

## Zadnje stegenske mišice in njihov pomen v rokometu

### Uvod

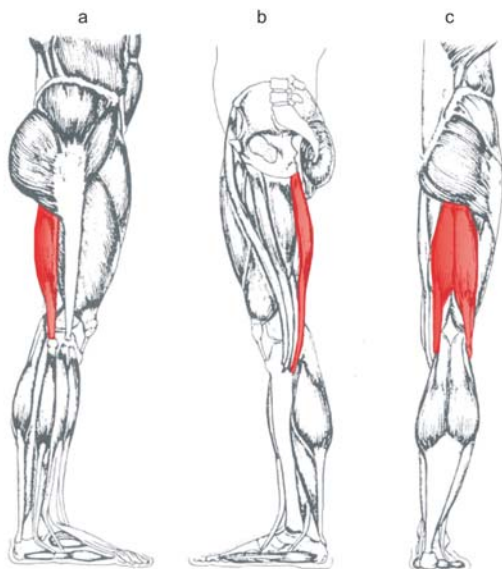
Mišice na zadnjemu delu stegna v slovenskem športnem izrazoslovju največkrat imenujemo kar mišice zadnje lože (Brodnik, & Ogrizek, 2002). V svetovni literaturi dolge dvosklepne mišice na zadnji strani stegna imenujejo »hamstrings« (slo. stegenske strune), s čimer poudarijo njihove morfološke lastnosti.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

K stegenskim strunam prištevamo polopnasto mišico (PO), polkitasto mišico (PK) in dolgo glavo dvoglave stegenske mišice (DS-D). Vse izhajajo iz sednične grče na kolčnici. Prvi dve se pripenjata na notranji del golenice, slednja pa na zadnji del glave mečnice. Po klasičnem pojmovanju je osnovna funkcija stegenskih strun upogibanje kolena, dodatna naloga pa iztegovanje kolčnega sklepa. Vendar pri športnih gibanjih ta 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 zunanja polovica (DS-D) sodeluje pri zunanji, notranja polovica (PO in PK) 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 itd. Še večji pomen imajo pri športnih gibanjih, zlasti tistih, kjer je pomembno doseganje velikih kotnih hitrosti kolena oziroma kolka v kratkem časovnem intervalu.

Ker so stegenske strune dvosklepne mišice, 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 enosklepnimi mišicami sposobne proizvesti relativno večje sile pri enako visokih kotnih hitrostih sklepov. Poleg tega imajo posebno vlogo pri nadzoru gibanja, saj omogočajo prenos energije med kolonom in kolkom.



Slika 1: Anatomski potek stegenskih strun. Stranski pogled iz zunanje (a) in notranje strani (b) ter pogled od zadaj (c). Na zunanji strani spodnjega dela stegna (a in desno c) se nahaja DS-D, na notranji strani zadnjega dela stegna (b in levo c) pa PO in PK. (prirejeno po Jakovljevič, 1998)

Tudi zaradi omenjenih prednosti imajo stegenske strune pomembno funkcijo pri gibanjih v rokometu, ki vsebujejo bodisi (i) eksplozivno iztegovanje kolka (vertikalni skoki iz nižjih položajev, hitre spremembe smeri, štart), (ii) zahtevajo amortizacijo in ekscentrično popuščanje teh mišic kot iztegovalk kolka (vsi izkoraki, zlasti v bočni ravnini), ali (iii) je aktivno popuščanje del odprte kinetične verige, ko se nadzoruje zlasti gibanje v kolenu (sprednja faza zamaha pri sprintu). Stegenske strune so torej pomembna mišična skupina tudi v številnih drugih športnih panogah (smučarski skoki, tenis, badminton, squash, smučanje, veslanje, ...), pri čemer opravljajo bodisi vlogo aktivnih upogibalk kolena bodisi iztegovalk kolka.

