

*Nejc Šarabon, *Miha Fajon, **Oskar Zupanc, *Jure Drakslar

Stegenske strune

Namen članka je predstaviti problematiko športnih poškodb zadnjih stegen-skih mišic. Za boljše razumevanje so najprej podane osnovne informacije o funkcionalno-anatomskih značilnostih omenjene mišične skupine in z njo povezanih strukturah. Sledijo primeri značilnih športnih gibanj, pri katerih imajo zadnje stegenske mišice pomembno vlogo. Na podlagi podrobnejše analize vzorcev med-mišične koordinacije so pojasnjeni najpogostejši mehanizmi za nastanek akutnih poškodb in preobremenitvenih sindromov, ki se navezujejo na omenjeni topološki predel. Prispevek je sklenjen s pregledom krepilnih in razteznih vaj.

Ključne besede: stegenske strune, športne poškodbe, funkcionalna anatomija, analiza gibanja, trening, preventiva.

Uvod

Mišice na zadnjemu delu stegna v slovenskem športnem izrazoslovju največkrat imenujemo kar mišice zadnje lože (Brodnik, & Ogrizek, 2002). V svetovni literaturi dolge dvo-sklepne mišice na zadnji strani stegna imenujejo »hamstrings« (slo. stegenske strune), s čimer poudarijo njihove morfološke lastnosti. Funkcionalno-anatomsko dejstvo, da omenjene mišice potekajo prek dveh sklepov, je v strokovni literaturi občasno poudarjeno z imenom »dvo-sklepne stegenske strune«. Na osnovi imen mišičnih narastišč, jih nekateri avtorji imenujejo tudi ishio-kruralne mišice (Jakovljevič, & Hlebš, 2002). V tem tekstu bomo mišice, ki potekajo preko kolka in kolena in so na zadnji strani stegna, imenovali stegenske strune.

K stegenkim strunam prištevamo m. semimembranosus (SM) (polopnasta mišica), m. semitendinosus (ST) (polkitasta mišica) in dolgo glavo m. biceps femoris (BF-L) (dvo-glava stegenska mišica). Vse izhajajo iz sednične grče na kolčnici (tuber ischiadicum). Prvi dve se pripenjata na

medialni kondil golenice spredaj in medialno, BF-L pa na zadnji del glave mečnice. Po klasičnem pojmovanju je primarna funkcija stegenkih strun upogibanje kolena, sekundarna pa iztegovanje kolčnega sklepa. Vendar, kot bomo videli na primeru številnih športnih gibanj, mišična skupina pogosto opravlja kompleksnejše naloge, v ospredju katerih sta iztegovanje kolčnega sklepa v zaprti kinetični verigi in usklajevanje gibanja sosednjih sklepov. Poleg tega pri upognjenem kolenu BF-L sodeluje pri zunanji, SM in ST pa pri notranji rotaciji goleni.

Analiza športnih gibanj

Stegenske strune igrajo pomembno vlogo pri vsakodnevnih opravilih, kot so hoja po stopnicah, dviganje predmetov s tal, vstajanje iz nižjih položajev, itn. Še večji pomen imajo pri športnih gibanjih, zlasti tistih, kjer je pomembno doseganje velikih kotnih hitrosti kolena oziroma kolka v kratkem časovnem intervalu.

Stegenske strune so dvo-sklepne mišice, zato je njihova dolžina odvisna od položaja tako kolenskega kot kolčnega sklepa. Podobno velja za dinamične pogoje, pod katerimi je njihova hitrost krčenja ravno tako

odvisna od gibanja obeh omenjenih sklepov. Velika dolžina mišic in usklajeno delovanje obeh sklepov omogočata delovanje v ugodnem območju odnosa sila-hitrost in sila-dolžina. To pomeni, da bodo stegenske strune, v primerjavi z eno-sklepni mišicami, sposobne proizvesti relativno večje sile pri enako visokih kotnih hitrostih sklepov. Poleg tega imajo posebno vlogo pri kontroli gibanja, saj omogočajo prenos energije med kolonom in kolkom.

Zaradi omenjenih prednosti imajo stegenske strune pomembno funkcijo v tistih športih, kjer je potrebno eksplozivno gibanje povezano z iztegovanjem v kolku (smučarski skoki), ali pa struktura gibanja vsebuje veliko izkorakov (tenis, badminton, squash, košarka, ...). Tudi pri smučanju prihaja do velikih obremenitev dolgih iztegovalk kolka, zaradi (i) zahtev po kokontrakciji mišic okoli kolena in stabilizacije tega sklepa pod pogoji nenehnih vibracij in (ii) ponavljajočega dinamičnega iztegovanja v kolku. Tudi narava nekaterih drugih športnih panog (kolesarjenje, veslanje, ...) zahteva izdatnejšo aktivnost dvo-sklepnih mišic zadnjega dela stegna, ki opravljajo bodisi vlogo aktivnih upogibalk kolena, bodisi iztegovalk kolka.

Poleg omenjenega so stegenske strune pomembne za razvijanje največje hitrosti teka. Njihova pomembnost pri sprintu se kaže v dolgotrajni aktivnosti, saj z različno intenzivnostjo sodelujejo v vseh fazah sprinterskega koraka. Izdatnejša aktivnost stegenkih strun se prične, ko noga začne fazo zadnjega zamaha, kjer prihaja do izrazitega upogiba kolena. Njihova aktivnost se nato nadaljuje v fazo sprednjega zamaha, kjer prihaja do izrazitega upogibanja kolčnega sklepa in iztegovanja kolenskega sklepa. Stegenske strune se v tem času raztezajo (približno 45% celotne faze sprinterskega koraka) in opravljajo ekscentrično kontrakcijo. Mišično-kitni sistem stegenkih strun se začne krajšati v trenutku

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

* Ortopedska klinika, Klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana

kontakta stopala s tlemi (Thelen et al., 2005), čemur sledi nadaljevanje njihove aktivnosti skozi celotno fazo opore. Pri tem velja omeniti, da obstajata vsaj dve različni tehniki teka, ki se pomembno razlikujeta po vzorcih med-mišične koordinacije (Dolenec, Šarabon, Milić, & Strojnik, 2003). Prva se imenuje *tehnika z grabljenjem*. Zanj je značilna višja frekvenca nekoliko krajših korakov, za katere je značilna izdatnejša aktivnost zadnjih stegenskih mišic. Druga se imenuje *tehnika z odnavljanjem*, ki jo zaznamujejo daljši koraki in nižja frekvenca, temelji pa na izdatnejši aktivnosti prednjih stegenskih mišic.

