškodovanega tkiva. Ko so poškodovani adduktorji kolka, je še posebej pomembno, da je pred povratkom k aktivnosti vzpostavljena koordinacija med močjo mišic okoli medenice (kolčni sklep) (Pećina in Bojanić, 2003).

Dokazano je bilo, da če se poškodba ponovi, je čas okrevanja skoraj vedno dvakrat daljši kot v prvem primeru, kar nakazuje na pomembnost pravilnega pristopa k poškodbi. Pri adduktorni skupini mišic je ponovljivost poškodbe kar 15 %, kar se smatra za zelo veliko (Pečina in Bojanić, 2003).

Velika ponovljivost je prisotna zaradi nestrokovne rehabilitacije in vadbe po poškodbi ter nepotrpežljivosti športnika, kar ne omogoča regeneracije tkiva po poškodbi, zagotovitve gibljivosti in moči.

Hölmich je s sodelavci (2001) dokazal, da ima pasivna terapija (masaža, stretching, TENS in druge variante fizikalne terapije) manjši učinek pri zdravljenju kronične bolečine v dimljah kot 8 do 12 tedenski program vadbe, ki je temeljil na konceptu mehanotransdukcije. Zajemal je krepitev kolčnih mišic, trening ravnotežja, krepitev trebušne muskulature in ekscentrične kontrakcije adduktorjev kolka. Program je vodil športnika po časovnih fazah celjenja poškodbe. Začel se je s pasivno terapijo in nadaljeval z aktivnim treningom, ki je zajemal med drugimi tudi ekscentrične kontrakcije poškodovane strukture (Nicholas in Tyler, 2002; Hölmich, Uhrskou, Ulnits, Kanstrup, Nielsen, Bjerg in Krogsgaard, 2001).

Ekscentrična vadba je bila dokazana kot izjemno učinkovita pri pacientih s tendinopatijami. Prvotno so bile ekcentrične kontrakcije, pri katerih mišica razvije največjo silo in jo prenese na kito, priporočene za rehabilitacijo po poškodbi Ahilove tetive, sedaj pa je koncept vadbe možno posplošiti na vse poškodovane tetive v telesu. Znano je tudi, da ima ekscentrična vadba več pozitivnih učinkov v primerjavi s koncentrično vadbo v konceptu rehabilitacije po poškodbi. Optimalen vzorec obremenitve s koncentričnimi kontrakcijami pa še ni bil ustvarjen (Nicholas in Tyler, 2002).

2.4. Mehanotransdukcija

2.4.1. Terminologija

Signalna transdukcija je vsak proces, pri katerem celica pretvori eno vrsto signala ali dražljaja v drugo. Procesi, ki jih imenujemo signalna transdukcija, pogosto obsegajo zaporedje znotrajceličnih biokemičnih reakcij, ki jih izvedejo encimi in so med seboj povezane s sekundarnimi obveščevalci (Ca^{2+} , IP_3). Na celične procese vplivajo medcelični procesi, katerih učinek se preko transmembranskih prenašalcev (transmembranskih proteinov – integrinov) prenese v notranjost celice (Berne in Levy, 2000).

Pojem mehanotransdukcija ali mehanska transdukcija predstavlja homeostatski fiziološki proces v telesu, ki ima vlogo ohranjati normalne mišično-skeletne strukture pri obnovi tkivnih celic sesalcev (Khan in Scott, 2009).

Mehanoterapija predstavlja terapijo, pri kateri zunanjo obremenitev uporabimo kot dražljaj za celjenje tkiva oz. remodeliranje tetive, mišice, hrustanca ali kosti. Temelji na konceptu mehanotransdukcije in vadbi po principu ekscentrične kontrakcije, katere učinki so neposredno povezani z mehanotransdukcijo.

Mehanotransdukcija pa je tudi pojem, ki označuje terapevtsko vadbo. To je vadba, predpisana z namenom pospešitve celjenja izključno poškodovanega tkiva. Je skupek fizioloških procesov, s katerimi tkiva odgovorijo na mehansko obremenitev na tak način, da sprožijo številne celične odgovore. Skupek teh odgovorov na celičnem nivoju pripelje pozneje do strukturnih sprememb tkiva (Hadžič, 2013; Khan in Scott, 2009).

Glavni koraki mehanotransdukcije pri vezivnih tkivih so bili najbolj dokazani pri kosteh. Pri mišicah, tetivah in sklepnem hrustancu pa nekateri elementi pri signalnih poteh ostajajo neznani (Khan in Scott, 2009).

2.4.2. Proces terapevtske vadbe po konceptu mehanotransdukcije

Mehanske obremenitve tetive pripeljejo do sprememb v številu tetivnih celic, sintezi DNA, sintezi kolagena in sestavi proteoglikanov v korist tetive. Prav ti mehanizmi ležijo v ozadju učinkovitosti različnih programov ekscentrične vadbe, ki so bili dokazani za ahilarno in patelarno tendinopatijo. Tak odziv na ekscentrično vadbo danes razlagamo s konceptom mehanotransdukcije (Hadžič, 2013).

Ekscentrična kontrakcija mišice ustvari strižno in tenzilno silo, ki pripelje do deformacije celice, temu pa sledi cel niz celičnih odgovorov, ki so v veliki meri odvisni od velikosti in trajanja ekscentrične kontrakcije. Mehanska sila, ki spremeni obliko celic, se prenese na posebne celične strukture v celični membrani (na mejnem področju med zunajceličnim matriksom in celico). Nastopijo položajne spremembe podenot integrinov, ki sprožijo izločanje beljakovin, te potujejo v celično jedro in sprožijo transkripcijo genov za sintezo kolagena. Ta se nato ustvari v ribosomih in potuje v zunajcelični matriks ter pomaga procesu celjenja kronično spremenjene kite. Zadnji mehanizem delovanja ekscentrične vadbe na celičnem nivoju vključuje sprostitev sekundarnih sporočevalnih molekul, kot so inozitol trifosfata in kalcij. Ta odgovor ni vezan na mesto delovanja mehanske sile (ekscentrične kontrakcije), temveč preko presledkovnih stikov omogoči širjenje odgovora v celotnem poteku kite (Hadžič, 2013).

Vadba po konceptu mehanotransdukcije, ki zajema ekscentrične kontrakcije mišično-tetivnega sistema, preko treh procesnih korakov deluje kot katalizator celjenja tkiva po poškodbi (Khan in Scott, 2009).

2.4.3. Kako točno vadba pospeši celjenje tkiva?

Primer prilagoditve tkiva na obremenitev najboljšje ponazorimo na kostnem sistemu. Gostota kosti se povečuje, če na kost delujemo s primerno vzdolžno obremenitvijo. Kost z majhno gostoto (krhka kost) poveča gostoto kostnine in postane trdnejša ter odpornejša na zunanje vplive kot odgovor na primeren dražljaj skozi proces mehanotransdukcije. Kostne celice zaznajo in pretvorijo mehansko obremenitev v signal za različne celične odgovore, ki eden za drugim povzročijo strukturne spremembe v tkivih.