Stegenske strune so pomembne za razvijanje največje hitrosti teka. Čeprav slednja nima posebnega pomena v rokometu, je poznavanje vloge stegenskih strun pri tem gibanju pomembno, če želimo razumeti mehanizme za nastanek poškodb in funkcionalno-anatomsko podlago, na kateri bomo zasnovali vsebine treninga moči in gibljivosti. Stegenske strune z različno intenzivnostjo sodelujejo v vseh fazah sprinterskega koraka. Njihova izdatnejša aktivnost se prične, ko noga začenja fazo zadnjega zamaha, v kateri prihaja do izrazitega upogiba kolena in se nadaljuje v fazo sprednjega zamaha, v kateri prihaja do izrazitega upogibanja kolčnega sklepa in iztegovanja kolenskega sklepa. V tej podfazi se močno aktivne stegenske strune agresivno raztezajo. Mišično-kitni sistem stegenskih strun se začenja krajšati v trenutku kontakta stopala s tlemi (Thelen in sod., 2005), čemur sledi nadaljevanje njihove aktivnosti skozi celotno fazo opore.

Aktivnost stegenskih strun je pomembna tudi pri odzivih, ki se začnejo v nižjem izhodiščnem položaju, kjer te mišice skrbijo za med segmentni prenos energije in optimizacijo odzivne akcije. Njihovo vlogo pri tovrstnih gibanjih je mogoče najbolj nazorno razložiti na primeru skoka iz počepa. Gre za elementarno športno gibanje, za katerega je značilen t. i. stopenjski proksimalno-distalni princip mišične aktivacije (Šarabon, 2002). To pomeni, da se mišična aktivnost in gibanje najprej začneta pri trupu, s kratkimi časovnimi zamiki pa se nadaljujeta na vedno bolj oddaljenih delih spodnjih udov vse do gležnja. Med prvim delom skoka se vertikalna hitrost težišča telesa povečuje predvsem zaradi povečevanja rotacije trupa nazaj, za kar so odgovorne iztegovalk trupa in kolka. Relativno nizka kotna hitrost kolka omogoča enosklepni veliki zadnjični mišici razvijanje velike moči kmalu po začetku iztegovanja kolka. Zakasnjeno iztegovanje kolena je poleg zamaknjene aktivacije štiriglave stegenske mišice posledica intenzivne aktivnosti stegenskih strun. Slednje povzročajo nasprotni navor kolenskimi iztegovalkam in zmanjševanje neto navora v kolenu v tej 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 kolen. Ključ eksplozivne akcije skoka iz počepa je v učinkovitem sodelovanju med enosklepnimi in dvosklepnimi mišicami spodnjega uda. Zajac (1993) je ugotovil, da enosklepne mišice proizvedejo pogonsko energijo za verikalni odziv, medtem ko dvosklepne mišice nadzirajo koordinacijo. Če bi bile človekove spodnje okončine sestavljene samo iz enosklepnih mišic, potem ne bi bila mogoča tako učinkovita pretvorba rotacijske kinetične energije v translacijsko. V tem primeru bi bil človek sposoben skočiti le pol tako visoko, kot skoči s pomočjo dvosklepnih mišic.