Aktivnost stegenskih strun je pomembna tudi pri skoku iz počepa, predvsem zaradi med-segmentnega prenosa energije in optimizacije odzivne akcije. Gre za enega najbolj elementarnih športnih gibanj, za katerega je značilen t.i. stopenjski proksimalno-distalni princip mišične aktivacije (Šarabon, 2002) (Slika 1). Med prvim delom skoka se vertikalna hitrost težišča telesa povečuje predvsem zaradi povečevanja rotacije trupa nazaj, za kar so odgovorni ekstenzorji trupa in kolka. Relativno nizka kotna hitrost kolka na začetku odzivne akcije omogoča eno-sklepni m. gluteus maximus razvijanje velike

moči. Če bi prišlo v začetni fazi do večjih vertikalnih hitrosti kolka, kot posledice iztegovanja kolena, bi bil kotni pospešek v kolku, zaradi vztrajnosti trupa, precej manjši. Razlog za zakasnjeno iztegovanje kolena je poleg časovno zamaknjene aktivacije m. quadriceps tudi intenzivna aktivnost stegenskih strun. Slednje povzročajo nasprotni navor kolenskimi ekstenzorjem in zmanjševanje neto navora v kolenu v začetni fazi. Stegenske strune dosežejo največji nivo aktivacije na začetku iztegovanja v kolku. Ko se začetni izbruh aktivnosti stegenskih strun zmanjša, se prične iztegovanje kolena, s čimer se začne prenos energije od kolka na koleno prek m. rectus femoris. Temu sledi, v zadnji fazi odziva, analogna funkcija dvo-sklepne golenske mišice m. gastrocnemius. Ključ eksplozivne akcije skoka iz počepa je v učinkovitem sodelovanju med eno-sklepnimi in dvo-sklepnimi mišicami spodnjega uda. Zajac (1993) je ugotovil, da eno-sklepne mišice proizvedejo pogonsko energijo za vertikalni odziv, medtem ko dvo-sklepne mišice nadzirajo koordinacijo. Če bi bile človekove spodnje okončine sestavljene samo iz eno-sklepnih mišic, potem ne bi bila mogoča tako učinkovita pretvorba rotacijske kinetične

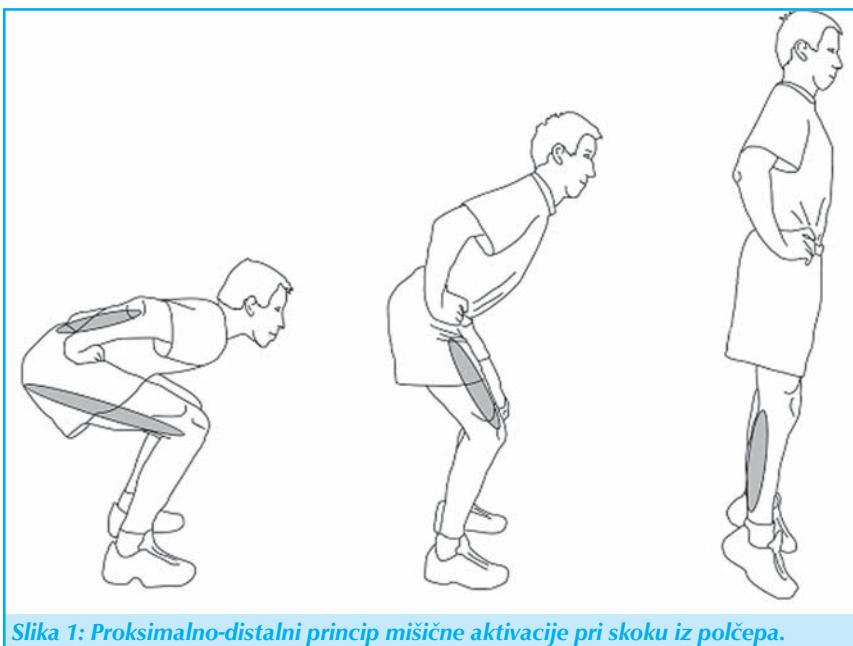
energije v translacijsko. Človek bi bil v tem primeru sposoben skočiti le pol tako visoko, kot skoči s pomočjo dvo-sklepnih mišic.

Podobno vlogo kot pri skoku iz počepa opravljajo stegenske strune med vrtenjem pedala na kolesu. Koaktivacija stegenskih strun prispeva tako k ekstenzornemu navoru v kolčnem sklepu, kot tudi fleksornemu navoru okrog kolenskega sklepa. V slednjem, te mišice povzročajo nasprotni navor kolenskimi ekstenzorjem, v kombinaciji s katerimi se zgodi prenos energije proti kolku.

Športne poškodbe

Raztrganine mišic različnih stopenj predstavljajo skupno okoli 30 odstotkov vseh športnih poškodb (Krejci, & Koch, 1979). Enega najvišjih deležev predstavljajo ravno tovrstne poškodbe stegenskih strun, ki se zgodijo med eksplozivnimi športnimi gibanji (šprint, skok, sprememba smeri gibanja, brca, ...). V zvezi z mehanizmi in pogostostjo poškodb posamičnih mišic zadnjega dela stegna so rezultati raziskav v rahlem neskladju. Prvič, enoten je podatek, da je med stegenskimi strunami najpogosteje (80 %) poškodovana mišica BF-L (Koulouris, & Connel, 2003). Drugič, Brown in Brunet (2002) na osnovi EMG analiz povzemata večjo dovzetnost SM in ST za natrganje v fazi sprednjega zamaha, BF-L pa v zadnji fazi odziva. Tretjič, omenja se tudi podatek, da se večina vseh poškodb stegenskih strun zgodi v fazi sprednjega zamaha (Brockett, Morgan, & Proske, 2004; Wood, 1987; Sallay, Friedman, Coogan, & Garrett 1983).

Poleg funkcije pri gibanju sta struktura in oživčenje BF-L verjetna razloga za pogoste raztrganine te mišice. Anatomske študije so pokazale, da mišično-tetivni stik BF poteka prek celotne dolžine mišice, na tem mestu pa so mišice najpogosteje poškodovane (Garret, Rich, Nikolaou, & Vogler 1989). BF-L je potencialno poškodovan na kateremkoli mestu v



Slika 1: Proksimalno-distalni princip mišične aktivacije pri skoku iz počepa.

poteku mišično-tetivnega stika, zelo redko pa na samem trebuhu mišice. Druga hibridnost zadnje lože izhaja iz dejstva, da jo sestavljata dve mišični skupini in ne ena, kar naj bi bil ravno tako možen vzrok pogostejših poškodb. Peronealna veja oživčuje kratko glavo bicepsa, vse stegenske strune pa tibialna veja ishiadičnega živca. S tem je med-mišična koordinacija (tako sinergistična kot antagonistična) zahtevnejša, neusklajenost pa lahko povzroča mehanske nepravilnosti in povod za poškodbo.