Enak proces zaznamo pri obremenjevanju tetive. Poveča se prečni presek tetive na račun kolagenskih vlaken in posledično njena elastična (tenzilna) sposobnost prenašanja sile. Mehanske obremenitve tetive pripeljejo do sprememb v številu tetivnih celic, sintezi DNA, sintezi kolagena in sestavi proteoglikanov, glikoproteinov v zunajceličnem prostoru s strukturno funkcijo, ki zaradi svoje lastnosti vezave vode omogočajo veliko mehansko odpornost zunajceličnega matriksa (Khan in Scott, 2009).

Tabela 7

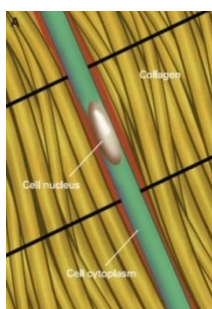
Proces mehanotransdukcije poteka v treh korakih (Khan in Scott, 2009)

Proces mehanotransdukcije mehkih tkiv v treh korakih		
Korak 1	Sklopitev mehanske obremenitve in celičnega odgovora	Mechanocoupling (tudi mehanska sklopitev ali mehanski sprožilec, katalizator)
Korak 2	Komunikacija na nivoju celic	Cell-cell communication (komunikacija med celicami z namenom prenosa sporočila o obremenitvi)
Korak 3	Odgovor tarčnih celic	Odgovor na nivoju (efektorskih) celic na obremenitev sproži izgradnjo novih proteinov in prenos le-teh do tkiva v zunajceličnem prostoru

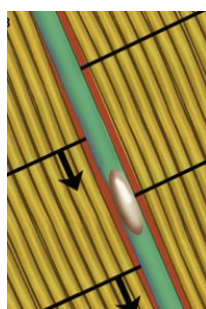
Prvi korak predstavlja sklopitev mehanske obremenitve in celičnega odgovora, drugi korak komunikacijo na nivoju celic in tretji korak odgovor tarčnih celic, ki sprožijo izgradnjo novih beljakovin (tabela 7).

2.4.3.1. Sklopitev mehanske obremenitve in celičnega odgovora

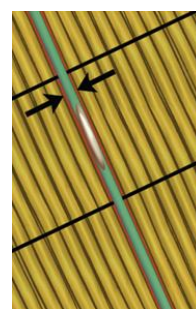
V prvem koraku mehanska obremenitev, najpogosteje strižna, elastična ali kompresijska sila, na mišično-tetivnem sistemu povzroči spremembe ali deformacije v celicah tkiva. Pri vsakem krčenju mišice je zaradi skrajšanja dolžine mišice tetiva, s katero se mišica pripenja na kost, podvržena raztezanju. Največje sile je mišično-tetivni sistem zmožen ustvariti v ekscentrični kontrakciji, pri kateri je napetost v mišici izenačena z nasproti delujočimi silami in se mišični pripoji oddaljujejo. Pride do deformacij tkiva v zunajceličnem prostoru, ki se preko transmembranskih prenašalcev prenesejo v notranjost celice in sprožijo celične odgovore. Odziv celic, ki nastane po obremenitvi, je odvisen od tipa, velikosti in časa obremenitve (Eliasson, 2011).



Slika 29. Tetivna celica (tenocit) (Khan in Scott, 2009).



Slika 30. Tenocit pod vplivom strižne sile (Khan in Scott, 2009).



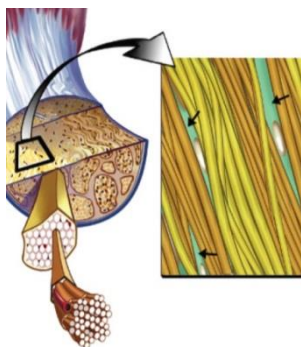
Slika 31. Tenocit pod vplivom kompresijske sile (Khan in Scott, 2009).

Na sliki 29 opazimo tetivno celico, ki ni podvržena deformaciji. Strižna sila (slika 30) in kompresijska sila (slika 31) pa povzročata spremembe na nivoju celice. Ključ mehanske sklopitve je, kot že ime navaja, neposredna ali posredna fizična deformacija celice, ki je s transmembranskimi prenašalci ali kemičnimi signali kasneje prenesena neposredno v celico ali med celicami (Khan in Scott, 2009).

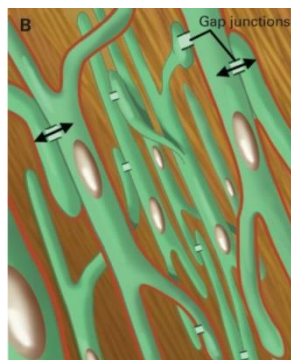
2.4.3.2. Komunikacija na nivoju celic

Drugi korak mehanotransdukcije, medcelična komunikacija, poteka med tisočeriimi celicami znotraj medceličnega prostora. Ravno tetiva je najboljši primer za prikaz medcelične komunikacije, saj jo sestavlja veliko vlaknate medceličnine (kolagen) in malo celic.

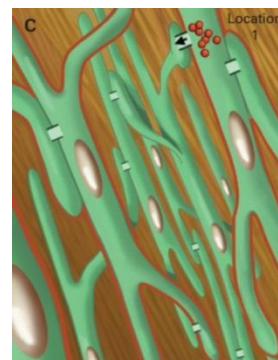
Komunikacija med celicami poteka preko presledkovnih stikov, ionskih kanalov in lipidov. Pri mehanotransdukciji največjo vlogo nosijo presledkovni stiki. Znotrajcelični signalni proteini, ki prenašajo informacije preko presledkovnih stikov, vsebujejo kalcij in inositol trifosfat (IP_3). Bistvo delovanja signalnih proteinov je, da se prvotni mehanski dražljaj iz celice, ki je prejela dražljaj, preko sosednjih celic lahko prenese na oddaljeno celico v tkivu v oddaljenosti od sedmih do desetih celic, ki na tak način prejmejo enak signal kot prvotno mehansko obremenjena celica. To pomeni, da se tkivo lahko obnavlja po svojem celotnem obsegu, ne le na mestu dražljaja (Khan in Scott, 2009).



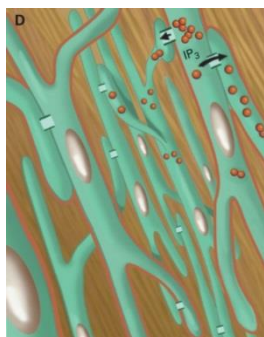
Slika 32. Struktura tetive in normalna razporeditev kolagenskih vlaken (Khan in Scott, 2009).



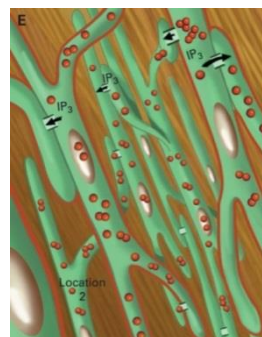
Slika 33. Povezave med celicami s presledkovnimi stiki (Khan in Scott, 2009).



