

Fizioterapijski protokol nakon ozljede mišića stražnje strane natkoljenice

Ćurić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:176:636555>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-10**



Sveučilišni odjel zdravstvenih studija
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University Department for Health Studies, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA
PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Ivan Ćurić

**FIZIOTERAPIJSKI PROTOKOL NAKON OZLJEDE MIŠIĆA
STRAŽNJE STRANE NATKOLJENICE**

Završni rad

Split, 2024.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA
PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Ivan Ćurić

**FIZIOTERAPIJSKI PROTOKOL NAKON OZLJEDE MIŠIĆA
STRAŽNJE STRANE NATKOLJENICE
PHYSIOTHERAPY PROTOCOL AFTER HAMSTRING
INJURY**

Završni rad

Mentor:

Doc. dr. sc. Dinko Pivalica, dr. med.

Split, 2024.

Sveučilište u Splitu
Sveučilišni odjel zdravstvenih studija
Studij fizioterapije

Znanstveno područje: Biomedicina i zdravstvo
Znanstveno polje: Kliničke medicinske znanosti

Mentor: Doc. dr. sc. Dinko Pivalica, dr. med.

FIZIOTERAPIJSKI PROTOKOL NAKON OZLJEDE MIŠIĆA STRAŽNJE STRANE
NATKOLJENICE

Ivan Ćurić

Sažetak: Mišićne ozljede stražnje skupine natkoljenice (eng. hamstrings) nisu toliko česte u populaciji koja nije fizički aktivna, koliko kod profesionalnih i amaterskih sportaša u sportovima koje zahtijevaju naglo ubrzanje i zaustavljanje, sprint ili udaranje nogom. Ozljede ozbiljnijeg tipa imaju za posljedicu smanjenje kvalitete svakodnevnog života te za sobom mogu povlačiti i razne negativne aspekte psihofizičkog stanja individue, pogotovo u profesionalnom sportu. Cilj ovog rada će biti prepoznati čimbenike rizika, kvalitetno ih interpretirati te prikazati preventivne i rehabilitacijske protokole kako bi konačan ishod rehabilitacije bio uspješan i dugo nakon povratka na teren. Čimbenici rizika mogu produljiti vrijeme oporavka te utjecati na uspješnost liječenja i povratka natjecanju. Cilj je reducirati rizik od ozljede i reozljede te utjecati da se povratak natjecanju dogodi što brže i sigurnije. Edukacija sportaša o učinkovitosti i pridržavanju preventivnog i rehabilitacijskog programa ima veliku ulogu u smanjenju rizika za nastanak ozljede. Ozljede stražnje skupine mišića natkoljenice češće se javljaju kao posljedica preopterećenja i kretnji u maksimalnom tjelesnom naporu. Postoji niz protokola koji imaju zajednički cilj, što brži povratak osobe aktivnostima, a uz smanjenje rizika povratka ozljede. U liječenju se koriste različite metode, uključujući i novije metode, poput PRP-a i matičnih stanica, koje su pokazale obećavajuće inicijalne rezultate.

Ključne riječi: hamstrings; oporavak; ozljeda; terapija

Rad sadrži: 34 stranice, 10 slika, 2 tablice, 39 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

University of Split

University Department for Health Studies

University undergraduate study of physiotherapy

Scientific area: Biomedicine and health care

Scientific field: Clinical medical science

Supervisor: Doc. dr. sc. Dinko Pivalica, M. D.

PHYSIOTHERAPY PROTOCOL AFTER HARMSTRING INJURY

Ivan Ćurić

Summary: Hamstrings injury does not occur often in the non-physically active population, as much as they occur in professional and amateur sports that demand high acceleration and stopping, sprinting or leg kicking. Severe types of injuries have decreased life quality and can bring negative aspects to psychophysical state, especially in professional sport. The goal will be to recognize risk factors, interpret them and show prevention and rehabilitation protocols, so that final outcome of rehabilitation is successful, even in the period after returning to play. Risk factors can extend recovery time and influence treatment success, as well as return to competition period. The goal is to reduce the risk of injury and re-injury, and to influence that the return to the competition happens as soon and safe as possible. The education of the players of efficiency and adherence to prevention and rehabilitation protocol has a big role in injury risk reduction. Hamstrings injuries often occur as a consequence of muscle overload and movement in maximal physical effort. There is a lot of protocols which have a common goal – to return the player to the activities with reduced risk of re-injury. In the treatment, different methods are used, including newer ones, like PRP and stem cells, which have shown promising initial results.

Keywords: hamstring; injury; recovery; therapy

Thesis contains: 34 pages, 10 figures, 2 tables, 39 references

Original in: Croatian

Sadržaj

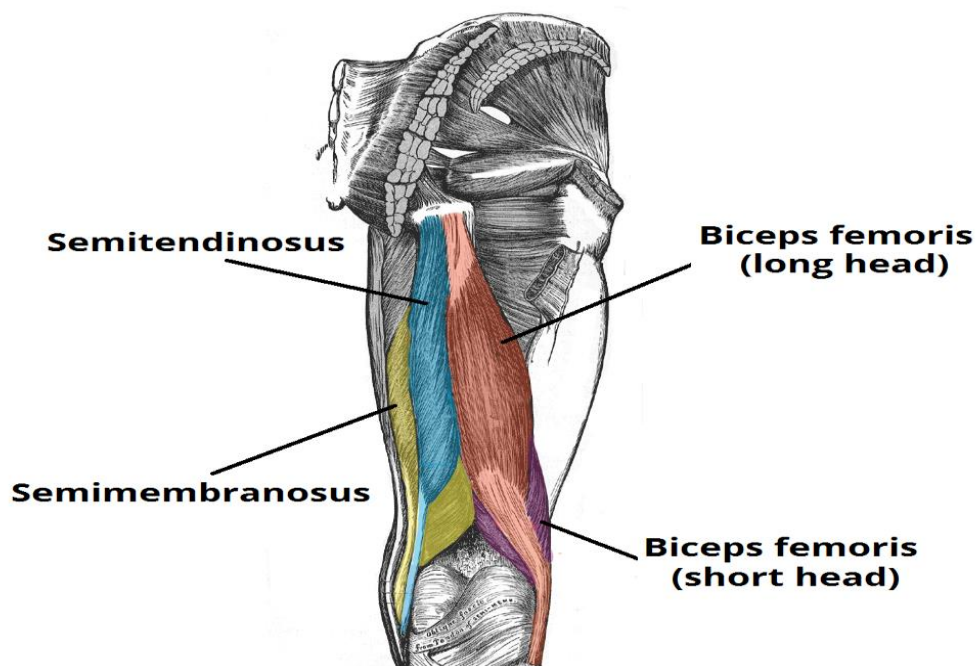
| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1 Anatomija i funkcija mišića stražnje strane natkoljenice | 1 |
| 1.2. Biomehaničke osnove mišićnih ozljeda | 3 |
| 1.3. Epidemiologija ozljeda hamstringsa | 5 |
| 1.4. Mehanizmi nastanka ozljeda hamstringsa..... | 6 |
| 1.5. Klasifikacija ozljeda <i>hamstringsa</i> i povratak igri | 7 |
| 1.6. Čimbenici rizika | 8 |
| 1.7. Klinički pregled..... | 10 |
| 1.8. Dijagnostičke metode | 13 |
| 1.9. Prevencija ozljeda hamstringsa..... | 14 |
| 2. CILJ RADA | 18 |
| 3. RASPRAVA | 19 |
| 3.1. Rehabilitacijski protokoli nakon ozljeda hamstringsa..... | 19 |
| 3.2. Operativni pristup | 24 |
| 3.3. Regenerativni i biološki pristup liječenju mišićnih ozljeda | 27 |
| 4. ZAKLJUČAK | 29 |
| 5. LITERATURA | 30 |
| 6. ŽIVOTOPIS | 34 |

1.UVOD

Mišićne ozljede stražnje skupine natkoljenice (eng. *hamstrings*) nisu toliko česte u populaciji koja nije fizički aktivna, koliko kod profesionalnih i amaterskih sportaša u sportovima koje zahtijevaju naglo ubrzanje i zaustavljanje, sprint ili udaranje nogom. Unatoč sve većem broju znanstvenih istraživanja i povećanoj pozornosti posvećenoj prevenciji i rehabilitaciji ozljeda *hamstringsa*, podaci dostupni u pregledu literature pokazuju da se nije značajno utjecalo na smanjenje broja ozljeda. Ozljede *hamstringsa* bilježe značajan porast zadnjih godina te ostaje nejasno je li to uslijed većeg broja treninga i odigranih utakmica ili povećanih zadataka koje se stavlja pred pojedinaca ili ekipu. Visoka stopa prevalencije akutnih ozljeda *hamstringsa* te stopa ponovnog ozljeđivanja, koja se razlikuje u pojedinim studijama i kreće se u rasponu od 12 do 31% su jedna od većih briga u modernom sportu (1). U ovom radu će se kroz relevantne primjere iz literature utvrditi učinkovitost različitih rehabilitacijskih protokola nakon ozljede mišića *hamstringsa* te pokazati kako kako je ekscentrični tip vježbanja pokazao bolje rezultate za prevenciju kao i samu rehabilitaciju ozljede *hamstringsa*.