Številni podatki podpirajo visoko dovzetnost stegenskih strun za poškodbe v fazi sprednjega zamaha. V tej fazi se stegenske strune aktivno raztezajo (Kuitunen, Komi, & Kyrolainen, 2002) in delujejo kot nekakšne zavore, ki poskušajo upočasniti gibanje in preprečiti prekomerno iztegovanje kolenskega sklepa in upogibanje kolka (Brockett, Morgan, & Proske, 2004). V ekscentrični fazi prihaja do mikroskopskih poškodb v mišici, zaradi neenakomernega raztezanja sarkomer. Ko je mišica raztegnjena prek svoje optimalne dolžine, se posamezne sarkomere začnejo agresivno raztezati, kar je pogosto povod za natrganje mišic (Brockett, Morgan, & Proske, 2001). Iz tega sledi, da mišica, ki doseže najvišji navor pri manjši dolžini, opravlja več svojega dela v amplitudah, ki so bolj dovzetne za mikroskopske poškodbe (Brockett, Morgan, & Proske, 2004).

V literaturi so opisani še številni drugi faktorji, ki so-vplivajo na nastanek raztrganin stegenskih strun. Med nje sodijo (i) slabo ogrevanje, (ii) slaba gibljivost, (iii) utrujenost, (iv) prejšnje poškodbe stegenskih strun, (v) slaba tehnika gibanja, (vi) slaba drža in nestabilnost medenice, (vii) prikrajšava spodnjega uda, (viii) neravnotežje med mišičnimi skupinami stegna in (ix) struktura mišičnih vlaken (Burkett, 1970; Heisser, Weber, Sullivan 1984, Brukner, Benell, 1997).

Glede na obsežnost poškodbe tkiva ločimo različne stopnje raztrganin

stegenskih strun. Pri raztrganinah 1. stopnje (lahke) gre za prizadetost manjšega števila mišičnih vlaken brez podrte strukture mišice. Pri 2. stopnji (zmerne) gre za delno raztrganino, pri 3. stopnji (hude) pa za popolno raztrganino s podrto strukturo mišice (Clanton, & Coupe, 1998; Zarins, & Ciullo 1983). Zadnja stopnja je precej redka in se lahko zgodi bodisi z izključno prizadetostjo mišično-kitnega kompleksa (3A, pretežno pri odraslih), bodisi z avulzijo dela kosti na mestu narastišča (3B, pretežno pri odraščajočih športnikih).

Poškodbe stegenskih strun lahko nastanejo nenadno (akutne) ali postopno (kronične). Športniki navajajo določen gib, pri katerem začutijo bolečino v zadnjem delu stegna, največkrat med hitrim tekom ali skokom. Veliko športnikov pri poškodbi stegenskih strun 1. stopnje ne išče zdravniške pomoči, večina poškodb 2. in 3. stopnje pa zahteva zdravljenje kmalu po poškodbi. V trenutku nastanka blažje poškodbe le redko pride do padca ali izrazitega šepanja. Slednje je praviloma znak poškodbe 2. ali 3. stopnje. Bolečina pri poškodbi notranjega dela stegenskih strun (ST, SM) nastane v sredini notranjega dela stegna, je ostra in se lahko prenaša v zadnjično gubo navzgor ali navzdol v zadnji del kolenskega sklepa, vse do notranjega dela golenskih mišic. Pri poškodbi zunanjega dela stegenskih strun (BF-L) nastane globoka topa bolečina v sredini zunanjega dela stegna, ki seva navzgor v zunanji del stegna ali zadnji zunanji del kolena. Večinoma bolečina mine v nekaj dneh, če pa je poškodba kronična, športnik navaja otrdelost in zategnjenost zadnje lože zlasti pri že omenjenih gibanjih. Med pregledom, v trebušni legi in pokrčenim kolonom pod rahlim uporom takoj po poškodbi, ugotovimo občutljivost zadnje lože na mestu poškodbe stegenskih strun. Kasneje postane bolečina bolj razpršena in lahko seva v omenjene dele stegna. Pri poškodbah 2. ali 3. stopnje lahko

otipljemo večjo oteklino ali celo vdolbino. Diagnostika je večinoma klinična, včasih pa je treba opraviti ultrazvočni (UZ) ali celo magnetno-rezonančni (MR) pregled. Cenejša in enostavnejša preiskava je UZ, ki nam pomaga tudi pri spremljanju celjenja raztrganine. MR se uporablja predvsem pri sumu na popolno raztrganino.

Pri otrocih ali športnikih-adolescentih pogosto, v fazi hitre rasti skeleta (stegenice), ki mu ne sledi ustrezno podaljševanje mišic, pride do relativnega skrajšanja in napetosti zlasti stegenskih strun. Razvije se sindrom zadnje lože, za katerega je značilna rotacija medenice nazaj in zmanjšanje ledvene krivine, kar povzroča bolečine v križu in napetost hrbteničnega mišičja. V takšnem primeru je potrebno začasno zmanjšati intenzivnost treninga in več časa nameniti lokalnemu raztegovanju stegenskih strun. Brez takojšnjega ukrepanja lahko pride do poškodb hrbtne mišičja ali zadnje lože, kakor tudi do nevarnosti za nastanek dolgotrajnih strukturnih sprememb ali kroničnih vnetij. V tem obdobju (od 10 do 14 leta) lahko namesto raztrganine nastane akutna poškodba narastišča strun na sednični greben (3B stopnja). Ker je na tem mestu rastna cona sednice, ta postane razdrobljena ali celo odtrgana. Če ni pravočasnega zdravljenja (počitek), lahko pride do tvorjenja nove kosti, kar povzroča hudo bolečino, včasih tudi podplutbo, ki traja tudi več mesecev. V takšnih primerih je potrebno nekaj tedensko razbremenjevanje z berglami in rentgenske kontrole, dokler se rastna cona sednice ne zapre.