Slika 34. Medcelično komuniciranje začetna stopnja (Khan in Scott, 2009).



Slika 35. Medcelično komuniciranje, vmesna stopnja (Khan in Scott, 2009).



Slika 36. Medcelično komuniciranje, končna stopnja (Khan in Scott, 2009).

Slike od 32 do 36 prikazujejo širše področje tetivnega tkiva. Slika 32 prikazuje strukturo tetive in normalno razporeditev kolagenskih vlaken pri neobremenjeni tetivi. V medceličnem prostoru se nahajajo specializirane tetivne celice (tenociti), ki po obliki spominjajo na puščice. Slika 33 prikazuje povezave med celicami v tetivi pri odstranjenjem medceličnem prostoru, ki vsebuje kolagenska vlakna. Videti je, da so celice neposredno fizično v stiku ena z drugo po celotni tetivi, kar omogoča hitro medcelično komunikacijo. Mesta, kjer se celice neposredno povezujejo in tako komunicirajo, se imenujejo presledkovni stiki (gap junctions). Komunikacija poteka z majhnimi nabitimi delci (protoni), ki jih skozi celično membrano prenašajo specifični proteinski posredniki – connexini, ki sestavljajo presledkovne stike. Slike od 34 do 36 prikazujejo časovni potek medceličnega komuniciranja od sprožitve signala (slika 34) do končne lokacije prenesenega prenašalca signala - transmitterja (slika 36). Signalni proteini (rdeči krogci) v tem koraku vsebujejo kalcij in inositol triphosphate (IP_3) (Khan in Scott, 2009).

2.4.3.3. Odgovor tarčnih celic

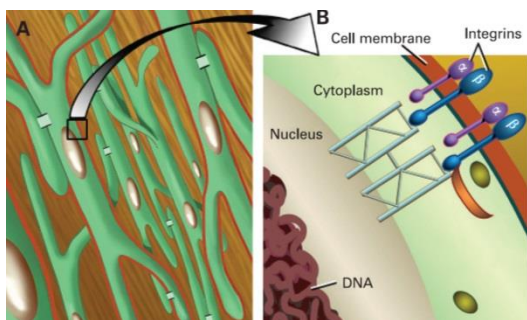
Sinteza proteinov v celičnem jedru poteka s procesoma transkripcije (prepisovanja) in translacije (prevajanja) DNA materiala. Proces prepisovanja lahko sprožijo signalne molekule znotraj ali zunaj celice. Znotrajcelične signalne molekule, ki so najpogostejše proteini, delujejo tako, da se vežejo na določena območja DNA in na ta način sprožijo prepisovanje. Izražanje DNA in druge metabolične aktivnosti pa lahko uravnavajo tudi zunajcelične signalne molekule, kot so hormoni ali rastni faktorji, ki delujejo posredno preko sekundarnih obveščevalcev.

Ko celično jedro prejme primerne signale, se pričnejo celični procesi gradnje novih beljakovin. V jedru poteka transkripcija genske informacije iz DNA na obveščevalno RNA (mRNA). Za sintezo proteinov potrebne molekule aminokislin se v citoplazmi vežejo na prenašalno RNA. Ta prenese aminokislino na ribosome, kjer se s procesom, imenovanim translacija, izgradijo nove beljakovine. Novonastali protein nato potuje preko celične membrane in se vključi v medceličnino (kolagenska vlakna), ki je prejela dražljaj (Berne in Levy, 2000).

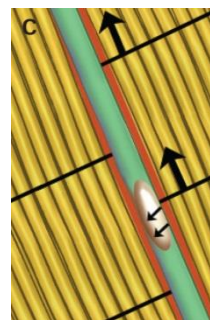
Za razumevanje odgovora tarčnih celic se je potrebno osredotočiti na mejo med zunajceličnim prostorom in posamezno celico v tkivu – celično membrano.

Najhitrejša informacija o spremembi v zunajceličnem prostoru v notranjost celice pridejo preko ionskih kanalov. Le-ti so lahko neposredno povezani s citoskeletom v notranjosti celice. Deformacija v zunajceličnem prostoru aktivira ionske kanale in povzroči vdor zunajceličnega Ca^{2+} v celico in sprostitve znotrajceličnega Ca^{2+} v citoplazmo. Poleg dviga koncentracije Ca^{2+} v znotrajceličnem prostoru pride tudi do povečanja koncentracije znotrajceličnega prenašalca inositol trifosfata (IP_3), ki nosi pomembno vlogo pri medcelični komunikaciji.

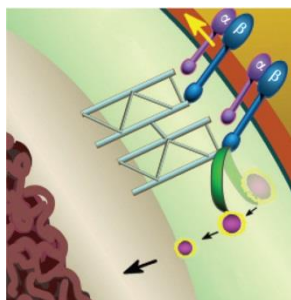
Druga možnost prenosa informacije za izgradnjo beljakovin, ki je nekoliko počasnejša, a vendarle bolj pomembna pri mehanotransdukciji, je aktivacija transmembranskih proteinskih prenašalcev – integrinov (Eliasson, 2011).



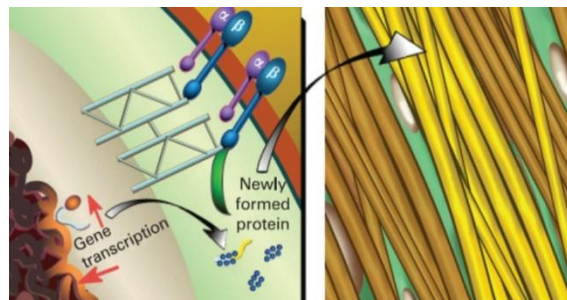
Slika 37. Struktura tetive (levo) in struktura celične membrane (desno) (Khan in Scott, 2009).



Slika 38. Delovanje strižne sile na celico (Khan in Scott, 2009).



Slika 39. Neposreden prenos mehanskega dražljaja skozi membrano (Khan in Scott, 2009).



Slika 40. Prenos novonastalih proteinov v medcelično (Khan in Scott, 2009).