1.1 Anatomija i funkcija mišića stražnje strane natkoljenice

Poznavanje anatomije mišića stražnje strane natkoljenice ključno je za razumijevanje biomehanike njihovog djelovanja i nastanka ozljeda. Stražnju skupinu mišića natkoljenice tvore tri mišića: *semimembranosus*, *semitendinosus* i *biceps femoris*, koji sudjeluju u pokretima fleksije koljena i ekstenzije kuka. Svi mišići *hamstringsa* su inervirani tibijalnim ogrankom ishijadičnog živca. Jedina iznimka u kompleksu mišića *hamstringsa* je kratka glava *bicepsa femorisa* koja je inervirana peronealnim ogrankom *nervus ischiadicus*. Krvna opskrba mišića odvija se putem opskrbe duboke femoralne arterije.



Slika 1. Mišići stražnje skupine natkoljenice

<https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/5b60d554b40b9d63f037d2a4/1544608373391-72A31M7QAB382GX6YDPE/Hamstrings+anatomy.png?format=1500w>

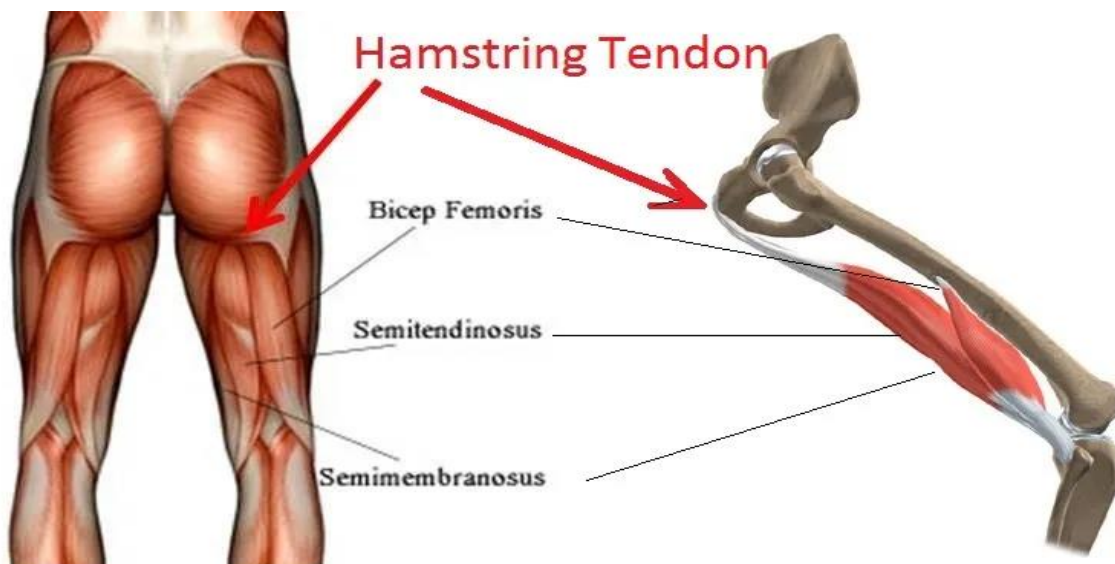
Mišić *semimembranosus* polazi sa mjesta *tuberositas ischii* te se nalazi iznad i lateralno u odnosu na polazišta ostalih mišića *hamstringsa*. Trbuh mišića *semimembranosusa* ima najveći poprečni presjek što ga čini podložnim za proizvodnju najveće sile, ali i najmanje brzine; distalno se hvata za posteromedijalni dio medijalnog kondila tibije.

Mišić *semitendinosus* polazi s *tuber ischiadicum* pridruženom tetivom duge glave *biceps femorisa*. Topografski ga se može podijeliti na gornji i donji dio, od kojih je svaki inerviran različitom granom tibijalnog živca, pri čemu je gornja regija odgovorna za pokrete u kuku, a donja za pokrete koji se vrše u koljenom zglobu. U distalnom dijelu tvori tetivu okruglog oblika koja prolazi medijalnom stranom *fossa popliteae*, prelazi preko medijalnog kolateralnog ligamenta te se hvata na medijalni dio tibijalne hrapavosti, tvoreći zajedničko hvatište s *m.gracilis* i *m.sartorius*, nazvano *pes anserinus*.

Biceps femoris tvore dvije glave mišića, duga i kratka glava. Duga glava, odnosno *caput longum*, polazi sa medijalne fasete *tuber ischiadicum*, dok *caput breve* polazi sa srednje

trećine *labium laterale lineae asperae* te se potom obje glave združuju i hvataju na *caput fibulae*.. Kratka glava ima mišićne pripoje koji se spajaju sa distalnom tetivom duge glave *biceps femorisa* (Slika 1). Inerviran je s *n. fibularis communis*. Zbog svoje različitosti i kompleksnosti, *biceps femoris* je veoma važan za dinamičku stabilnost koljena .

U ciklusu hoda mišići *hamstringsa* djeluju zajedno kako bi ispružili kuk i savili koljeno, dok duljina *hamstringsa* ograničava opseg pokreta u kuku na način da sprječava punu fleksiju kuka ukoliko koljena nisu u flektiranom položaju. Kao rezultat toga, pri zamahu bedra odvija se pasivno savijanje koljena kako bi se zaštili mišići hamstringsa od istežajućeg tipa ozljede (2).



Slika 2. Tetive hamstringsa

<https://i0.wp.com/akademijasnage.rs/wp-content/uploads/2018/07/hamstring-pain.jpg?w=806>

1.2. Biomehaničke osnove mišićnih ozljeda

Zbog anatomskih odnosa polazišta i hvatišta hamstrings skupina morala bi djelovati na pokretljivost jednog i na stabilizaciju drugog zgloba što je čini podložnom ozljedama. Duge tetive *hamstringsa* stvaraju efekt opruge koja poboljšava atletske performanse, međutim, ova sposobnost može biti štetna jer povećava rizik nastanka ozljede. Pri završnoj

fazi zamaha u sprintu, događa se da mehanizam zaštite *hamstringsa* od pretjeranog istežanja ne djeluje. U ovom položaju mišići *hamstringsa* se nalaze u položaju maksimalne izduženosti, kao i maksimalne ekscentrične kontrakcije što sami mišić dovodi u povećani rizik od ozljeđivanja (Slika 2). Mišići *hamstringsa* djeluju zajedno s prednjim križnim ligamentima koljena kako bi sprječili prednju translaciju tibije u ciklusu hoda. (2).

Pozicioniranje položaja tijela u ciklusu trka može utjecati na potencijalni rizik za nastanak ozljede. Razlog tome može biti lošija aktivacija i kontrola mišića stabilizatora trupa i zdjelice. Pri brzom trku ili sprintu, tijelo nagnuto prema naprijed, kao i tijelo otklonjeno u stranu, u odnosu na normalnu tehniku trčanja utječe na izduljenost mišića *hamstringsa*, te povećava rizik za nastanak ozljede. (3)

Naglašena inklinacija zdjelice i hiperekstenzija lumbalne kralježnice mogu povećati rizik od ozljede zbog promjene odnosa sile i duljine *hamstringsa*. Distalni mišićno tetivni spoj je opisan kao najslabija karika u kompleksu mišić-tetiva-kost. Mišićno-tetivna struktura kompleksa *hamstringsa* ima tri različita područja unutar svake mišićno tetivne jedinice, gdje su različita tkiva u interakciji, što stvara područja podložna ozljedi ekscentričnog tipa. Prvo područje je miotendinozni spoj gdje proksimalne i distalne tetive izlaze iz trbuha mišića. Drugi je miofascijalni spoj, mjesto u kojem su vlakna mišića povezana s aponeuroznim slojem koji okružuju trbuh mišića. Zadnji je intramuskularni miotendinozni spoj prolazi kroz veliki dio trbuha mišića. Važno je znati da kod djece, ishijalna apofiza je najslabija točka mišićno-tetivne jedinice *hamstringsa*, dok se ne odvije sekundarna osifikacija, koja se događa od petnaeste do dvadeset i pete godine života. Duljina mišića *hamstringsa* ograničava opseg pokreta u kuku na način da prevenira potpunu fleksiju u kuku ukoliko koljeno nije u flektiranom položaju (4).

U sprintu, *biceps femoris* je podložan najvećem istežanju, *semitendinosus* ima najveću brzinu produljenja te *semimembranosus*, koji uglavnom služi kao proizvođač sile. *Biceps femoris* je više aktiviran tijekom ubrzanja u sprintu i u terminalnoj fazi zamaha, *semitendinosus* tijekom maksimalne brzine sprinta, dok *semimembranosus* ima važnu ulogu u apsorbiranju i proizvodnji sile u fazi zamaha i oslonca (5).