Zdravljenje raztrganin stegenskih strun je večinoma funkcionalno. V akutni fazi svetujemo počitek, hlajenje, kompresijo, dvig poškodovanega spodnjega uda (1. faza rehabilitacije). Prehod na naslednje faze je odvisen od bolečine, gibljivosti kolčnega in kolenskega sklepa ter raztegljivosti stegenskih strun. Ta faza traja od nekaj dni do enega tedna. V tem

času pa že lahko povemo, za katero stopnjo raztrganine gre. Kirurška terapija je upravičena v redkih primerih avulzije narastišča na grčevino sednice ali distalno na golenici (3B stopnja).

Ko izzvani akutna vnetna faza, je zaželeno zgodnje gibanje in raztegovanje zadnje lože (2. in 3. faza rehabilitacije). Na ta način se pospeši celjenje in prepreči razraščanje veziva v predelu mišične raztrganine (Kvist, & Jarvinen 1982), s čimer zmanjšamo možnost ponovnih poškodb. V teh fazah še naprej hladimo, raztezamo stegenske strune, predpišemo nesteroidne antireumatike in protibolečinsko elektrostimulacijo. Za vzdrževanje aerobne pripravljenosti športnik izvaja trening na kolesu, kjer pod pretežno koncentričnimi pogoji in relativno nizkimi silami izzovemo primeren metabolni odgovor.

Glede na stopnjo raztrganine, pojevanje bolečine in raztegljivost stegenskih strun se odločimo za postopno stopnjevanje vadbe. Zlasti pomembno je stopnjevanje intenzivnosti pri vajah za mišično moč. Začnemo z izometričnimi vajami, stopnjujemo prek koncentričnih proti ekscentričnim in nazadnje pliometričnim vajam. Koncentrične in ekscentrične vaje lahko izvajamo pod izokinetičnimi ali izotoničnimi pogoji, odvisno od razpoložljivosti opreme, organizacijskih zmožnosti in klinične slike. Obremenitev mišic pod ekscentričnimi pogoji je precej izrazitejša kot pod koncentričnimi (Komi, & Burskirk, 1982), zaradi česar moramo biti pri tem prehodu previdni. Z ekscentrično vadbo začnemo šele v 4. in 5. fazi rehabilitacije, ko je športnik sposoben opraviti funkcionalni test (hiter tek) brez bolečin. Formule za rehabilitacijo raztrganin stegenskih strun ni mogoče poenotiti za vse športe, čeprav so nekatera načela univerzalna. Športnik je pripravljen za polno aktivnost brez omejitev, ko doseže polno gibljivost kolčnega in kolenskega sklepa brez bolečin, povrne moč vseh mi-

šičnih skupin stegna in odpravi neravnovesje mišičnih skupin stegna.

Za optimalno preventivo oziroma celostno in uspešno rehabilitacijo je pomembno zagotoviti ustrezno razmerje med mišicami. Pri tem mislimo na (i) razmerje največjega navora, ki so ga sposobne razviti upogibalke oziroma iztegovalke kolena, (ii) razmerje teh mišičnih skupin glede hitrosti prirastka navora pri eksplozivni zavestni kontrakciji, (iii) kontraktilne lastnosti različnih mišic in mišičnih skupin, (iv) moč stegenskih strun pod ekscentričnimi pogoji, in (v) pomembnost razmerij med upogibalnimi in iztegovalkami kolena, različnih mišic znotraj stegenskih strun ter med levo in desno nogo. Najpogosteje je omenjeno razmerje navorov med stegenskimi strunami in m. quadricepsom pod izokinetičnimi pogoji. To razmerje mora biti 0,60 ali več, da bi bil nadzor gibanja dober in s tem zmanjšana možnost nastanka poškodb.

Bursitis pes anserinus-a je neprijetno vnetje sluznega mešička, ki leži tik pod narastiščem notranje skupine stegenskih strun (SM, ST, m. gracilis) na notranji del goleni v kolenskem sklepu. Zaradi ponavljajočih malih poškodb distalnega narastišča se najpogosteje pojavlja pri kolesarjih, tekačih in plavalcih. Zdravljenje je konzervativno z ultrazvočnim obsevanjem, hlajenjem in dajanjem anti-revmatikov. V tem primeru se, če težave trajajo predolgo, lahko v sluzni mešiček vbrizga kortikosteroid. Pri mlajših športnikih v rasti dobi je pri več tednov trajajoči bolečini na notranji strani kolenskega sklepa potrebno napraviti vsaj rentgenski pregled kolenskega sklepa. V naši praksi smo pri športniku že odkrili kostne izrastke na mestu distalnega narastišča notranjih stegenskih strun in celo maligni kostni tumor (Ewingov sarkom).

Na koncu je potrebno omeniti tudi možnost stres zloma proksimalnega dela stegenice, ki ima zelo podobne simptome in znake kot poškodba za-

dnje lože. V začetni fazi te kronične poškodbe gre najprej za prekomerni proces pregrajevanja kosti, kot odgovor na ponavljajočo se preobremenitev določene kosti. Sila, ki se prenaša prek narastišča mišice na kost, povzroča ciklično preobremenjevanje in nastanek mikro-zlomov. Najprej počni ena stran kosti, le redko se zlomi cela kost (Butler, Brown, & McConnell, 1982). To so redke poškodbe, ki so v porastu zaradi popularnosti teka in športa nasploh. Bolečina v dimljah ali zgornjem delu stegna nastane nenadno, je intenzivna, se zmanjša ali izgine s počitkom. Z vsako novo aktivnostjo se stanje močno poslabša. Incidenca je večja pri športnicah, ki se slabo prehranjujejo ali imajo motnje v menstrualnem ciklusu (Brukner, & Benell, 1997). V prvih štirinajstih dneh je diagnoza možna le s scintigrafijo skeleta ali MR pregledom, kasneje pa je dovolj le navadno rentgensko slikanje, ki pokaže tvorbo nove kosti (kalusa) na mestu zloma. Zdravljenje je v začetku največkrat konzervativno (do dva tedna razbremenitev z berglami, nato postopna hoja in lahen tek dva do tri tedne). Po ponovnem kliničnem pregledu svetujemo nadaljnje aktivnosti. Zdravljenje traja od 2 do 3 mesece. Če se simptomi povrnejo, je potrebno začeti znova. Kirurško zdravljenje je upravičeno le v primeru slabega zaraščanja ali premaknitve zloma (Hallel, Amit, & Sega, 1976; Johnson, Weiss, & Wheeler 1994).