Odgovor tarčnih celic (tretji korak) poteka v celicah tetive. Slika 37 (levo) prikazuje tetivo in povezave med posameznimi celicami v tetivi s presledkovnimi stiki. S puščico je označena celična membrana in celični organeli, ki sodelujejo pri procesu. Slika 37 (desno) prikazuje celično membrano. Prikazani so integrini - transmembranski proteini, ki posredujejo informacijo o pritrditvi celice na okoljska tkiva. Tkivo, ki celico obdaja, je lahko zunajcelični prostor, ki ga sestavlja kolagen ali druge celice. Integrini imajo pomembno vlogo signalizacije v celici. Opredeljujejo celično obliko, mobilnost in uravnavajo celični cikel – signalne poti. Prikazan je tudi citoskelet, katerega funkcija je prenašanje mehanske obremenitve in ohranjanje strukture celice. Prikazana sta tudi celično jedro in DNA. Na sliki 38 je prikazana strižna sila, ki nastane z obremenjevanjem tetive. Strižna sila zaradi sprememb v tetivi aktivira integrine, ki zaznajo dražljaj in nadalje aktivirajo dve različni poti, ki vodita k remodeliranju tkiva. Neposredna pot prenosa (slika 39) vključuje prenos mehanskega dražljaja z integrini na znotrajcelični citoskelet, ki ima direktno fizično povezavo s celičnim jedrom. Signal o deformaciji v zunajceličnem prostoru se tako neposredno prenese na celično jedro, kjer se pričnejo prvi celični procesi, ki vodijo k tvorbi novih beljakovin (Khan in Scott, 2009). Druga pot zajema sprožitev različnih biokemičnih signalnih agensov (pospeševalcev) s pomočjo integrinov. Na sliki 40 jih predstavljajo vijolični krogi. Biokemični signali imajo po vmesnih korakih vpliv na gensko ekspresijo v celičnem jedru in tako vodijo k tvorbi novih beljakovin.

Mehanski dražljaj izven celice na opisan način pospeši znotrajcelične procese, ki vodijo k remodelaciji tkiva oz. vzpostavitvi homeostaze (stanja pred dražljajem) v medceličnem prostoru, podrobneje kolagenu (Khan in Scott, 2009).

2.5. Vadba po konceptu mehanotransdukcije za adduktorje kolka

Vsak program vadbe je sestavljen iz anamneze športnika oz. poškodovanca, postavljanja generalnih in etapnih ciljev, izbor metod in sredstev vadbe, modulacije vadbenih vsebin in spremljanje športnika ter rezultatov v primerjavi z zastavljenimi cilji (Bompa in Haff, 2009).

Namen in generalni cilj vsake rehabilitacije je ohraniti moč, gibljivost in kontraktilne lastnosti tkiva z izboljšanjem mehaničnih in strukturnih lastnosti tkiva ter čim prejšnje okrevanje. Še posebej v vrhunskem športu moramo poudariti, da je želja športnikov in njihovih delodajalcev čim prejšnji povratak po poškodbi. Zato je pomembno, kako kineziolog načrtuje vadbo, da bo športniku v čim krajšem času pripomogel k vrnitvi k tekmovalno-trenažnemu procesu (Pečina in Bojanić, 2003).

Nicholas in Tyler (2002) ter Hölmich s sodelavci (2001) opisujejo več faz rehabilitacijskega programa po poškodbah adduktorjev kolka. Faze so časovno prilagojene celjenju poškodbe. Zajemajo prvo ali akutno fazo celjenja poškodbe, katere klinični mejnik je koncentrična addukcija proti gravitaciji brez bolečine, drugo fazo ali subakutno fazo, katere klinični mejnik je pasivni obseg gibanja ekstremitete enak nepoškodovani ekstremiteti, in povrnjena moč poškodovanih adduktorjev kolka na vsaj 75 % moči adduktorjev kolka nepoškodovane ekstremitete. Tretja faza je faza športno-specifične vadbe, katere klinični mejnik je moč poškodovanih adduktorjev kolka, povrnjena na 90 do 100 % začetne addukcije v kolku, in moč poškodovanih adduktorjev, ki je enaka moči adduktorjev na nepoškodovani ekstremiteti (Nicholas in Tyler, 2002; Hölmich in sodelavci, 2001).

Vsaka izmed faz zajema specifične pristope k zdravljenju. V prvi fazi je namen zdravljenja zmanjševanje občutka bolečine in kontrola vnetja miotendinoznega aparata, v drugi fazi pospešitev celjenja tkiva in kontroliranje nadaljnje aktivnosti, v tretji fazi pa korekcija vzrokov za nastanek težav ter vadba s povečano obremenitvijo in s tem neposredna priprava na specifična gibanja v športu, dejavnosti.

Program vadbe sta avtorja razdelila na tri faze glede na stopnjo celjenja tkiva. Vadba traja od 8 do 12 tednov, odvisno od stopnje poškodovanega tkiva. Vadba v prvi fazi zajema krioterapijo (RICE), masažo, TENS, ultrazvočno terapijo, submaksimalne izometrične vaje za moč poškodovane ekstremitete in vaje za moč nepoškodovane ekstremitete, pasivno gibljivost poškodovanega sklepa, krepitev trupa z lastno težo in trening ravnotežja. Druga faza zajema statične vaje za moč adduktorjev kolka, dinamične vaje za moč poševnih in preme trebušne mišice, vaje za ravnotežje in stabilizacijo kolka ter kolesarjenje in plavanje. Vadba v tretji fazi zajema dinamične vaje za moč adduktorjev in abduktorjev kolka, ekstenzorjev trupa, upogibalk in sukalk trupa, vaje za ravnotežje, koordinacijo nog in rok in posebnim poudarkom na progresiji ekscentričnih vaj za adduktorje kolka (Nicholas in Tyler, 2002; Hölmich in sodelavci, 2001).

Alfredson pri zdravljenju overuse tendinopatije navaja izvajanje ekscentričnih vaj brez predhodnega ogrevanja za poškodovani mišično-tetivni kompleks. Vadba poteka v področju bolečine, razen če je ta neznosna. Ko bolečine več ni, se obremenitev na poškodovano področje poveča. Vadba zajema 3x15 ponovitev določene vaje, 2x dnevno, vsak dan v tednu

v obdobju 12 tednov. Zmanjšanje bolečine tkiva ob zaključku 12-tedanskega programa pade iz 81/100 na 5/100 (Alfredson, Pietila, Jonsson in Lorentzon, 1998).

V primeru sindroma bolečine v dimljah v povezavi s tendinopatijo kit adduktorjev kolka, ki se najpogosteje pojavlja kot preobremenitveni sindrom (overuse poškodba), se tkivo najbolje odzove na tretma, če z njim pričnemo v zgodnjih fazah razvoja simptoma, to pomeni takoj po akutni fazi poškodbe oziroma ob prvih znakih bolečine v predelu miotendinoznega stika adduktorjev kolka in narastišča kit adduktorjev kolka na sramnico. Začnemo z ekscentričnimi ponovitvami izvedbe vaj najnižje zahtevnosti (Pečina in Bojanić, 2003).

Kineziolog načrtuje vadbo v času pozne rehabilitacije po poškodbi. Načrtovanje vadbe mora biti čim bolj prilagojeno posamezniku, saj le v tem primeru dosežemo največjo učinkovitost vadbenega protokola.

2.5.1. Primer protokola vadbe za adduktorje kolka po konceptu mehanotransdukcije

Zastavljen protokol vadbe za rehabilitacijo po overuse poškodbi adduktorjev kolka, ki se najpogosteje pojavljajo pri nogometu in je največkrat poimenovana kot Sindrom bolečine v dimljah, zajema progresijo ekscentričnih vaj za adduktorje kolka.