1.3.Epidemiologija ozljeda hamstringsa

Postoji nekoliko istraživačkih studija o incidenciji ozljeda *hamstringsa* u profesionalnim nogometnim ligama. U longitudinalnoj analizi o progresivnom godišnjem povećanju ozljeda *hamstringsa* od četiri posto, Jan Ekstrand i autori su istraživali podatke o 36 klubova iz dvanaest europskih zemalja. Od 1614 zabilježenih ozljeda *hamstringsa*, 22% igrača je imalo jednu ozljedu tijekom sezone. Stope ozljeda u natjecanju su iznosile 65%, dok je postotak ozljeda pretrpljenih na treningu bilo 35%. Na osnovu navedenih podataka u ekipi od 25 igrača može se očekivati otprilike pet do šest ozljeda hamstringsa po sezoni. Distribucije ozljeda prema težini su iznosile: blaga 31 %, umjerena 54 % i ozbiljna 15 %. Stopa reozljeđivanja je iznosila 13% i nastajala je kroz 2 mjeseca od prvotne identične ozljede (6).

U svom drugom radu Ekstrand i sur ukazali su na povećanje incidencije ozljeda *hamstringsa* kroz treninge i natjecanja sa 12% u sezoni 2001./2002. na 24% u sezoni 2021./2022. uzroke su našli u više različitih uzroka povezanih s opterećenjem i igrom (7)

Najčešće ozljeđivani mišić *hamstringsa* u sportu je duga glava *biceps femorisa* i čini 84% svih ozljeda *hamstringsa*, dok je *semimembranosus* ozlijeđen u 11% slučajeva ,a *semitendinosus* u 5%. Sve ponovljene ozljede su se dogodile na *biceps femorisu* (8) iz čega se može zaključiti da gore navedeno ostavlja veliki prostor rehabilitaciji s naglaskom na kineziterapiju u prevenciji i liječenju ozljeda stražnje skupine natkoljenice.

Pravilan plan prevencije i rehabilitacije potreban je kako bi se utjecalo na pojavnost ozljeda i ponovnog ozljeđivanja. Prevencijski program ekscentričnog snaženja kroz nordijski pregib pokazao je da može reducirati ozljede *hamstringsa* za 65% do 70 % , no unatoč tim podacima nije toliko prihvaćen među profesionalnim nogometašima u Europi. Nekoliko je razloga tome kao što su ograničen utjecaj liječničke službe na trenerski stožer ili ograničeno vrijeme koje treneri daju za provođenje preventivnog programa prije glavnog treninga . Igrači ponekad sami navode da im provođenje prevencijskog treninga nordijskog vježbanja izaziva mišićni zamor te postojanje generalnog uvjerenja kako jedna vježba ne može imat toliko utjecaja na sprječavanje ozljede. U multidisciplinarnom timu trenerskog stožera i liječničke službe je potrebno imati kvalitetnu komunikaciju i suradnju kako bi izostanak zbog ozljeda sveli na minimum (6).

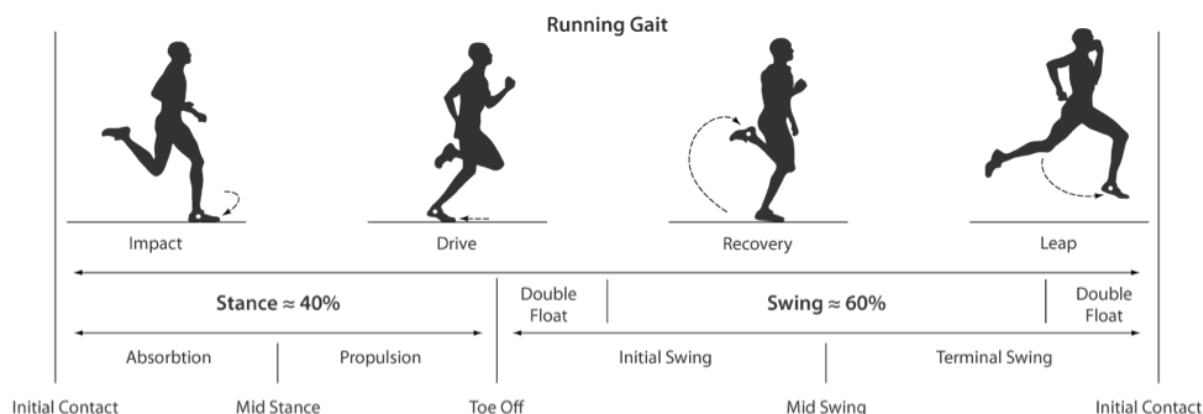
1.4. Mehanizmi nastanka ozljeda hamstringsa

Mehanizme nastanka ozljeda *hamstringsa* možemo podijeliti na kontaktne i beskontaktne, pri čemu beskontaktne čine 95% ozljeda dok, samo 5% čine ozljede uzrokovane drugim igračem ili opremom kojom se igra (9).

Beskontaktne, koje su i tema ovog rada možemo podijeliti na sprinterske i istezajuće.

U istraživačkom radu Askling i sur. sudjelovalo je 75 ispitanika koji su unutar 5 dana od ozljede obavili dijagnostiku magnetskom rezonancom. Istraživanje je pokazalo da je sprinterski tip ozljede (eng. *sprinting type injury*) činilo 72% ozljeda, dok je istezajući tip ozljede (eng. *strain type injury*) činio 28% (10).

Istezajući tip ozljede događa se u pokretima koji uključuju veliku fleksiju zgloba kuka i ekstenziju koljena, kao što su naprimjer saginjanje, udarci nogom ili pokreti u plesu. Sprinterski tip ozljede događa se kod maksimalnog ili vrlo brzog trka. Koristeći snimke magnetske rezonance, može se vidjeti da ozljede istezajućeg tipa primarno zahvaćaju mišić *semimembranosus*, dok sprinterski tip primarno zahvaća dugu glavu *biceps femorisa* (BF_{lh}). Kao predominantno mjesto ozljeđivanja pokazao se proksimalni muskulotendinozni spoj. Sprint je opasan u kasnoj fazi zamaha, kao i ranoj fazi kontakta s podlogom. Loša tehnika sprinta, pretklon ili lateralni otklon trupa, te krivo postavljanje stopala na podlogu mogu utjecati na mehanizam nastanka ozljede.



Slika 3. Ciklus trčanja kroz faze

https://complete.clinic/wp-content/uploads/2016/05/Image_1.png

U ciklusu trčanja razlikujemo fazu oslonca i fazu zamaha (Slika 3). U završnoj fazi zamaha dolazi do vrhunca sile i istegnutosti kod BF_{lh}, *semimembranosusa* i *semitendinosusa* te se smatra da su tada biartikularni mišići hamstringsa u najvećem riziku od ozljede

Rehabilitacijski protokoli bi zbog ovog mehanizma nastanka ozljede trebali biti usmjereni na ekscentrično snaženje kroz velika opterećenja, te brzini izvođenja pokreta kroz izduženi položaj *hamstringsa* (11)..

1.5. Klasifikacija ozljeda *hamstringsa* i povratak igri

Prilikom uobičajenog klasificiranja ozljeda, koriste se tri klasifikacije – minhenska klasifikacija, britanska klasifikacija te MLG-R klasifikacija.

Prema minhenskoj klasifikaciji, mišićne ozljede dijele se na izravne i neizravne, pri čemu izravne uključuju kontuzije i laceracije koje nastaju vanjskom traumom, poput udarca drugog igrača, opremom kojom se igra i slično. Neizravne mišićne ozljede dijelimo na funkcionalne i strukturalne te ih ocjenjujemo od 1 do 4. U funkcionalne ozljede spadaju mišićne ozljede zbog prenaprezanja i neuromuskularna mišićna promjena povezana s kralježnicom ili mišićem. Njih gradiramo ocjenama 1a,1b,2a i 2b te na slikovnom prikazu magnetnom rezonancom ne prikazuju prekid vlakana ni rupturu mišića. Ozljede gradirane ocjenama 3a ,3b i 4 uključuju strukturalne promjene gdje pod ocjenama 3a i 3b dolazi do manje ili umjerene parcijalne rupture. Pod ocjenom 4 spadaju subtotalna, kompletna ruptura mišića ili tetivna avulzija te ponekad zahtjevaju operacijski zahvat (12).

Britanska klasifikacija mišićnih ozljeda se temelji na nalazima snimka magnetne rezonance i sastoji se od 5 razreda ocjenjivanja u rasponu od 0 do 4. Ozljede od 1 do 4 su stavljene u podkategorije označene sufiksima (a, b i c) ovisno o mjestu nastanka i veličini same ozljede. Sufiks “a” označava miofascijalnu ozljedu na perifernom dijelu mišića, ”b” označava ozljedu unutar trbuha mišića koja se najčešće pronalazi na miotetivnom spoju dok “c” zahvaća samu tetivu mišića koja je povezana s lošijom prognozom oporavka (13).

U kratkom vodiču klasifikacije mišićnih ozljeda, mjesto nastanka ozljede definirano je kao proksimalno, srednje i distalno. Prognoza za oporavak proksimalnih lezija *hamstringsa* je dulja nego za ozljede koje zahvaćaju srednji i distalni dio mišića (14).

MLG-R system klasificiranja sastoji se od četiri parametra koji u svojoj pozadini uzimaju očitavanje snimka magnetne rezonance. Tu spadaju (M) - mehanizam mišićno-skeletne ozljede, (L) - njena lokacija, (G) - gradiranje veličine ozljede i (R) - broj mišićnih ponovnih ozljeda.