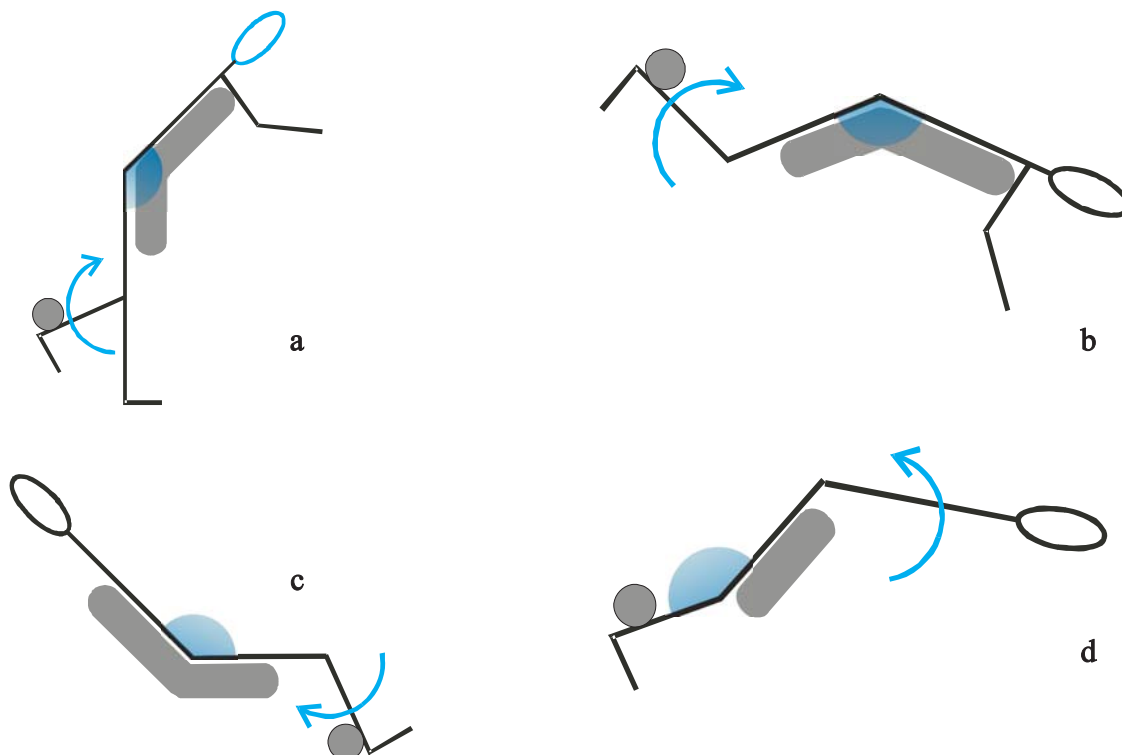
Šibke ali prekratke stegenske strune so lahko razlog neučinkovitega gibanja rokometarja in povod za številne zdravstvene težave. Zlasti negibljivost in slaba ekscentrična kontrola teh mišic predstavljata povišano tveganje za raztrganine stegenskih strun. Če skrajšave mišic ne odpravimo, praviloma pride do kroničnih zdravstvenih problemov, ki izvirajo iz spremenjene statike hrbtenice (ploski hrbet) in se kažejo v ponavljajočih se bolečinah v križu, teku po petah z nizko spuščeni boki, kroničnimi vnetji mišičnih narastišč na sednični grči ali golenskih prirastiščih itn. Kondicijske vsebine za trening stegenskih strun (gibljivost, moč, koordinacija, stabilizacija) morajo biti zato obvezni sestavni del procesa treninga v rokometu.

## 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 stegenjskih strun se uporabljajo najrazličnejše vaje. Pri tem lahko uporabljamo lastno telo, telo partnerja, proste uteži ali različne trenažerje. Vaje na trenažerjih lahko izvajamo sede, stoje ali leže (Slika 2). Na trenažerju za upogib kolena stoje naj bi bila aktivnost stegenjskih strun največja. Pri tej vaji najbolj posnemamo naravno gibanje (korak), pri katerem je ena noga uprta, 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  $30^\circ$  do  $60^\circ$  najbolj učinkovit, saj je v teh primerih DS-D dosegala najvišjo raven hotene aktivacije. Pri tem trenažerju in trenažerju za upogibanje kolena leže aktivacija mišice narašča skozi amplitudo od  $15^\circ$  do  $60^\circ$ , zaradi česar je smiselno izvajati gibanje v celotnem obsegu giba. Seveda je mogoče konstanten nivo aktivacije mišic zagotoviti le ob ustreznem zunanjem uporu, 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 pripenjališč lahko povzroča dodatno draženje struktur ledveno-križničnega predela.



Slika 2: nekaj primerov krepilnih vaj za stegenjske strune. Enonožno upogibanje kolena stoje (a), upogibanje kolena leže (b), upogibanje kolena sede (c) in iztegovanje kolka z aktivno upognjenimi koleno na klopi za hrbet (d). Pri zadnji vaji je pomembno, da je stegenjska upora nameščena tako, da gibanje medenice ni omejeno, hkrati pa je spodnji del te upore nad pogačico. Puščice nakazujejo smer izvedbe giba.