Trening moči

Pri vadbi moči je potrebno upoštevati osnovna načela, ki veljajo za razvoj moči. Zato je potrebno vadbo skrbno načrtovati, predvsem v smislu ustreznega izbora vsebin, količine in intenzivnosti ter zagotoviti postopnost in rednost vadbe. Čeprav je ustrezen izbor vadbenih količin zelo pomemben, se bomo v nadaljevanju posvetili predvsem izbiri ustreznih vaj.

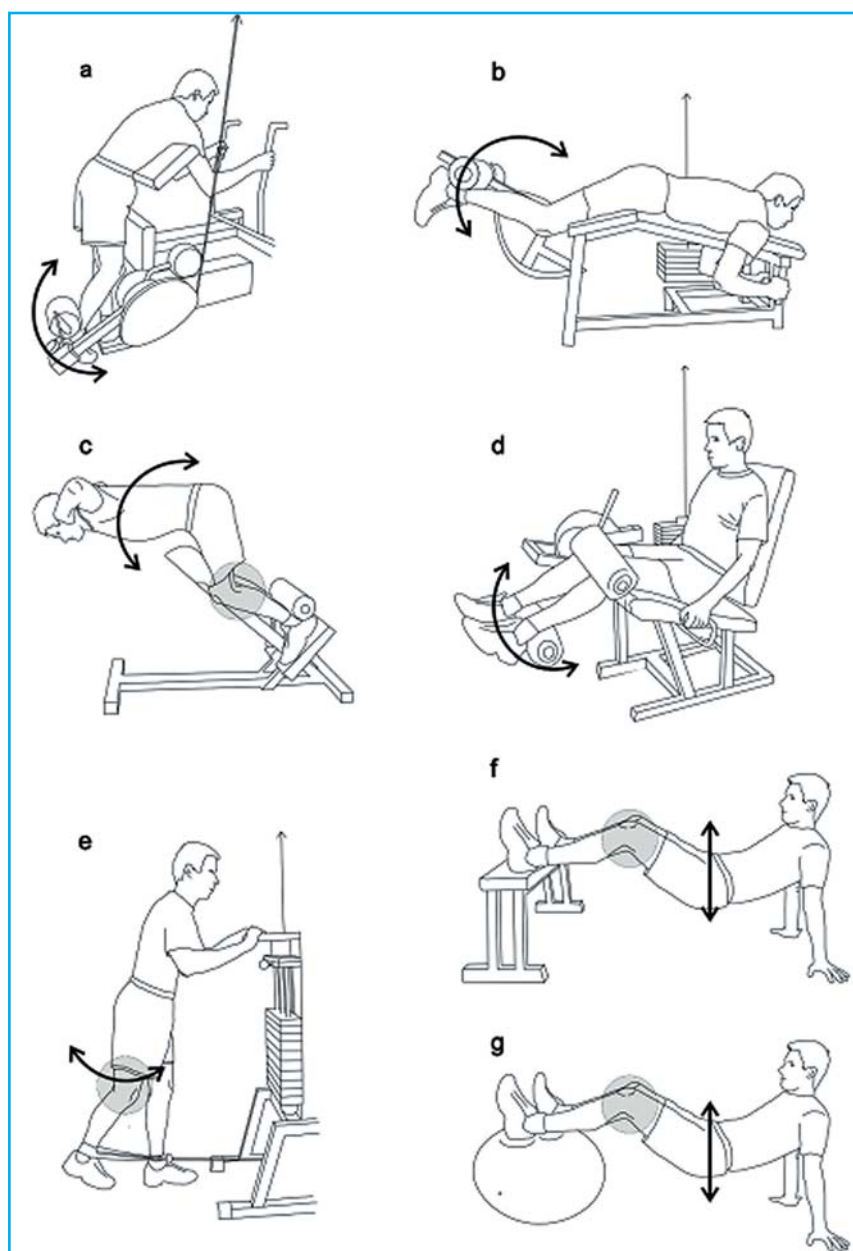
Za povečanje moči stegenskih strun se uporabljamo najrazličnejše vaje (Slika 2). Pri tem lahko uporabljamo lastno telo, telo partnerja, proste uteži ali različne trenažerje. Vaje na trenažerjih lahko izvajamo sede, stoje ali leže. Na trenažerju za upogib kolena stoje (Slika 2a), naj bi bila aktivnost stegenskih strun največja. Pri tej vaji najbolj posnemamo naravno gibanje (korak), pri katerem je ena noga oprta, druga pa izvaja fazo zadnjega zamaha, s čimer omogočamo refleksno podporo hoteni mišični kontrakciji. Prednost tega trenažerja je dobra stabilizacija in majhna obremenitev ledvenega dela hrbtenice. V diplomski nalogi (Brodnik, & Ogrizek, 2002) sta avtorici potrdili, da je trenažer stoje pri kotih v kolenu 30° do 60° najbolj učinkovit, saj je v teh primerih BF dosegala najvišjo raven hotene aktivacije. Pri tem trenažerju in trenažerju za upogibanje kolena leže aktivacija mišice narašča skozi amplitudo od 15° do 60°, zaradi česar je smiselno izvajati gibanje skozi celoten obseg giba. Seveda je mogoče konstanten nivo aktivacije mišic zagotoviti le ob ustreznem zunanem upor, ki se mora prilagajati mišični mehaniki.

Zaradi relativno velike ponavljajoče obremenitve ledvenega dela hrbtenice, ki lahko privede do znakov kroničnega preobremenitvenega sindroma, bi odsvetovali izvajanje vadbe za mišično maso in lokalno mišično vzdržljivost na trenažerju za upogibanje kolena leže na trebuhu. Pri tej vaji so pogoste težave s stabilizacijo medenice, za katero skrbijo mišice trupa. Med slednje sodi tudi m. iliopsoas, ki zaradi svojih pripenjaljših lahko povzroča dodatno draženje struktur ledveno-križničnega predela.

Pri izboru vadbenih vsebin je pomembno upoštevati funkcionalno-anatomsko naravo mišične skupine. Stegenske strune so iztegovalke kolka in upogibalke kolena, zaradi česar naj bodo tudi krepilne vaje koncipirane na obeh vrstah gibanja.