Kod anatomskog lociranja ozljede dijelimo ih na proksimalnu (P), srednju (M) i distalnu (D) trećinu bedra. Osim toga, označava se opis, odnosno nalazi li se ozljeda oko vlakana (p) -proksimalnog ili (d) - distalnog mišićno-tetivnog spoja. U ozljedama koje su locirane distalnije od polazišta mišićno-tetivnog spoja, manja količina vezivnog tkiva će biti oštećena. Ukoliko je ruptura vlakana zahvaćala vezivno tkivo, uz pripadajuću ocjenu ozljede se dodavao sufiks "r".

MLG-R je prva klasifikacija koja je stavku reozljeđivanja u sustav ocjenjivanja za povratak igri. Definicija ponovne ozljede je bilo koja indirektna mišićna ozljeda koja zahvaća isti mišićno-tetivni spoj, intramišićnu tetivu ili vlakna povezana s njom tijekom naredna dva mjeseca od povratka igri nakon prošle ozljede. Kao primjer se navodi ukoliko je prva ozljeda duge glave *biceps femorisa* obuhvaćala proksimalni mišićno-tetivni spoj u proksimalnoj trećini trbuha mišića, a nova ozljeda se dogodi unutar dva naredna mjeseca locirana na srednjoj trećini trbuha mišića u vlaknima povezanim s proksimalnim mišićno-tetivnim spojem, to bi se smatralo ponovnom ozljedom. Kao suprotan primjer, ukoliko je druga ozljeda locirana u blizini ili zahvaćajući distalni mišićno-tetivni spoj, to se ne bi smatralo ponovnom ozljedom (15).

U istraživanju provedenom u FC Barcelona koje je trajalo od 2010. do 2020., od 76 ozljeda *hamstringsa* čak 71,1% je zahvaćalo dugu glavu *biceps femorisa* od čega je 43,4% locirano na proksimalnom mišićno-tetivnom spoju. Za ozljede ocijenjene ocjenom 2, 3 i 3r za povratak igri bilo je potrebno 12,4, 14,3 i 37 dana. Za ozljede koje su obuhvaćale proksimalni mišićno-tetivni spoj trebalo je 31,7 dana, a za one koje su obuhvaćale distalni mišićno-tetivni spoje trebalo je 23,9 dana za povratak igri. Analizirajući ozljedu 3r na slobodnoj tetivi duge glave *biceps femorisa*, pokazalo se da je vrijeme za RTP bilo 56 dana, dok je za ozljede na središnjoj tetivi trebalo 24 dana. (16)

1.6. Čimbenici rizika

Za razvijanje kvalitetnih preventivskih i rehabilitacijskih protokola ozljeda *hamstringsa* potrebno je na pravi način interpretirati faktore rizika. U preglednoj literaturi

nabrojano je mnogo faktora rizika, no samo nekoliko njih je temeljeno na dokazima. Čimbenike rizika možemo podijeliti na promjenjive i nepromjenjive, što je i prikazano u tablici ispod.

Tablica 1. Predloženi čimbenici rizika za ozljedu hamstringsa

| Kategorija | Predloženi čimbenici rizika | Dokazi | |
|---------------|-----------------------------------|-------------------|--------------|
| | | Temeljne znanosti | Klinika |
| Promjenjivi | Skraćena optimalna duljina mišića | Da | Nedostaje |
| | Nedostatak fleksibilnosti mišića | Da | Kontroverzno |
| | Neravnoteža snage | Nedostaje | Kontroverzno |
| | Nedostatno zagrijavanje | Da | Nedostaje |
| | Umor | Da | Nedostaje |
| | Ozljeda donjeg dijela leđa | Nedostaje | Kontroverzno |
| | Povećana mišićno živčana napetost | Nedostaje | Povezanost |
| Nepromjenjivi | Građa mišića | Da | Nedostaje |
| | Dob | Nedostaje | Kontroverzno |
| | Rasa | Da | Da |
| | Prethodne ozljede | Da | Da |

Bedreni mišići u nogometaša su često ozlijeđeni zbog tipičnih obrazaca kretnji koji uključuju nagla ubrzanja i zaustavljanja čime uzrokuju pretjeranu istegnutost mišića. Faktori rizika za nastanak ozljeda *hamstringsa* su dugo vremena stvar debatiranja te su provedene mnoge studije da bi istražile moguće pretkazatelje ozljeda. Sustavni pregled koji je procijenio prospektivne studije visoke kvalitete provedene na nogometašima istaknuo je prethodnu ozljedu kao jedini statistički značajni čimbenik rizika (17). Između ostalih faktora rizika, indeks tjelesne mase, visina, težina te izloženost igrača su vjerojatno ne dovoljni da bi bili statistički značajni čimbenici rizika (18). Proturječni dokazi su pronađeni za čimbenike rizika kao što su dob, duljina i fleksibilnost *hamstringsa* (19), dok duljina fascikula kod *biceps femorisa* kraća od 10,56 cm i smanjena ekscentrična snaga fleksora koljena je predstavljala povećani rizik za nastanak ozljede mišića *hamstringsa* (20). U još jednoj nedavnoj studiji,

autori su došli do zaključka da profesionalni igrači nogometa sa značajno smanjenom izokinetičkom snagom *hamstringsa*, smanjenim omjerom snage *hamstringsa* prema kvadricepsu i prethodna ozljeda *hamstringsa* su povezani s povećanim rizikom za nastanak ozljede (21).

1.7. Klinički pregled

Ovisno o tome da li se ozljeda sportaša dogodila na terenu ili je pacijent došao na pregled specijalistu u ustanovu, većina stručnjaka se slaže da je inicijalni klinički pregled od velike važnosti i prvi korak utvrđivanju i dijagnosticiranju ozljede i njene ozbiljnosti (3). Klinički pregled mišićnih ozljeda se uglavnom sastoji od različitih koraka koji bi trebali pomoći evaluaciji i klasificiranju mišićne ozljede te ga možemo podijeliti na:

1. Opservacija
2. Uzimanje anamneze
3. Inspekcija i palpacija
4. Ispitivanje opsega pokreta
5. Ispitivanje snage mišića
6. Postavljanje diferencijalne dijagnoze

Tablica 2. Testovi za dijagnozu ozljede *hamstringsa*

| Test | Osjetljivost | Specifičnost | +LR |
|---|--------------|--------------|-------|
| Puranen-Orava | 0.76 | 0.82 | 4.2 |
| Istezanje savijanog koljena | 0.84 | 0.87 | 6.5 |
| Modificirani test istezanja sa savijenim koljenom | 0.89 | 0.91 | 9.9 |
| Skidanje cipele | 1.00 | 1.00 | 280 |
| Aktivni opseg pokreta | 0.55 | 1.00 | 154.6 |
| Pasivni opseg pokreta | 0.57 | 1.00 | 160.6 |
| Opseg pokreta uz otpor | 0.61 | 1.00 | 170.6 |

1.7.1. Opservacija

Pregled započinje opservacijom pacijenta pri dolasku, promatra se prilikom hoda gdje će se često pokazati antalgican hod, skraćeni korak noge koja je ozlijeđena, ili, pri posjedanju na stolicu, u slučaju veće ozljede pacijent će se nagnuti i osloniti na ozlijeđenu nogu.

1.7.2. Uzimanje anamneze

Tijekom uzimanja anamneze pacijenta bi trebalo pitati sva pitanja koja se mogu dovesti u korelaciju sa sadašnjim tegobama, kao što su na primjer operacija koljena ozlijeđene noge koje će se lako prisjetiti, ali i ozljede skočnih zglobova ili rupture kvadricepsa, koje bi možda izostavio, jer smatra da nije potrebno navesti ozljede koje nisu bili lomovi. Pacijent će se često izraziti da je osjetio probadajuću bol ili zvuk puknuća te poteškoće u pregibanju prilikom vezanja vezica ili skidanja obuće nogom. Pravilno i detaljno prikupljenom anamnezom te opisom mehanizma nastanka, lakše je donijeti pravilnu dijagnozu.