Enostavne ekscentrične vaje za adduktorje kolka so izbrane z namenom približanja vadbe čim širšemu krogu športnikov, posebej nogometašem. Za izvedbo ne potrebujemo večjih naprav, orodij, temveč le nekaj drobnih pripomočkov. Bistvo protokola izvedbe vaj je, da ga lahko športnik izvaja doma, na nogometnem igrišču v času treninga, pred ali po njem.

Cilj protokola je ohraniti moč, gibljivost in kontraktilne lastnosti tkiva z izboljšanjem mehaničnih in strukturnih lastnosti tkiva ter pospešiti celjenje tkiva po konceptu mehatransdukcije.

Z vadbo začnemo takoj ob prvih simptomih preobremenitvenega sindroma oziroma po akutni fazi poškodbe, sočasno z zmanjšanjem športno-specifične aktivnosti. V primeru stopnjevanja bolečine popolnoma prenehamo s športno aktivnostjo (Pečina in Bojanić, 2003).

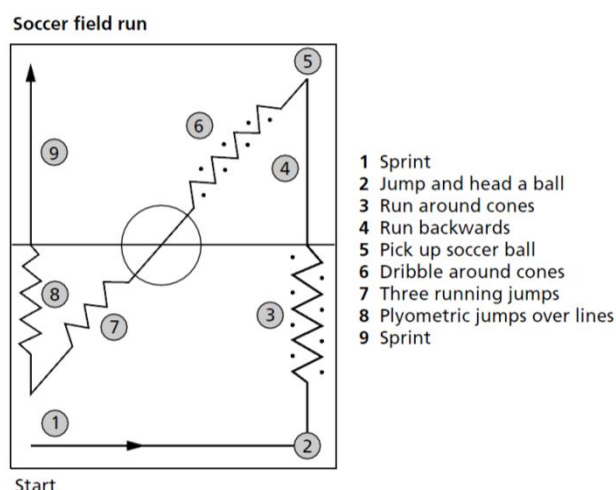
Protokol vadbe zajema 6 težavnostnih stopenj. Vsaka izmed stopenj je sestavljena iz para vaj. Prva vaja zajema ekscentrične ponovitve vaje za adduktoje kolka s stegneno nogo v kolenskem sklepu, druga pa ekscentrične ponovitve vaje za adduktorje kolka z upognjeno nogo v kolenskem sklepu. S parom vaj dosežemo enakomerno obremenitev vseh mišic adduktorjev kolka (m. adductor longus, m. adduktor magnus, m. adduktor brevis, m. pecineus in m. gracilis).

Vsako vajo izvajamo v treh serijah po 15 ponovitev, vsakodnevno, v obdobju od 8 do 12 tednov, odvisno od stopnje poškodovanega tkiva in individualnega odziva na vadbo. Pred vadbo se primerno ogrejemo do roba znojenja (kolo, tek, eliptični trenažer, plavanje), po

vadbi pa je priporočena krioterapija. Priporočeno je, da vadba poteka pod nadzorom kineziologa, ki program vadbe še dodatno individualizira.

Vadba poteka v področju bolečine, kar pomeni, da vadeči izvaja ekscentrične ponovitve posamezne vaje ob prisotni rahli bolečini, razen če je ta neznosna. Ko bolečina pri vaji več ni prisotna, izberemo naslednjo vajo, ki je zahtevnejša (okvirno po dveh tednih vadbe).

Pogoja za vrnitev k športno-specifični vadbi v polnem obsegu sta povrnjena moč poškodovanih adduktorjev kolka na 90 do 100 % prvotne moči addukcije v kolku in enakost moči poškodovanih adduktorjev z močjo adduktorjev na nepoškodovani ekstremiteti.



Slika 41. Test specifičnih nogometnih gibanj (Frontera, 2003).

Pri vračanju k športno-specifični aktivnosti (nogometnim gibanjem) lahko uporabimo test specifičnih gibanj nogometaša, ki je prikazan na sliki 41.

Tabela 8

Trenažni protokol za odpravljanje bolečin v povezavi z adduktorji kolka

Trenažni protokol za zdravljenje bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka		
Načrt obremenitve	Velikost bremena	Lastna teža Lahka bremena (60 – 75 % RM)
	Število ponovitev	Število ponovitev v seriji • 15 Število serij • 3 Odmori med serijami (cikel) • 1-2 minuti
	Način izvajanja ponovitev	Ekscentrično • Pomoč za dvig v začetni položaj • Počasno spuščanje bremena (cca. 2 sekundi)
Progresivnost vadbe	Vadba poteka v področju bolečine (3-5/10), razen če je ta neznosna. Ko bolečine več ni, se obremenitev na poškodovano področje poveča z izbiro naslednje stopnje (para vaj).	
Trajanje protokola	Vsakodnevno, 8 – 12 tednov, odvisno od stopnje poškodovanega tkiva	

V tabeli 8 je opredeljen načrt obremenitve, progresivnost vadbe in trajanje protokola za odpravljanje bolečin v povezavi z adduktorji kolka.

2.5.1.1. Izbira ekscentričnih vaj za adduktorje kolka

Tabela 9

Izbira ekscentričnih vaj za adduktorje kolka po načelu progresivnosti

Stopnja vadbe	Vaja	Naziv vaje
1	A	○ Odmik nog v leži na hrbtu ob steni, noge stegnjene
	B	○ Odmik nog v leži na hrbtu ob steni, noge skrčene
2	A	○ Odmik noge v stoji z elastiko, noga stegnjena
	B	○ Zunanja rotacija v kolku z elastiko
3	A	○ Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge; noge stegnjene
	B	○ Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge; zgornja noga upognjena, spodnja stegnjena na tleh
4	A	○ Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in gležnju zgornje noge, noge stegnjene
	B	○ Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge; zgornja noga upognjena, spodnja stegnjena
5	A	○ Izpad vstran s podrsom
	B	○ Odmik kolen v opori klečno spredaj
6	A	○ Odmik nog v stoji na drsni plošči z oporo spredaj
	B	○ Odmik nog v polčepu na drsni plošči z oporo spredaj

V Tabeli 9 so zbrane ekscentrične vaje za adduktorje kolka od najmanj do najbolj zahtevne.

2.5.2. Opis ekscentričnih vaj za adduktorje kolka

STOPNJA VADBE 1

○ Vaja 1A

Naziv vaje: Odmik noge v leži na hrbtu ob steni, noge stegnjene

Začetni položaj: Leža na hrbtu; prednožno, snožno, pete ob steni

Gibanje: Iz začetnega položaja nogo počasi spuščamo v stran. Povratek v začetni položaj s pomočjo roke.

Obremenitev: Okoli gležnja obremenjene noge imamo nameščeno manšetno utež.



Slika 42. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 43. Gib (osebni arhiv).