Večina športnih gibanj vključuje aktivno iztegovanje kolčnega sklepa, nasprotno je aktiven upogib kolena redkeje zastopan v športnih gibanjih, česar bi se morali zavedati tudi pri načrtovanju vadbenega procesa. V primeru, ko izvajamo upogibanje kolena proti upor, je poleg spremenjenega gibanja prisotna tudi pridružena aktivnost drugih mišic (kratka glava m. biceps femoris, m. popliteus, m. gastrochemius), s čimer

zmanjšamo relativno obremenitev stegenskih strun. Pri krepilnih vajah za stegenske strune, pri katerih izvajamo dinamično gibanje v kolku, je potrebno paziti na mesto aplikacije upora. Če je le-ta nad kolonom, se aktivno vključujejo eno-sklepne iztegovalke kolka (m. gluteus maximus). Eno izmed bolj primernih vaj izvajamo na klopi, ki se navadno uporablja za iztegovanje trupa (Slika 2c). Za razliko od vaje, pri kateri na isti



Slika 2: primeri krepilnih vaj za stegenske strune. Vaje temeljijo bodisi na aktivnem izvajanju upogiba kolena (a, b, d) bodisi iztegovanju kolka ob aktivno fiksiranem kolenu (c, e, f, g). Siv krog pomeni fiksacijo kolena. Pri vaji g lahko namesto velike terapevtske žoge uporabite tudi drugo nestabilno površino (ravnotežna deska).

napravi krepimo iztegovalke trupa, je zgornja opora spuščena nekoliko nižje, kar omogoča prosto gibanje medenice. Kolena so ves čas rahlo upognjena (približno 20°), kar dosežemo z vzdrževano aktivnostjo upogibalk kolena. Med izvajanjem vaje je glava zaklonjena, pogled pa je usmerjen naravnost. Brodnikova in Ogrizkova (2002) sta ugotovili, da je med štirimi izbranimi krepilnimi vajami na trenažerjih ta vaja poleg upogibanja kolena stoje, zelo primerna za razvoj živčno-mišične aktivacije BF. Podobno gibanje, kot na klopi za hrbet, lahko izvajamo tudi z drugimi vajami (Slika 2e in 2f). Čeprav so izhodiščni položaji pri teh vajah precej različni, je temeljni princip identičen – aktivna fiksacija kolena v zmerno pokrčenem položaju in izvedba giba prek kolka.

Ker je večina poškodb stegenkih strun povezana z ekscentričnimi kontrakcijami, je pomembno, da trening moči vsebuje tudi ekscentrična mišična naprežanja. Izključna uporaba koncentričnih kontrakcij namreč povzroča zmanjševanje števila sarkomer v mišičnih vlaknih, kar vodi do spremenjenega odnosa kot-navor. Podobno so v eni od novejših raziskav (Brockett, Morgan, & Proske, 2004) ugotovili, da imajo športniki, ki so že imeli poškodovane stegenske strune, kot pri katerem dosežejo najvišji navor pri krajši dolžini mišice. Po njihovem mnenju je to najpomembnejši vzrok za poškodbe. Ekscentrična vadba nasprotno povzroči premik odnosa kot-navor v desno; torej večje sile v položajih relativno raztegnjene mišice (Brockett, Morgan, & Proske, 2001). V procesu treninga bi morali ekscentrični vadbi nameniti veliko pozornosti. Raziskava na nogometaših je namreč pokazala, da povečana količina ekscentričnega treninga v pripravljalnem obdobju pomembno zmanjšuje dovzetnost za poškodbe stegenkih strun (Askling, Karlsson, & Thorstensson, 2003).

Poškodbe so pogostejše tudi pod pogoji nenadnih zunanjih motenj in zmanjšanega ravnotežja. Zato bi moral celosten rehabilitacijski oziroma zdravstveno-preventivni program vključevati tudi vsebine proprioceptivnega treninga. Poleg splošnih vsebin za trening ravnotežja in sklepne stabilizacije, svetujemo vaje, s katerimi bomo obremenili kolenski sklep. Zelo učinkovita je kombinacija vaj za moč in sklepno stabilizacijo (slika 2g).

Neustrezno mišično ravnovesje stegenkih strun med okončinama ter neustrezno razmerje navorov stegenkih strun in njihovih antagonistov (m. quadriceps) pri različnih kotnih hitrostih v kolenu, sodita med pomembne dejavnike tveganja za poškodbe stegenkih strun (Orchard, Marsden, Lord, & Garlick, 1997). Optimalno razmerje med močjo iztegovalk in upogibalk kolena naj bi bilo 2 proti 3 v prid iztegovalkam. Vendar nekateri drugi avtorji menijo, da to ni ključen vzrok poškodb stegenkih strun (Bennell et al., 1998; Brockett, Morgan, & Proske, 2004).

Trening gibljivosti

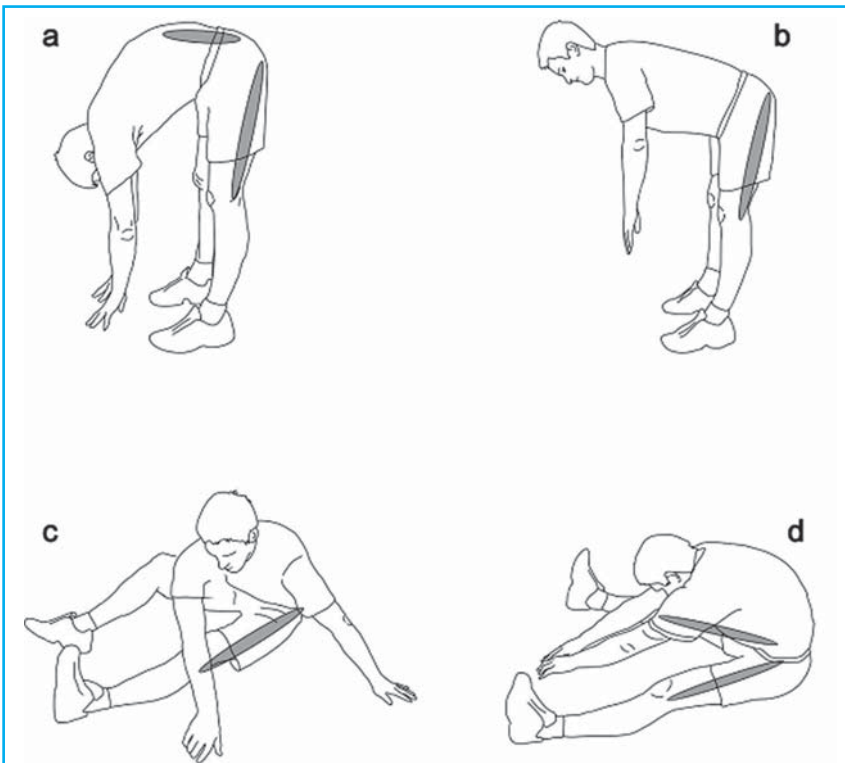
Gibljivost je sposobnost opravljanja gibov z največjimi amplitudami. Zmanjšana gibljivost se odraža tako v spremenjeni statiki sklepnih sistemov, kakor tudi preoblikovanju dinamičnih nalog. Zakrčenost in povišan tonus antagonistov zmanjšuje ekonomičnost in gladek potek gibanja. Gibljivost pogosto neustrezno obravnavamo kot ločeno motorično sposobnost. Pomembno se je zavedati kompleksnih odnosov med posamičnimi motoričnimi sposobnostmi, pri čemer ravno gibljivost pomembno učinkuje na realizacijske značilnosti nekaterih drugih sposobnosti. Ustrezna gibljivost nam med drugim omogoča (i) racionalno premagovanje ovir, (ii) optimalnejši odnos navor-kot, (iii) delovanje mišične sile na daljši poti, (iv) manjšo frekvenco korakov pri enaki hitrosti teka.