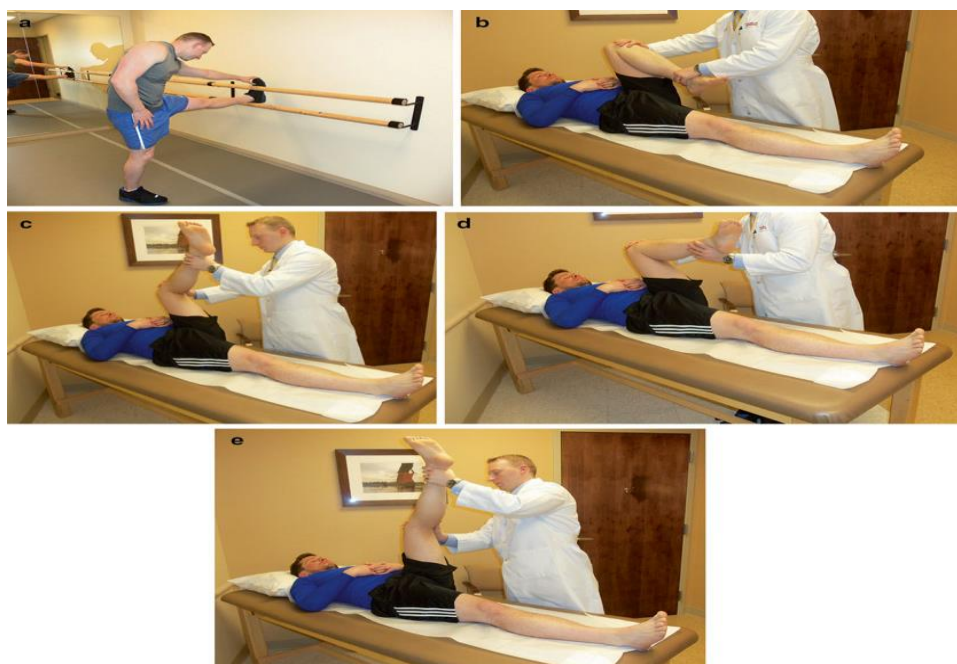
1.7.3. Inspekcija i palpacija

Pacijent bi trebao biti u laganoj odjeći, tako da je dio tijela koji se pregledava dostupan. Smjesti ga se u pronirani položaj da se mogu detektirati ozljede u vidu asimetrije, edema ili modrica te palpabilno osjetiti napetost ili prisutnost deformirane strukture mišića. Palpacija se vrši na bolnom mjestu, traži se lokalizacija boli na trbuhu mišića, miotetivnom spoju ili sjednoj kosti ako je u pitanju veći intenzitet ozljede, poput avulzije ili potpune ruptуре 3.stupnja.

1.7.4. Ispitivanje opsega pokreta

Puranen-Orava test se provodi na način da pacijenta zatražimo da istegne mišiće *hamstringsa* na način da iz stojećeg stava kuk noge koju ispituje savije pod 90 stupnjeva i ispruženim koljenom nasloni petu na stolicu ili ispitivački stol. Test je pozitivan ukoliko pacijent osjeti poznate simptome kao kod nastanka ozljede.

Test istezanja sa savijenim koljenom se izvodi da je pacijent u supiniranom položaju, kuk testirane noge se dovede u položaj maksimalne fleksije te se koljeno polagano ispruža koliko god je moguće.



Slika 4. Klinički testovi

a) Puranen–Orava test. (b , c) Test istezanja savijenog koljena. (d , e) Modificirani test istezanja sa savijenim koljenom

Christopher C. Kaeding, James R. Boarchers Hamstring and quadriceps injuries in athletes_A Clinical Guide(2014, Springer) Biomechanics

Modificirani test istezanja sa savijenim koljenom se izvodi da pacijent leži u supiniranom položaju, ispituvač obuhvati petu te dovede kuk i koljeno u položaj maksimalne fleksije te brzim pokretom ispruži koljeno (Slika 4). Test je pozitivan ukoliko pacijent osjeti bol u stražnjem dijelu natkoljenice.

Kao kod većine specijalnih ortopedskih testova za *hamstringse* ovi testovi stvaraju stres na neurološka tkiva, pa se ispituvač treba uvjeriti da pacijent osjeća istezanje mišića, a ne nelagodu od neuroloških simptoma ishijadičnog živca.

Referentne vrijednosti fleksije kuka s ispruženim koljenom (eng. *straight leg raise*) su između 90 i 135 stupnjeva, gdje će u slučaju ozljede pacijentu biti ograničen opseg pokreta i moći će približno lokalizirati bol ili neće moći izvesti krajnji pokret. Parametri opsega

pokreta variraju ovisno o dobi, spolu i profesionalnoj okupaciji. Referentne vrijednosti kod zdravih osoba su za ekstenziju 0 stupnjeva, a za fleksiju otprilike 135 do 155 stupnjeva.

1.7.5. Ispitivanje snage mišića

Testiranje snage fleksora koljena se vrši na ozlijeđenom i ozlijeđenom ekstremitetu, te bi se trebalo provesti pod kutevima od 0 do 10, 45 i 90 stupnjeva (3). Snaga fleksora koljena testira se da je pacijent u proniranom položaju, zdjelica i suprotna noga su fiksirane, a ispitivačeva ruka obujmi potkoljenu iznad skočnog zgloba te pacijent radi pokret uz otpor kroz cijeli opseg pokreta. U slučaju napetosti mišića ili blage do srednje ozljede *hamstringsa* pacijent vrlo lako može lokalizirati mjesto boli. Ispitivanje se može vršiti manualno ili dinamometrom. U manualnom mišićnom testu, pacijent se nalazi u proniranom položaju i vrši pokret fleksije koljena, a ocjenjivanje snage mišića se gradira od nula do pet, s tim da je ocjena pet uspješno savladavanje maksimalnog otpora ispitivača. U manualnom mišićnom testu puno toga ovisi o ispitivaču (spol, snaga, iskustvo), pa bi i navedeno trebalo uzeti u obzir. Kod testiranja dinamometrom, dobivene vrijednosti su mnogo točnije.

1.7.6. Diferencijalna dijagnoza

Kod ozljeda *hamstringsa*, uvijek bi trebalo napraviti neurološki klinički pregled. Obzirom na blizinu ostalih tkiva, mišićne ozljede mogu biti povezane s neurološkim lezijama gdje se mogu pojaviti parestezije. U akutnoj fazi, najčešće nakon 48 sati, očekuje se smanjenje boli, pa klinički pregled može biti relevantniji za dijagnozu i prognozu (20). Diferencijalna dijagnoza može varirati i obuhvaća lumbalnu radikulopatiju te piriformni sindrom.

1.8. Dijagnostičke metode

Iako se ozljede *hamstringsa* često mogu dijagnosticirati koristeći kliničke kriterije koji uključuju anamnezu i fizički pregled, magnetna rezonanca se sve češće u upotrebi. Magnetna rezonanca daje kliničarima detaljnije informacije glede karakteristika ozljede u

smislu duljine i opsega rupture, koji od od mišića ili više njih je ozlijeđeno. Također, daje uvid u odnos proksimalno naspram distalno te da li je ozljeda trbuha mišića, muskulotendinozna ili intratendinozna ozljeda. Jedno od prvih pitanja sportaša kada se dogodi ozljeda ovog tipa je kada može očekivati povratak igri (eng. *return to play* - RTP). Unatoč brojnim studijama provedenim u ovom području, jasan konsenzus ne postoji (22).

Magnetna rezonanca je pokazala indikacije za primjenu kod prognoza za nestrukturalne ozljede kod profesionalnih sportaša, isključivanja sumnje na strukturalnu ozljedu profesionalnih sportaša kada klinički pregled i ultrazvuk nemaju jasan zajednički stav, pristupa mišićima koji se ne mogu pregledati ultrazvučnom metodom te kod subtotalne ili potpune mišićne lezije sa sumnjom na avulziju.

Dijagnostički ultrazvuk je metoda koja je relativno jeftina, brza za izvođenje i prikazuje sliku u stvarnom vremenu. Nedostaci su mu što nema pristup dubljim tkivima i kod manjih trauma uz prisutnost edema, nije toliko pouzdan.

Magnetna rezonanca je pokazala veću osjetljivost u odnosu na ultrazvuk u prikazu signalnih promjena koje dolaze iz edema unutar mišića, neovisno o strukturalnoj oštećenosti mišićnog ili drugog tkiva (23).

Rentgen je indicirana metoda dijagnostičkog pregleda kada se sumnja na avulzijsku frakturu te kada je možebitno potreban operacijski zahvat. Potrebno je obratiti posebnu pažnju kod adolescenata gdje se sumnja na apofizealnu avulzijsku ozljedu.

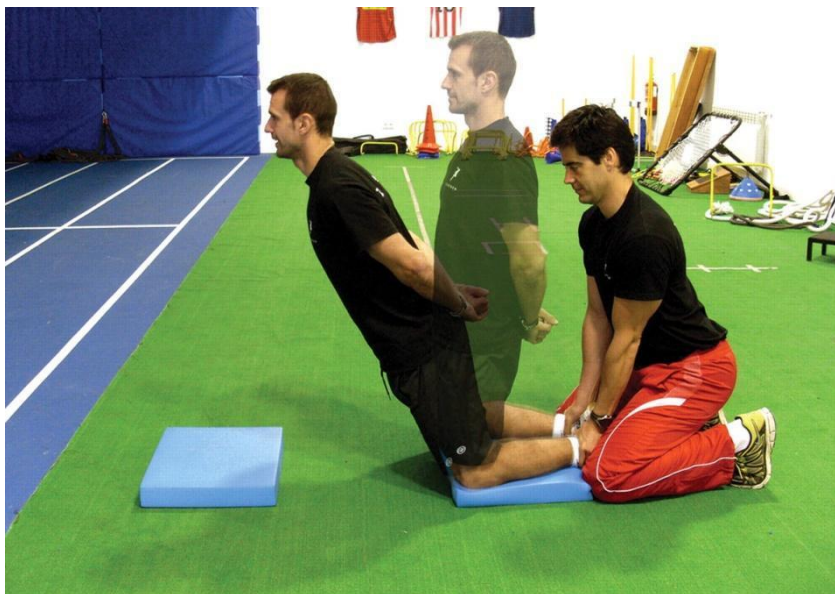
Prema autorima koji su donijeli minhenski konsenzus terminologije i klasifikacije ozljeda, magnetna rezonanca je indicirana za svaku sumnju na strukturalnu ozljedu mišića. Magnetna rezonanca pomaže razlučiti da li je prisutan edem i u kojem obrascu te postoje li strukturalne lezije koje se veličine. Pažljiva kombinacija dijagnostičkih modaliteta koji uključuju anamnezu, inspekciju, klinički pregled i slikovne prikaze nas može dovesti do točne dijagnoze koja bi se trebala temeljiti na kliničkim nalazima i anamnezi, a ne samo slikovnom prikazu (25, 26).