Slika 44. Povratak v začetni položaj (osebni arhiv).

○ Vaja 1B

Naziv vaje: Odmik nog v leži na hrbtu ob steni, noge skrčene

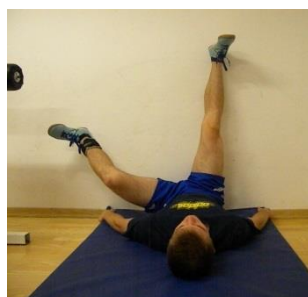
Začetni položaj: Leža na hrbtu; prednožno, snožno, skrčeno, pete ob steni

Gibanje: Iz začetnega položaja nogo počasi spuščamo v stran. Povratak v začetni položaj s pomočjo roke.

Obremenitev: Okoli gležnja obremenjene noge imamo nameščeno manšetno utež.



Slika 45. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 46. Gib (osebni arhiv).



Slika 47. Povratak v začetni položaj (osebni arhiv).

STOPNJA VADBE 2

○ Vaja 2A

Naziv vaje: Odmik noge v stoji z elastiko, noga stegnjena

Začetni položaj: Stoja spojno; bočno na elastiko, namestitev elastike na gleženj

Gibanje: Odmik noge v odnoženje. Povratak v začetni položaj s pomočjo roke.



Slika 48. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 49. Gib (osebni arhiv).



Slika 50. Povratak v začetni položaj (osebni arhiv).

○ Vaja 2B

Naziv vaje: Zunanja rotacija v kolku z elastiko

Začetni položaj: Opora sedno zadaj; pokrčeno, namestitev elastike nad koleno

Gibanje: Zunanja rotacija v kolku z odmikom kolena v stran. Povratak v začetni položaj s pomočjo roke.



Slika 51. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 52. Gib (osebni arhiv).



Slika 53. Povratek v začetni položaj (osebni arhiv).

STOPNJA VADBE 3

○ Vaja 3A

Naziv vaje: Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge; noge stegnjene.

Začetni položaj: Opora ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge, ki je dvignjeno od podlage na vadbeni klopi tako, da je ustvarjena vodoravna linija rama-kolk-koleno; noge stegnjene.

Gibanje: Spust bokov iz začetnega položaja proti podlagi z obremenitvijo zgornje noge, pri čemer ostaja spodnja noga stegnjena in se približuje tlom. Dvig v začetni položaj s pomočjo spodnje noge.



Slika 54. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 55. Gib (osebni arhiv).



Slika 56. Povratek v začetni položaj (osebni arhiv).

○ Vaja 3B

Naziv vaje: Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge; zgornja noga upognjena, spodnja stegnjena na tleh.

Začetni položaj: Opora ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge, ki je dvignjeno od podlage na vadbeni klopi tako, da je ustvarjena vodoravna linija rama-kolk-koleno; zgornja noga upognjena, spodnja stegnjena na tleh.

Gibanje: Spust bokov iz začetnega položaja proti podlagi z obremenitvijo zgornje noge, pri čemer spodnja noga nudi oporo na tleh (razbremenitev). Dvig v začetni položaj s pomočjo spodnje noge.



Slika 57. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 58. Gib (osebni arhiv).



Slika 59. Povratak v začetni položaj (osebni arhiv).

STOPNJA VADBE 4

○ Vaja 4A

Naziv vaje: Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in gležnju zgornje noge, noge stegnjene.

Začetni položaj: Opora ležno bočno na komolcu in gležnju zgornje noge, ki je dvignjeno od podlage na vadbeni klopi tako, da je ustvarjena vodoravna linija rama-kolk-koleno; noge stegnjene.

Gibanje: Spust bokov iz začetnega položaja proti podlagi z obremenitvijo zgornje noge, pri čemer ostaja spodnja noga stegnjena in se približuje tlom. Dvig v začetni položaj s pomočjo spodnje noge.



Slika 60. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 61. Gib (osebni arhiv).



Slika 62. Povratak v začetni položaj (osebni arhiv).

○ Vaja 4B

Naziv vaje: Spust bokov v opori ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge; zgornja noga upognjena, spodnja stegnjena.

Začetni položaj: Opora ležno bočno na komolcu in kolenu zgornje noge, ki je dvignjeno od podlage na vadbeni klopi tako, da je ustvarjena vodoravna linija rama-kolk-koleno; zgornja noga upognjena, spodnja stegnjena.

Gibanje: Spust bokov iz začetnega položaja proti podlagi z obremenitvijo zgornje noge, pri čemer ostaja spodnja noga stegnjena in se približuje tlom. Dvig v začetni položaj s pomočjo spodnje noge.



Slika 63. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 64. Gib (osebni arhiv).



Slika 65. Povratak v začetni položaj (osebni arhiv).

STOPNJA VADBE 5

○ Vaja 5A

Naziv vaje: Izpad vstran s podrsom

Začetni položaj: Stoja spojno s stopalom poškodovane noge na drsniku. Opора v predročenu skrčno.

Gibanje: Odmik stegnjene noge s podrsom vstran. Druga noga v izpadu vstran. Teža telesa porazdeljena na obe nogi. Povratek v začetni položaj s pomočjo rok.



Slika 66. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 67. Gib (osebni arhiv).



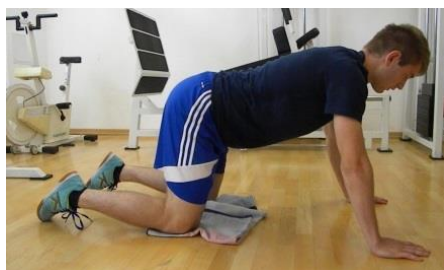
Slika 68. Povratek v začetni položaj (osebni arhiv).

○ Vaja 5B

Naziv vaje: Odmik kolen v opori klečno spredaj.

Začetni položaj: Opора klečno spredaj, snožno, kolena na drsni plošči.

Gibanje: Odmik kolen s podrsom v oporo klečno spredaj, raznožno. Povratek v začetni položaj s pomočjo rok.



Slika 69. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 70. Gib (osebni arhiv).



Slika 71. Povratek v začetni položaj (osebni arhiv).

STOPNJA VADBE 6

○ Vaja 6A

Naziv vaje: Odmik nog v stoji na drsni plošči z oporo spredaj

Začetni položaj: Stoja spojno na drsni plošči z oporo spredaj; noge v kolenu stegnjene.

Gibanje: Odmik nog s podrsom v široko stoji razkoračno. Povratek v začetni položaj s pomočjo rok.



Slika 72. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 73. Gib (osebni arhiv).



Slika 74. Povratek v začetni položaj (osebni arhiv).

○ Vaja 6B

Naziv vaje: Odmik nog v polčepu na drsni plošči z oporo spredaj

Začetni položaj: Polčep snožno na drsni plošči. Opora v predročenu.

Gibanje: Odmik nog s podrsom v polčep razkoračno, široko. Povratek v začetni položaj s pomočjo rok.