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 dvoglave stegenske mišice, podkolenska mišica, dvoglava mečna mišica), 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 kolenom, se aktivno vključujejo enosklepne iztegovalke kolka (velika zadnjična mišica). Ena izmed bolj primernih vaj se izvaja na klopi, ki se navadno uporablja za iztegovanje trupa (Slika 1d). Za razliko od vaje, pri kateri na isti 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 DS-D.

Nateg stegenskih strun je pogosta poškodba v športih, ki vključujejo eksplozivna gibanja, kot so šprinti, skoki, udarci z nogo. Kot smo omenili, je večina teh poškodb povezana z ekscentričnimi kontrakcijami. Neustrezno mišično ravnovesje stegenskih strun med okončinama ter neustrezno razmerje navorov stegenskih strun in njihovih antagonistov (štiriglava stegenska mišica) pri različnih kotnih hitrostih v kolenu sodita med pomembne dejavnike tveganja za poškodbe stegenskih strun (Orchard, Marsden, Lord, & Garlick, 1997). Optimalno razmerje med močjo iztegovalk in upogibalk kolena naj bi bilo 2 proti 3 v prid iztegovalkam.

## **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 stegenskih 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 stegenskih 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 sprostitvev mišične skupine, ki jo raztezamo. To bomo dosegli s pravilnim izborom vaj (ravnotežen in udoben položaj, ki omogoča sprostitvev) ter usmerjanjem športnikove pozornosti na mišico, ki jo razteza.

V grobem lahko razdelimo stegenske strune na mišice zadnjega zunanjskega (DS-D) in zadnjega notranjega dela stegna (PK in PO). Pri izboru razteznih 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 stegenskih strun, pozabljamo pa na izdatnejše izolirano raztezanje zadnjega zunanjskega dela. Poleg tega se v vzorcih športnega gibanja (npr. sprint) bolj izrazito razteza ravno DS-D, kar dodatno prispeva k že omenjeni prevladujoči dovzetnosti te mišice za poškodbe. Dodatno je osnovno gibanje v obrambi (preža) takšno, da se notranje in zadnje notranje mišice stegna nenehno nahajajo v relativno raztegnjenem položaju, obratno pa velja za mišice zadnjega zunanjskega 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.



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 iztegovalke 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 nogi rahlo razmaknemo (c poudarjeno raztezanje notranjega zadnjega dela) ali zavzamemo temu nasproten položaj (d poudarjeno raztezanje zunanjskega zadnjega dela). Pri vaji (d) je pomembno, da gib izvedemo naravnost oziroma preko sprednje noge in v smeri nje, saj bomo le tako dosegli želeni lokalni učinek na DS-D.

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

## Sklep

Stegenske strune so dolge mišice, ki potekajo po zadnji strani stegna preko 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 slabše delujejo 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 rokometaša. Kritično izbrane vsebine gibljivosti, moči, stabilizacije, med in znotraj mišične koordinacije morajo biti vključeni v celosten program treninga.

## Viri

1. 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.
2. 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.
3. Jakovljević, M., Hlebš, S. (2002). *Manualno testiranje mišic*. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.
4. Kisner, C., Colby, L. A. (1996). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques, 3rd Edition*. Philadelphia: Davis Company.
5. Orchard, J., Mersden, 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.
6. Reid, D. A., McNair, P. J. (2004). Passive Force, Angle, and Stiffness Changes after Stretching of Hamstring Muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1944-1948
7. Šarabon, N. (2002). *Napovedovanje parametrov skoka iz polčepa na osnovi diferencialnih testov mišične zmogljivosti*. Diplomsko delo. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.
8. Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Hoerth, D. M., Best, T. M., Swanson, S. C., Li, L., Young, M., Heiderscheit, B. C. (2005). Hamstring Muscle Kinematics during Treadmill Sprinting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (37), 108-114.
9. Zajac, F. E. (1993). Muscle Coordination of Movement: A Perspective. *Journal of Biomechanics*, 26(1), 109-124.

Nejc Šarabon, Miha Fajon, Jure Drakslar prihajajo iz Fakultete za šport v Ljubljani, Oskar Zupanc pa z Ortopedske klinike v Kliničnem centru Ljubljana.