1.9. Prevencija ozljeda hamstringsa

Za kvalitetan pristup prevenciji i rehabilitaciji ozljeda mišića *hamstringsa* potrebno je na kvalitetan način razumjeti i interpretirati podatke. Kroz pregled svih radova, primjetno je da su gotovo svi pokazali da je glavni čimbenik rizika prethodna ozljeda *hamstringsa*.

Anatomska specifičnost položaja *hamstringsa*, biartikularna građa, incidencija, čimbenici rizika i sami mehanizmi nastanka su faktori koje bi trebalo uzeti u obzir kada se planira preventivni program kako bi se smanjio najopasniji faktor rizika, odnosno ponovna ozljeda.

Preventivni program FIFA 11+ je program koji se radi na zagrijavanju prije treninga ili utakmice, traje otprilike dvadeset minuta te je veliki fokus stavljen na pravilnost izvođenja svake vježbe. Program se sastoji od tri dijela: vježbi trčanja, snaga, pliometrija i vježbe balansa te završava sa vježbama trčanja. U prvom dijelu je šest vježbi koje traju osam minuta kroz razgibavanje te završava trkom naprijed-natrag. Drugi dio je podijeljen na tri razine, te se svakom sljedećom razinom povećava težina izvođenja vježbe i traje 10 minuta. Zadnji dio, ovisno o težini razine, može sadržavati trčanje brzim intenzitetom preko cijelog terena, produžene skokove ili unakrsni trk. U zaključku autora preventivni program FIFA 11+ značajno smanjuje broj ozljeda za 46,1% ,a vrijeme do povratka igri je smanjeno za 28,6% (27, 28).



Slika 5. Nordijski pregib

[https://s8.postimg.cc/evqpqk82d/Nordic- Curl.jpg](https://s8.postimg.cc/evqpqk82d/Nordic-Curl.jpg)

<https://www.fitness.com.hr/blog/ZorroRi/Ubojica-straznje-loze---nordijski-pregib-.aspx>

1.9.1. Nordijski pregib

Vježba se izvodi da se vježbač spusti na koljena, stopala su stabilizirana za švedske ljestve ili ih rukama pridržava fizioterapeut. Stopalo može biti ispruženo u plantarnu fleksiju, no položaj oslonca na prste u dorzalnoj fleksiji stopala je bolji izbor, jer omogućuje dodatnu aktivaciju listova. Zadržavajući neutralan položaj glave i zdjelice, spušta se prsima prema tlu uz dočekivanje na ruke. Cilj je napraviti spori i kontrolirani pokret spuštanja čime je ekscentrično snaženje *hamstringsa* još izraženije (Slika 5).



Slika 6. Jednonožno mrtvo dizanje

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSupDgsYDstR6E9S7Cigaw7KdmFpJzU9LzadA&s>

1.9.2. Jednonožno mrtvo dizanje

Jednonožno mrtvo dizanje je pokret koji se izvodi prvenstveno u zglobu kuka, uz koji je uključena velika razina ravnoteže i stabilnosti. Tijelo se spušta u pretklon fleksijom u zglobu kuka, jedna noga se podiže u zrak unatrag, dok je druga noga blago savijena u koljenu i ostaje na tlu kao jedini oslonac (Slika 6). U vježbi sudjeluju *hamstrings*, *gluteus*, mišići trupa i stabilizatori gležnja čineći ovu vježbu iznimnom korisnom u preventivnom vježbanju za stražnji kinetički lanac, a samim time i *hamstringse*.

Ozljeda *hamstringsa* može uzrokovati strukturalne promjene u vidu skraćivanja fascikula mišića. Kod provođenja ekscentričnog treninga snage, incidencija ozljeda *hamstringsa* je smanjena za 56,8% - 70%, povećala se ukupna snaga *hamstringsa*, duljina fascikula se produljila te se poboljšao odnos snage *hamstringsa* prema kvadricepsu što smanjuje rizik nastanka ozljede i ponovne ozljede (29).

Iako su programi ekscentričnog treninga visokog volumena kod nordijskog pregiba pokazala poboljšanja u ekscentričnoj snazi i produljenju fascikula, nedavno provedene studije su pokazale sličan napredak pri programu nižeg volumena koji se provodio jednom tjedno i sastojao se od 2 serije po 4 ponavljanja (30).

Kada se gleda cjelovito snaženje mišića *hamstringsa*, trebalo bi uzeti u obzir da se ekscentrično snaženje provodi u skraćenom i izduženom položaju *hamstringsa* te da bi se aktivirali u cijelosti trebalo bi kombinirati vježbe ekstenzije kuka i fleksije koljena.

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada će biti prepoznati čimbenike rizika, kvalitetno ih interpretirati te prikazati preventivne i rehabilitacijske protokole kako bi konačan ishod rehabilitacije bio uspješan i dugo nakon povratka na teren. Preventivni protokoli poput FIFA 11+ i ekscentrične vježbe poput nordijskog pregiba pokazale su dobre rezultate za izostanak ozljeda te su rezultati vidljivi ukoliko se pravilno i redovito izvode. U ovom radu prikazat će se razlike u Asklingovim rehabilitacijskim protokolima te kako je ekscentrični tip vježbi učinkovitiji u odnosu na istežajući tip vježbanja. Kroz fizioterapijske procedure poput RICE i POLICE protokola prikazat će se njihova korist u akutnom suzbijanju boli te ubrzanju procesa oporavka.

3. RASPRAVA

Čimbenici rizika koji se povezuju s nastankom ozljede kao što su opseg ozljede ili prijašnja ozljeda na istom mjestu mogu produljiti vrijeme oporavka te utjecati na uspješnost liječenja i povratka natjecanju. Glavni cilj cijelog multidisciplinarnog tima je smanjiti rizik od ponovne ozljede te omogućiti što brži povratak igri. Pregled literature pokazuje da se utjecajem na preventivne i trenažne procese mogu smanjiti promjenjivi čimbenici rizika, kao što su nedovoljna ekscentrična snaga i neravnoteža snage mišića prednje i stražnje natkoljenice. Educiranje sportaša o učinkovitosti programa za prevenciju i motivacija da se pridržava istog imaju veliku ulogu u prevenciji i smanjenju rizika od nastanka ozljede ili ponovne ozljede.

3.1. Rehabilitacijski protokoli nakon ozljeda hamstringsa

Pregledom literature moguće je pronaći mnogo različitih pristupa rehabilitacijskim protokolima ovisno o mehanizmu, lokalizaciji i klasifikaciji nastanka mišićne ozljede. Ovisno o samoj ozljedi i potrebi za konzervativnim ili operativnim pristup, gotovo svi autori se slažu da rehabilitacija počinje onog trenutka kada se ozljeda dogodi.

3.1.1. Konzervativni pristup

Primarni cilj rehabilitacijskih programa bi trebao biti povratak funkcije u najvećoj mogućoj mjeri, a pritom u najkraćem vremenskom periodu. Liječenje se uobičajeno klasificira prema protoku vremena otkad se ozljeda dogodila .

3.1.1.1. Akutna faza - od prvog do sedmog dana

Modaliteti liječenja koji se najučestalije koriste kod mišićnih ozljeda uključuju protokol RICE (eng. *rest, ice, compression and elevation*), odnosno odmor, krioterapija, kompresija i podignuti položaj. Cilj ovog pristupa je kontrola hemoragije te smanjenje upale i boli. Uzimanje NSAID(eng. *nonsteroid anti-inflammatory drugs*) je generalno prihvaćen modalitet u akutnoj fazi liječenja, s tim da se preporuke razlikuju oko perioda kada ga je

potrebno uzimati. Prema dostupnoj literaturi, preporuka je uzimati ih od prvog dana ozljede u trajanju od 3 do 7 dana, međutim, u teoriji bi ih bilo dobro početi uzimati 2 do 4 dana nakon ozljede zbog interferiranja s kemotaksijom stanica koje je potrebno za popravak i remodeliranje ozlijeđenog mišića. Aktivna fleksija koljena i vježbe istezanja se mogu provoditi uz lokalnu primjenu leda zbog analgetskog učinka na mjesto ozljede. Od iznimne važnosti je da provođenje vježbi bude bez boli kako bi se spriječila možebitna ozljeda u fazi rehabilitacije.