Zaradi nenehnih obremenitev mora trening stegenkih strun obvezno vključevati tudi vsebine raztezanja, ki naj zasledujejo tako kratkoročne (akutni učinki ogrevanja) kot dolgoročne cilje (trening gibljivosti za doseganje kroničnih učinkov). Izsledki številnih raziskav (Reid, & McNair, 2004; Hartig, & Henderson, 1999) potrjujejo pozitivne učinke raztezanja stegenkih strun, v smislu zmanjševanja incidence poškodb.

Pri treningu gibljivosti lahko uporabimo različne metode (za pregled glej Kisner, & Colby, 1996). Za učinkovito vadbo gibljivosti je ključnega pomena sprostitev mišične skupine, ki jo raztezamo. To bomo dosegli s pravilnim izborom vaj (ravnotežen in udoben položaj, ki omogoča sprostitve) ter usmerjanjem športnikove pozornosti na mišico, ki jo razteza.

V grobem lahko razdelimo stegenske strune na mišice zadnjega zunanjega (BF-L) in zadnjega notranjega dela stegna (SM in ST). Pri izboru razteznihih vaj moramo zajeti vse mišice, da ne bi prišlo do enostranskega vplivanja in s tem do nesorazmerja pri obremenjevanju mišično-vezivnih struktur ter kolenskega sklepa. V praksi pogosto izvajamo raztezne vaje za srednji in notranji del stegenkih strun, pozabljamo pa na izdatnejše izolirano raztezanje zadnjega zunanjega dela. Poleg tega se v vzorcih športnega gibanja (npr. šprint) bolj izrazito razteza ravno BF-L, kar dodatno prispeva k že omenjeni prevladujoči dovzetnosti te mišice za poškodbe. Pogosto s podrazličicami vaj (slika 3c in 3d) lahko bolj izpostavimo bodisi zunanji, bodisi notranji del mišične skupine (slika 3).

V praksi pogosto izvajamo raztezne vaje za srednji in notranji del stegenkih strun, pozabljamo pa na izdatnejše izolirano raztezanje zadnjega zunanjega dela. Poleg tega se v vzorcih športnega gibanja (npr. šprint) bolj izrazito razteza ravno DS-D, kar dodatno prispeva k že omenjeni prevladujoči dovzetnosti te mišice za poškodbe. Dodatno je



Slika 3: primeri razteznih vaj za stegenske strune. Zlasti v primeru, ko so zadnje stegenske mišice skrajšane, spodnje ledvene pa raztegnjene (primer ploskega hrbta v obdobju hitre rasti) je pomembno, da izvajamo izolirano raztezanje stegenskih strun in ne celotne verige. V slednjem primeru (vaja (a)) se bodo namreč raztezale iztegovalk trupa kot »najšibkejši člen«, s čimer bomo razmerje in končni rezultat le še poslabšali. Izolirano raztezanje stegenskih strun bomo dosegli z upogibom v kolku in vzdrževanjem ravnega položaja trupa (b). Isto vajo lahko izvedemo tako, da noge rahlo razmaknemo (d – poudarjeno raztezanje notranjega zadnjega dela) ali zavzamemo temu nasproten položaj (c – poudarjeno raztezanje zunanjega zadnjega dela). Pri vaji (c) je pomembno, da gib izvedemo naravnost oziroma preko sprednje noge in ne v smeri nje, saj bomo le tako dosegli želeni lokalni učinek na DS-D. Vaji a in b sta prikazani v stoječem položaju ker se kot takšni najpogosteje uporabljata v praksi. Navkljub temu svetujemo, da vse raztezne vaje za stegenske strune izvajate na tleh s čimer boste dosegli večjo sproščenost raztezane mišične skupine.

osnovno gibanje mnogih športov (npr. košarkarska preža) takšno, da se notranje in zadnje notranje mišice stegna nenehno nahajajo v relativno raztegnjenem položaju, obratno pa velja za mišice zadnjega zunanjega dela stegna. Ta dejstva je potrebno upoštevati pri izboru razteznih vaj. S podrazličicami razteznih vaj (slika 3) lahko bolj izpostavimo bodisi zunanji bodisi notranji del mišične skupine.

S treningom gibljivosti pa vplivamo tudi na zmanjšanje togosti mišično-Kitnega sistema. Na ta način so kita in drugi elastični elementi bolj po-

pušljivi in lahko shranijo več energije pri ekscentrično-koncentričnih kontrakcijah. V ekscentrični fazi ti elementi del energije shranijo. Če koncentrična faza krčenja sledi dovolj hitro ekscentrični, potem elastični elementi akumulirano energijo sprostijo v kinetično in mehansko delo v začetku koncentrične faze, kar se kaže v večji mišični sili.

Ustrezna dolžina stegenskih strun je zelo pomembna tudi pri pravilni telesni drži. Povečana aktivnost iztegovalk kolka ali njihova zakrčenost zmanjša nagib medenice. Kot posledica zmanjšane nagiba medenice

s križnico, se kompenzatorno zmanjšata tako ledvena kot prsna krivina, zaradi česar pride do ploske drže (Šarabon, Košak, Fajon, & Drakslar, 2005). Pri izboru korektivnih vsebin raztezanja moramo biti zelo previdni, saj napačno izbrane vaje lahko stanje poslabšajo, namesto, da bi ga izboljšale (slika 3a in 3b).