Slika 75. Začetni položaj (osebni arhiv).



Slika 76. Gib (osebni arhiv).



Slika 77. Povratek v začetni položaj (osebni arhiv).

3. Sklep

Opažamo, da so bolečine v dimljah resen problem, ki zajema okoli 5 % vseh poškodb pri nogometaših. S 23 % vseh poškodb so poškodbe adduktorjev kolka po pogostosti takoj za poškodbami zadnje lože (31 %). Najpogosteje se pri bolečinah v dimljah srečamo z bolečino v povezavi z narastiščem adduktorjev kolka na sednično grčo zaradi vleka adduktorjev, posledično pa pride do degenerativnih sprememb v kitah adduktorjev, ki so podobne drugim tendinopatijam. Te poškodbe lahko obravnavamo kot ostale tendinopatije ter jih zdravimo po konceptu mehanotransdukcije (Frizziero, Trainito, Oliva, Nicoli Aldini, Masiero, Maffulli, 2014; Hadžić in Dervišević, 2007).

V prihodnje bi bilo potrebno več pozornosti namenjati tem poškodbam s preventivnimi programi krepitve ogroženih mišičnih struktur, k poškodbam, ki nastanejo, pa pristopati čim hitreje in pravilno, saj so poškodbe zelo trdovratne in heterogene, stopnjujoče in lahko povzročijo dokaj dolgo odsotnost iz tekmovalno-trenažnega procesa (Pečina in Bojanić, 2003).

Za razumevanje poškodb v področju dimelj moramo poudariti, da je to področje, kjer se stikajo mišice trupa (prema in poševna trebušna mišica) in mišice spodnjih ekstremitet (adduktorji kolka).

Največji dejavnik tveganja za nastanek bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka je prejšnja poškodba, pozornost pa je potrebno posvečati tudi medmišični koordinaciji v kolku. Mišice trebušne stene in adduktorjev kolka opravljajo nasprotujoče si naloge in so zaradi specifičnih obremenitev pri nogometnih gibanjih nenehno aktivne. Tipična nogometna gibanja, pri katerih pride do ekscentrične kontrakcije adduktorjev kolka, so podrsavanje, lateralno gibanje, nenadne spremembe smeri gibanja v hitrosti, ponavljajoče rotacije trupa in udarjanje žoge z notranjim ali sprednjim notranjim delom stopala (Pečina in Bojanić, 2003).

Mesto bolečine lahko kineziolog določi z anamnezo športnih dejavnosti in s kliničnimi oziroma funkcionalnimi testi, ki so prva in tudi najpomembnejša diagnostična metoda in so temelj vsem naslednjim preiskavam. Lahko pa gre tudi za nedoločeno difuzno bolečino v področju dimelj, medenice in stegenice. Ravno zaradi kompleksnosti stanja in otežkočenega lociranja težave so športniki, posebej nogometaši, velikokrat označeni kot simulanti (Pečina in Bojanić, 2003).

Nadalje so v diplomskem delu opisane tendinopatije, obravnavani učinki ekscentrične vadbe in opisan proces mehanotransdukcije.

Tendinopatije so poškodbe na področju kit z določeno stopnjo otekanja in izliva v tetivno ovojnico, ki jih navadno spremlja zmanjšanje funkcionalnih sposobnosti športnika. Gre za degenerativne oziroma kronične spremembe tetiv, pri katerih pride do preureditve kolagenskih vlaken in nabiranja lipidov in kalcija v sami tetivi. Ločimo tendinitis, tendinozo, paratenonitis, paratenonitis s tendinozo (Kisner, Colby, 2007; Hadžić in Dervišević, 2007).

Pri ekscentričnih ponovitvah gibov se oddaljujejo mišični pripoji aktivirane mišice zaradi upiranja zunanji sili. Ekscentrične vaje so v programih rehabilitacije in preventive pred poškodbami mišično-tetivnega sistema izbrane zaradi več pozitivnih učinkov v primerjavi s samo koncentrično vadbo, saj je mišica sposobna proizvesti večjo silo kot pri koncentrični in izometrični kontrakciji. Mikroskopske spremembe (natrganine) v mišici, ki zaradi tega nastanejo, so svojevrsten fenomen, saj predstavljajo stimulus, ki ga telo uporablja za izgradnjo in krepitev novih mehkih tkiv in tudi kostnine.

Z mehanotransdukcijo označujemo procese, s katerimi tkiva odgovorijo na strižno in tenzilno silo pri ekscentrični kontrakciji na tak način, da sprožijo številne celične odgovore in s tem kasneje strukturne spremembe tkiva. Največji rezultati so vidni na skeletnih mišicah, kjer pride do hipertrofije in povečanja moči. Podoben proces poteka tudi v kitah in ligamentih, le da omenjene strukture potrebujejo več časa za prilagoditev oz. krepitev. Mehanske obremenitve tetive pripeljejo do sprememb v številu tetivnih celic, sintezi DNA, sintezi kolagena in sestavi proteoglikanov v korist tetive. Prav ti mehanizmi ležijo v ozadju učinkovitosti različnih programov ekscentrične vadbe, ki so bili dokazani za zdravljenje tendinopatij. Proces poteka v treh korakih. Prvi korak predstavlja sklopitev mehanske obremenitve in celičnega odgovora, drugi korak komunikacijo na nivoju celic in tretji korak odgovor tarčnih celic, ki sprožijo izgradnjo novih beljakovin (Hadžič, 2013).

Znani so nekateri preventivni in kurativni programi krepitve mišic, ki vsebujejo ekscentrično vadbo, kot je na primer nordijska krepitev zadnje lože in »heel drop« rehabilitacijski programi za ahilovo tetivo. V diplomskem delu je pozornost posvečena adduktorni skupini mišic kolčnega sklepa. Teoretičnemu delu sledi protokol vadbe po konceptu mehanotransdukcije za odpravljanje bolečine v dimljah v povezavi z adduktorji kolka, pri čemer so temeljno vodilo rezultati konceptov vadbe, ki so dali najboljše rezultate za rehabilitacijo po tendinopatijah.

Zastavljen protokol vadbe za rehabilitacijo po overuse poškodbi adduktorjev kolka, ki se najpogosteje pojavljajo pri nogometu in je največkrat poimenovana kot sindrom bolečine v dimljah, zajema enostavne ekscentrične vaje za adduktorje kolka, ki so izbrane z namenom približanja vadbe čim širšemu krogu športnikom, posebej nogometašem. Cilj protokola je ohraniti moč, gibljivost in kontraktilne lastnosti tkiva z izboljšanjem mehaničnih in strukturnih lastnosti tkiva ter pospešiti celjenje tkiva po konceptu mehanotransdukcije. Protokol vadbe zajema 6 težavnostnih stopenj. Vsaka izmed stopenj je sestavljena iz para vaj. Vsako vajo izvajamo v treh serijah po 15 ponovitev, vsakodnevno, v obdobju od 8 do 12 tednov, odvisno od stopnje poškodovanega tkiva in individualnega odziva na vadbo. Vadba poteka v področju bolečine, kar pomeni, da vadeči izvaja ekscentrične ponovitve posamezne vaje ob prisotni rahli bolečini (3-5/10), razen če je ta neznosna.