3.1.1.2. Subakutna faza - od trećeg dana do trećeg tjedna

Ova faza započinje kada znakovi upale kao što su oticanje, toplina i bol počnu nestajati. Jako je bitno održati aktivnost mišića kako bi se spriječila atrofija i potaklo cijeljenje. Kada osoba postigne puni opseg pokreta bez boli, može se prijeći na ekscentrično snaženje. Potrebno je provoditi vježbe koje ciljaju različite kutove pod koji se *hamstringsi* snaže te poticati izometričko snaženje malo ispod maksimalnog opterećenja. Kroz ovu fazu mogu se implementirati različite vježbe koje za cilj imaju održavanje kardiovaskularnog nivoa spremnosti, kao što su vožnja stacionarnog bicikla i plivanje.

3.1.1.3. Faza remodeliranja – od prvog do šestog tjedna

Jedna od karakteristika koja se pojavi nakon ozljede *hamstringsa* je posljedični gubitak fleksibilnosti, a razlog tome može biti bol, upala ili formiranje ožiljkastog tkiva. Da bi se to izbjeglo, važno je početi u ovoj fazi raditi vježbe istezanja kao i ekscentrično snaženje. Savjetuje se početi sa snaženjem koncentričnog tipa prije nego se počne s ekscentričnim vježbama. Kao razlog tome, navodi se da ekscentrična kontrakcija stvara mnogo veću silu od koncentrične kontrakcije.

3.1.1.4. Faza povratka funkcionalnosti - od drugog tjedna do šest mjeseci

Glavni cilj u ovoj fazi je povratak sportu bez da se dogodi ponovna ozljeda. To se može postići na način da se poveća snaga i fleksibilnost *hamstringsa*. Progresivno se podiže nivo brzine trčanja bez prisutnosti bolnosti, od sporog trka prema sprintu. Kada se može bez

boli sudjelovati u vještinama i kretnjama specifičnima za taj sport, to je najbolji pokazatelj spremnosti za povratak igri, a sve prije toga može dovesti do ozbiljnije ozljede.

3.1.1.5. Faza povratka natjecanju - od tri tjedna do šest mjeseci

Kada se sportaš vrati natjecanju, najvažnije je izbjeći ponovnu ozljedu, stoga je glavni fokus u ovoj fazi na snaženju i istezanju prije same aktivnosti (30).

3.1.2. Askling protokol

U istraživanju koje su proveli Askling i suradnici (31) u kojem je sudjelovalo 56 elitnih sprintera i skakača koji su imali ozljedu *hamstringsa* potvrđenu nalazom magnetne rezonance. Podijeljena su dva različita rehabilitacijska protokola na dvije skupine od 28 ispitanika. Protokol L (slike 7, 8 i 9) se sastojao od vježbi za *hamstrings* koje su zahtijevale izduživanje, dok se C protokol (slika 10) sastojao od konvencionalnih vježbi. Mjerilo ishoda je bio broj dana potreban za povratak treningu te su se pratile stope ponovnog ozljeđivanja u periodu od 12 mjeseci nakon povratka natjecanjima.



Slika 7. Ispružanje koljena za fleksibilnost

<https://www.origin-series.com/uploads/assets/hamstring%202.png?u=1SQcOg>



Slika 8. Skakač za snaženje hamstringsa i stabilizaciju trupa

<https://www.origin-series.com/uploads/assets/hamstring%203.png?u=1SR55F>



Slika 9. Klizač za specifičnu ekscentričnu snagu

<https://www.origin-series.com/uploads/assets/hamstring%20.png?u=1SQwTU>

Askling C- protokol se sastojao od konvencionalnih vježbi prikazanih ispod



Slika 10. Askling C protokol

https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-030-31638-9_10/MediaObjects/450593_1_En_10_Fig3_HTML.png

Rezultati istraživanja su pokazali da je grupi koja je koristila L protokol koji se sastojao od ekscentričnih vježbi izduživanja *hamstringsa* bilo potrebno puno manje vremena za povratak punom treningu. Nisu provedena istraživanja kakve bi rezultate dobili kada bi usporedili Askling rehabilitacijski protokol s nekim drugim protokolom za rehabilitaciju *hamstringsa*.

Askling H test se provodio na kraju rehabilitacijskog programa nakon što se kliničkim ispitivanjem utvrdilo da više nema znakova ozljede. Ispitanik se nalazi u supiniranom položaju, fiksiranog trupa i noge koja ne izvodi pokret, dok je koljeno testirane noge bilo fiksirano ortozom kojom bi se koljeno dovelo u maksimalno ispruženi položaj. Test se prvo provodi na ozlijeđenoj nozi bez prethodnog zagrijavanja u kojem zatražimo ispitanika da brzim pokretom izvede podizanje noge s ekstenziranom koljenom do najviše točke bez da se riskira ponovna ozljeda. Potom se testirala ozlijeđena noga te se VAS (vizualno analognom ljestvicom) od 0 do 10 pratilo da li je ispitanik osjećao nesigurnost prilikom izvođenja. Ukoliko je bila prisutna nesigurnost pri izvođenju, povratak punom treningu nije bio dopušten te bi se produžio rehabilitacijski period tri do pet dana do ponovnog testiranja kada se više ne bi osjećala nesigurnost pri izvođenju.

Prema svim navedenim i prikazanim postupcima, prevencija ozljede ili rehabilitacijski procesi ozljede *hamstringsa* trebali bi za cilj imati vježbe snaženja koje uključuju ekscentrične kontrakcije pri izduženom položaju mišića.

3.2. Operativni pristup

Mehanizam ozljede potpune rupture proksimalnog *hamstringsa* se dogodi pri snažnoj ekscentričnoj kontrakciji *hamstringsa*, gdje se kuk nalazi u pretjeranoj fleksiji a koljeno iste noge u ekstenziji. U literaturi takvu vrstu ozljede možemo pronaći kod skijaša na vodi. U istraživanju u kojem je sudjelovalo 25 pacijenata s potpunom rupturom proksimalnog *hamstringsa*, 11 njih je liječeno konzervativno dok je 14 liječeno operativno. Izokinetičkim testiranjem ozlijeđene noge pri 45 i 90 stupnjeva, pokazalo se da su pacijenti liječeni konzervativno, imali izraženu mišićnu slabost u odnosu na ne ozlijeđenu nogu. Rezultati izokinetičkog testiranja pod kutem od 45 stupnjeva su iznosila $57.54\% \pm 7.8\%$, a pod 90 stupnjeva $67.73\% \pm 18.8\%$. Pacijenti koji su liječeni operativno su imali rezultate $90.87\% \pm$

16.3% pokazane snage u odnosu na ne ozlijeđenu nogu te su se svi vratili aktivnostima kojima su se bavili i prije nastanka ozljede (33).

3.2.1. Rehabilitacijski protokol kod proksimalnih avulzija *hamstringsa*

Akutne ozljede *hamstringsa* su jedna od najčešćih ozljeda u sportaša i veliki broj njih se uspješno rehabilitira konzervativnim pristupom kroz fizikalnu terapiju. Proksimalne avulzije *hamstringsa* često se liječe operativno, a ako se ne dijagnosticiraju točno i pravovremeno, mogu izazvati dugoročno funkcionalno onesposobljenje ili odgoditi povratak sportaša u igru. Pokazalo se da tetiva *hamstringsa* nakon operativnog zahvata može biti gotovo funkcionalna kao i ne ozlijeđena tetiva (88% do 91% na Cybex testu).

U prvom postoperativnom tjednu naglasak se stavlja na skraćeni i relaksirani položaj mišića *hamstringsa* kako bi se izbjeglo pretjerano istegnuće ili napetost na operiranom mjestu. Izbjegava se direktan pritisak na *tuberositas ischii* pri sjedenju, osim na povišenoj zahodskoj školjci. Preporučuje se hod s podpazušnim štakama s težinom oslonca samo na prednji dio stopala. Provode se vježbe cirkulacije, izometričko snaženje gluteusa i kvadricepsa te potpomognuti pokret u kojem peta klizi po podlozi, pritom ne prelazeći 30-45 stupnjeva fleksije koljena.

Kroz drugi i treći tjedan ukoliko pacijent može postići 30 stupnjeva fleksije u kuku izvodeći *straight leg raise*, dopušten je oslonac na nogu prema toleranciji boli. Preporuča se hod skraćenim koracima, pritom i dalje koristeći potpazušne štake. Također, preporuča se uvesti vježbe stabilnosti na jednoj nozi te, kada pacijent napreduje, postepeno i lagano savijanje koljena, zadržavajući balans na jednoj nozi. U proniranom položaju pasivno se provode vježbe opsega pokreta kroz fleksiju i ekstenziju te izometričke kontrakcije *hamstringsa*.

Između 4. i 6. postoperativnog tjedna pacijent može početi voziti stacionarni bicikl kako bi poboljšao opseg pokreta i fleksibilnost te izvoditi specifične vježbe za donje ekstremitete. Vježbe se izvode pod nadzorom kako bi se postigla tehnička ispravnost i intenzitet koji bi u ovoj fazi trebao biti smanjen. Ukoliko bol pri izvođenju vježbi nije prisutna, prelazi se na izometrični pregib koljena u sjedećem položaju te sunožni most.