Sklep

Stegenske strune so dolge mišice, ki potekajo po zadnji strani stegna prek kolčnega in kolenskega sklepa. Čeprav sta njihovi temeljni nalogi iztegovanje kolka in upogibanje kolena, je njihova funkcionalnost mnogo širša od izoliranega gibanja posamičnega sklepa. Skrbijo namreč za med-sklepno koordinacijo in gladek potek več-sklepnih gibov. V primeru, ko so te mišice prekratke in/ali delujejo slabše pod pogoji ekscentrične kontrakcije, je zelo povečano tveganje nastanka športnih poškodb. Kot vidimo, gre za izjemno pomembno mišično skupino, katere usmerjen trening mora biti obvezen sestavni element priprave vsakega košarkarja. Kritično izbrane vsebine gibljivosti, moči, stabilizacije, med- in znotraj-mišične koordinacije morajo biti vključene v celosten program treninga.

Literatura

1. Asklng, C., Karlsson, J., Thorstensson, A., (2003). Hamstring Injury Occurrence in Elite Soccer Players after Preseason Strength Training with Eccentric Overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, (13), 244–250.
2. Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Raiocour, A., Leslie, S., Plant, D., Cirone, J. (1998). Isokinetic Strength Testing does not Predict Hamstring Injury in Australian Rules Footballers. *British Journal of Sports Medicine*, (32), 309–314.
3. Brockett, C. L., Morgan, D. L., Proske, U. (2001). Human Hamstring Muscles Adapt to Eccentric Exercise by changing Optimum Length. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (33), 783–790.
4. Brockett, C. L., Morgan, D. L., Proske, U. (2004). Predicting Hamstring Strain Injury

- in Elite Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (36), 379–387.
5. Brodnik, T., Ogrizek, P. (2002). *Razlike v aktivaciji mišice biceps femoris pri različnih vajah in različnih kotih v kolenu*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.
 6. Brukner, P., Benell, K., (1997). Stress fractures in female athletes. *Sports Medicine*, (24), 419–429.
 7. Burkett, LN. (1970). Causative Factors in Hamstring Strains. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (2), 39–42.
 8. Butler, J. E., Brown, S. L., McConnell, B. G. (1982). Subtrochanteric Stress Fractures in Runners. *American Journal of Sports Medicine*, (10), 228–232.
 9. Clanton, T. O., Coupe, K. J. (1998). Hamstring Strains in Athletes: Diagnosis and Treatment. *Journal of American Academy of Orthopedic Surgery*, (6), 237–248.
 10. Dolenec, A., Šarabon, N., Milić, R., Strojnik, V. (2003). An Attempt to Define Different Stride Patterns in Treadmill Running. V: Müller, E., Schwamander, H., Zallinger, G., Fastenbauer, V. (ur.). *8th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Salzburg: University of Salzburg, Institute of Sport Science.
 11. Garrett, W. E., Califf, J. C., Bassett, F. H. (1984). Histochemical Correlates of Hamstring Injuries. *American Journal of Sports Medicine*, (12), 98–103.
 12. Garret, W. E., Rich, F. R., Nikolaou, P. K., Vogler, J. B. (1989). Computed Tomography of Hamstrings Muscle Strains. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (21), 508–514.
 13. Hallel, T., Amit, S., Sega, D. (1976). Fatigue Fractures of Tibial and Femoral Shaft in Soldiers. *Clinical Orthopaedics*, (118), 35–43.
 14. Hartig, D. E., Henderson, J. M. (1999). Increasing Hamstring Flexibility Decreases Lower Extremity Overuse Injuries in Military Basic Trainees. *American Journal of Sports Medicine*, (27), 173–176.
 15. Heisser, T. M., Weber, J., Sullivan, G., (1984). Prophylaxis and Management of Hamstring Muscle Injuries in Intercollegiate Football Players. *American Journal of Sports Medicine*, (12), 368–370.
 16. Jakovljević, M., Hlebš, S. (2002). *Manualno testiranje mišic*. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.
 17. Johnson, A. W., Weiss, C. B., Wheeler, D. L. (1994). Stress Fractures of the Femoral Shaft in Athletes: More Common than Expected. *American Journal of Sports Medicine*, (22), 248–256.
 18. Kisner, C., Colby, L. A. (1996). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques, 3rd Edition*. Philadelphia: Davis Company.
 19. Komi, P. V., Burskirk, E. R. (1982). Effect of Eccentric and Concentric Muscle Conditioning on Tension and Electric Activity of Human Muscle. *Ergonomics*, (15), 81–87.
 20. Koulouris, G., Connel, D. (2003). Evaluation of the Hamstring Muscle Complex following acute Injury. *Skeletal Radiology*, (32), 582–589.
 21. Krejci, V., Koch, P. (1979). Muscle and Tendon Injuries in Athletes. *Chicago: Year book*.
 22. Kuitunen, S., Komi, P. V., Kyrolainen, H. (2002). Knee and Ankle Joint Stiffness in Sprint Running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (34), 166–173.
 23. Kvist, M., Jarvinen, M. (1982). Clinical, Histochemical and Biomechanical Features in Repair of Muscle end Tendon Injuries. *International Journal of Sports Medicine*, (3) 12–4.
 24. Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., Garlick, D. (1997). Preseason Hamstring Muscle Weakness Associated with Hamstring Muscle Injury in Australian Footballers. *American Journal of Sports Medicine*, (25), 81–85.
 25. Sallay, P. L., Friedman, R. L., Coogan, P. G., Garrett, W. E. (1983). Hamstring Muscle Injuries among Water Skiers: Functional Outcome and Prevention. *American Journal of Sports Medicine*, (2), 167–182.
 26. Šarabon, N. (2002). *Napovedovanje parametrov skoka iz polčepa na osnovi diferencialnih testov mišične zmogljivosti*. Diplomsko delo. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.
 27. Šarabon, N., Košak, R., Fajon, M., Drakslar, J. (2005). Nepravilnosti telesne držbe – mehanizmi nastanka in predlogi za korektivno vadbo. *Šport*, (53), 35–41.
 28. Wood, G. (1987). Biomechanical Limitations to Sprint Running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (25), 58–71.
 29. Zajac, F. E. (1993). Muscle Coordination of Movement: A Perspective. *Journal of Biomechanics*, 26(1), 109–124.
 30. Zarins, B., Ciullo J. V. (1983). Acute Muscle and Tendon Injuries in Athletes. *Clinical Sports Medicine*, (2), 167–182.

Nejc Šarabon

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport,
Gortanova 22, 1000 Ljubljana – Katedra
za kineziologijo
nejc.sarabon@sp.uni-lj.si