Glavni problem oz. namen dela je bil na podlagi teorije ustvariti strokoven, vendar široko dostopen rehabilitacijski program vadbe po konceptu mehanotransdukcije za poškodbe adduktorjev kolka in s tem v praksi pomagati k hitrejši rehabilitaciji po poškodbah adduktorjev kolka. Tema je bila izbrana na podlagi menja, da ima veliko uporabno vrednost za vse, ki delajo v športu ali rehabilitaciji oziroma se s športom ukvarjajo in si želijo hitrejšega okrevanja po poškodbi mišično-tetivnega aparata z vadbo. Podobnega tovrstnega rehabilitacijskega programa v praksi ni zaslediti.

4. Viri

- Alfredson, H., Pietila, T., Jonsson, O., Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of cronic Achilles tendonitis. *American Journal of Sports medicine*, 26(3), 360-6. Pridobljeno iz: www.ncbi.nlm.nih.gov
- Barengo, N. C., Meneses-Echávez, J. F., Ramirez-Vélez, R., Cochen, D.D., Tovar, G., Bautista, J.E.C. (2014). The Impact of the FIFA 11+ Training Program on Injury Prevention in Football Players: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 11. Pridobljeno iz: www.mdpi.com
- Berne, R., Levy, M. (2000). *Principles of phisiology, third edition*. St. Louis: Mosby, Inc.
- Bompa, T. O., Haff, G. G. (2009). Perodization: Theory and methodology of training. ZDA: Human kinetics.
- Dachmane, R. (2005). *Ilustrirana anatomija*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Dervišević, E., Hadžić, V., Karpljuk, D., Sattler, T., Videmšek, M., (2008). *Preprečevanje športnih poškodb v Republiki Sloveniji* (Raziskovalno poročilo). Pridobljeno iz spletne strani Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport: www.mizs.gov.si
- Ekstrand, J. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *American Journal of Sports Medicine*, 39. Pridobljeno iz: www.ncbi.nlm.nih.gov
- Eliasson, P. (2011). *Response to mechanical loading in healing tendons* (Raziskovalno poročilo). Pridobljeno iz spletne strani »University Linköping, Division of Orthopaedics Department of Clinical and Experimental Medicine«: www.diva-portal.org
- Frizziero, A., Trainito, S., Oliva, F., Nicoli Aldini, N., Maseiro, S., Maffulli, N. (2014). The role of eccentric exercise in sport injuries rehabilitation. *British Medical Bulletin*, 110(1), 47-75. Pridobljeno iz: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24736013>
- Frontera, W. R. (2003). *Rehabilitation of sports injuries: scientific basis*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Hadžić, V. (2013). Mehanizmi delovanja ekscentrične vadbe. *Delo in varnost*, 58(5), 23. Pridobljeno iz: www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-ARS6IY2L/97e74d8c.../PDF
- Hadžić, V., Dervišević, E. (2007). Preobremenitveni sindromi spodnjega uda. V 3. mednarodni kongres Preventiva in rehabilitacija v športu (str. 10-22). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Hadžić, V., Kavčič, I. in Dervišević, E. (Januar 2007). Soccer injuries in Slovenia. V *Health, Prevention and Rehabilitation in Soccer* (str. 164-165). Milano: Calzetti-Mariucci.

- Hölmich, P., Uhrskou, P., Ulnits, E., Kanstrup, I., Nielsen, M. B., Bjerg, A. M., Krogsgaard, K. (2001). *Effectiveness of active physical training as treatment for longstanding adductor-related groin pain in athletes: randomised trial*. The Lancet, 353. Pridobljeno iz: www.ncbi.nlm.nih.gov
- Kaeding, C., Best, T. M. (2009). *Tendinosis: Pathophysiology and Nonoperative Treatment*. *Sports health*, 1(4), 284-292. Pridobljeno iz: www.ncbi.nlm.nih.gov
- Khan, K. M., Cook, J. L., Kannus, P., Maffulli, N., Bonar, S. F. (2002). Time to abandon the "tendinitis" myth. *BMJ Journals*, 324(16), 626-627. Pridobljeno iz: bmj.com
- Khan, K. M., Scott, A. (2009). Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. *British journal of sports medicine*, 43, 247-252. Pridobljeno iz: www.bjism.bmj.com
- Kjær, M., Krogsgaard, M., Magnusson, P., Engebretsen, L., Roos, H., Savio, T., Woo, L. (2003). *Textbook of Sports Medicine: Basic Science and Clinical Aspects of Sports Injury and Physical Activity*. ZDA: Blackwell Publishing company.
- Kreft, L. (2011). *Levi horog: Filozofija športa v osmih esejih*. Ljubljana: Založba Sophia
- Matava, M. (2008). Overuse injuries. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*. Pridobljeno iz: www.sportsmed.org
- Nicholas, S. J., Tyler, T. F. (2002). Adductor muscle strains in sport. *Sports Medicine*, 32 (5), 339-344. Pridobljeno iz: www.ncbi.nlm.nih.gov/
- Pećina, M., Bojanić, I. (2003). *Overuse Injuries of the Musculoskeletal System (Second edition)*. ZDA: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Peterson, L., Renström, P. (2001). *Sports injuries, Their Prevention and Treatment, 3rd Edition*. London: Martin Dunitz Ltd.
- Stone-Stone (2008). *Biology: Atlas of Skeletal Muscles, 6th Edition*. ZDA: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Valent, A., Frizziero, A., Bressan, S., Zanella, E., Giannotti, E., Masiero, S. (2002). Insertional tendinopathy of the adductors and rectus abdominis in athletes: a review. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 2(2), 142-148. Pridobljeno iz: www.ncbi.nlm.nih.gov
- Weir, A., Brukner, P., Delahunt, E., Ekstrand, J., Griffin, D., Khan, K. M., Lovell, G., Meyers, W. C., Muschawek, U., Orchard, J., Pajanen, H., Philippon, M., Reboul, G., Robinson, P., Schache, A. G., Schilders, E., Serner, A., Silvers, H., Thorborg, K., Tyler, T., Verrall, G., de Vos, J., Vuckovic, Ž., Hölmich, P. (2015). Doha agreement meeting on terminology and definitions in groin pain in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 49(12), 768-774. Pridobljeno iz: <http://bjism.bmj.com/content/49/12/768>

Wilson, J., Best, T. M. (2005). Common Overuse Tendon Problems: A Review and Recommendations for Treatment. *American Family Physician*, 72(5), 811-817.
Pridobljeno iz: www.aafp.org/afp

Woo, S. L-Y, Renström, P., Arnoczky, S. P. (2007). *Tendinopathy in athletes*. ZDA: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.