Od sedmog postoperativnog tjedna pa nadalje, provode se sve specifičnije vježbe, ukoliko ih pacijent može izvesti tehnički ispravno bez pojave boli. Neke od njih uključuju skraćeni čučanj, nožni potisak, vježbe za aduktore u stojećem stavu te naprednije vježbe za propriocepciju i ravnotežu. Nakon što je pacijent usvojio tehnički ispravnu izvedbu bez pojave boli, može se započeti s ekscentričnim snaženjem. Trebalo bi kontrolirati da se vježba naizmjenično te da započinje progresivno od srednjih položaja postepeno napredujući prema ekscentričnom snaženju kroz cijeli opseg pokreta. Neke od vježbi koje se provode u ovoj fazi su jednonožni pregib, jednonožni most i asistirani nordijski pregib. Preporučuje se izvođenje 2-4 vježbe kako bi se mogli više usredotočiti na pravilnost izvoženja nego na kvantitetu.

Između 12. i 16. tjedna izvodi se brzo hodanje naprijed i natraške te se može započeti s trčanjem laganim intenzitetom, pri čemu visoko podizanje koljena se provodi postepeno, podižući intenzitet i trajanje. Vježbe koje se provode su jednonožni most, jednonožno mrtvo dizanje i pliometrijske vježbe. Intenzitet vježbi, kao i brzina izvođenja se povećava te se provodi snaženje u izduženim položajima mišića (34).

3.2.2. Fizioterapijski pristupi u rehabilitaciji mišićnih ozljeda

Pristup rehabilitaciji *hamstringsa* multidisciplinarnan je proces u kojem može sudjelovati ortoped, fizijatar, fizioterapeut, kineziolog i kinezioterapeut. Svaki od navedenih ima važnu ulogu kojom doprinosi da rehabilitacija prođe uspješno, da se pacijent ukoliko je sportaš vrati natjecateljskoj igri što je prije moguće, a da je pritom rizik od nastanka ponovljene ozljede maksimalno smanjen. Najčešće korišteni pristup fizioterapeuta u akutnoj fazi nakon ozljede su primjena RICE protokola, a uz njega, često je spominjan i protokol POLICE (*eng. Protection Optimal Load Compression Ice*).

U početnoj fazi potrebno je zaštititi ozlijeđeni mišić i daljnje oštećenje tkiva, kako bi se spriječilo povećanje hematoma i otoka. Poštuda ima za ulogu spriječiti daljnje širenje ozljede, no to ne bi trebalo značiti potpunu imobilizaciju, već održavanje napetosti mišića kako bi se potaklo cijeljenje.

Rana kontrolirana mobilizacija do pojave boli može utjecati na bolji ishod rehabilitacije te je bitna za ranije povratak mehaničkih karakteristika mišića i smanjenje nekroze mišićnog tkiva. Fizioterapeut može primijeniti progresivno manualno opterećenje različitim tehnikama kao što su masaža, manualna terapija i drenaža te elektroterapija.

Tijekom akutne faze, odnosno u prvih 48-72 sata, krioterapija se provodi dva do četiri puta dnevno i ima vazokonstriktivne i analgetske fiziološke učinke na upalu, anaboličko-katabolički balans i cirkulaciju, od kojih su mnogi korisni u procesu cijeljenja. Kada se aplicira led iz šalice, proces traje od 3 do 5 minuta, a ukoliko se stavlja ledeni oblog obložen zaštitnom tkaninom, vrijeme trajanja je između 15 i 20 minuta s pauzama od barem 2 sata.

Kompresija može ograničiti difuziju edema koji nastaje istjecanjem krvnih žila na mjestu ozljede te na taj način kontrolira količinu tekućine koja odlazi u okolna tkiva. Kao rezultat toga, događa se smanjeno stvaranje nefunkcionalnog ožiljkastog tkiva. Funkcionalni kompresivni steznici mogu pomoći smanjenju lokalnog pritiska i boli, te na taj način pospješiti ishode rehabilitacije.

Kroz elevaciju, postiže se smanjenje lokalnog pritiska i krvarenja ukoliko postoji, te se potiče drenaža upalnog eksudata kroz limfni sustav što dovodi do smanjenja edema. LLLT (eng. *Low Level Laser Therapy*), pulsni ultrazvuk i elektroanalgetske procedure također pronalaze svoje mjesto u primjeni kod akutne faze mišićnih ozljeda (33).

ESWT (eng. *Extracorporeal Shock Wave Therapy*) se zasniva na pulsevima mehaničke energije visoke amplitude te ima primjenu kod skeletnih mišićnih ozljeda. Pregledom literature pronađena je jedna studija koja je pokazala da je terapija udarnim valom kod proksimalnih tendinopatija hamstringsa sigurna i učinkovita (34).

Hiperbarična terapija kisikom se uobičajeno koristi kod cijeljenja kroničnih rana i trovanja ugljičnim monoksidom preporuča se i kod ruptura skeletnih mišića. U jednom istraživanju se pokazalo da ubrzava oporavak kod manjih mišićno skeletnih ozljeda kao što je DOMS, dok se u ostala dva istraživanja pokazalo da ima mali ili nedovoljni učinak na oporavak (35).

3.3. Regenerativni i biološki pristup liječenju mišićnih ozljeda

Unatoč tome što skeletni mišići imaju značajan potencijal regeneracije kroz stvaranje vlastitih matičnih stanica, oni cijele kroz proces reparacije, a ne regeneracije. Kao rezultat toga, formira se ožiljkasto tkivo u kojem će vlakna rupturiranog skeletnog mišića ostati trajno odvojena od ožiljkastog tkiva na mjestu ozljede.

NSAID su lijekovi koji imaju analgetski, antipiretski i protuupalni učinak te ih često uzimaju sportaši nakon ozljede kako bi smanjili bol. Kod kratkoročnog korištenja tih lijekova, dolazi do smanjenja odgovora upalnih stanica bez negativnog učinka na sam proces

cijeljenja i sposobnost kontrakcije ozlijeđenog mišića. Važno je napomenuti da ne utječu na odgađanje miofibrilne reakcije. Preporuča se njihovo uzimanje u akutnoj fazi i kod DOMS (*eng. Delayed Onset Muscle Soreness*) – odgođenog umora koji dovodi do preopterećenja (36).

Kortikosteroidi su vrsta steroidnih hormona koji sudjeluju u mnogim fiziološkim procesima kao što je suzbijanje upale. Znaju biti korišteni, lokalno ili oralno prilikom tretiranja akutnih ozljeda, a s ciljem smanjenja imunološkog odgovora u ranoj fazi cijeljenja (37).

PRP (*eng. Platelet Rich Plasma*) je pripravak obogaćen trombocitima koji u sebi sadrže veliki broj faktora rasta. Neke studije su pokazale da bi PRP mogla potaknuti oporavak u različitim sportskim ozljedama kao i rupturama skeletnih mišića (38).

4. ZAKLJUČAK

Ozljede stražnje skupine mišića natkoljenice češće su posljedica preopterećenja i kretnji pri maksimalnom tjelesnom naporu. Autori se slažu da postoje različiti čimbenici koji utječu na nastanak ozljeda te da mogu biti vezani za anatomske specifičnosti, kao što su naglašena inklinacija zdjelice i hiperekstenzija kralježnice ili duljina fascikula, ali i za sve veće zahtjeve koje stavljamo ispred mladih sportaša. Ekscentrično snaženje smanjuje rizik za nastanak ozljeda, povećava duljinu fascikula, poboljšava omjer snage *hamstringsa* i *kvadricepsa*. Postoji niz protokola koji imaju zajednički cilj, a to je vratiti osobu u aktivnosti svakodnevnog života te u sportske aktivnosti s konačnim ciljem povratka natjecanju. U rehabilitacijskim protokolima postoji nekoliko različitih klasifikacija koje procjenjuju vrijeme potrebno za povratak igri ili natjecanju. Među njima se ističe MLG-R protokol koji se koristi u nogometnom klubu FC Barcelona. Dijagnostika ozljeda *hamstringsa* se postavlja na osnovu kliničkog pregleda unutar kojeg spadaju slikovni prikazi kao što su rendgen, magnetska rezonanca i ultrazvuk. PRP i matične stanice predstavljaju relativno novi pristup u liječenju *hamstringsa*. Prvi radovi pokazali su dobre rezultate dok su za pravu procjenu potrebne daljnje studije, evaluacije i praćenja.

5. LITERATURA

1. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):81-5.
2. Christopher C. Kaeding, James R. Borchers Editors. *Hamstring and Quadriceps Injuries in Athletes: A Clinical Guide.* Springer. 2014:1-4.
3. Danielsson A, Horvath A, Senorski C, Alentorn-Geli E, Garrett WE, Cugat R, The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Sep 29;21(1):641. doi: 10.1186/s12891-020-03658-8. PMID: 32993700; PMCID: PMC7526261.
4. Christopher C. Kaeding, James R. Borchers *Hamstring and quadriceps injuries in athletes_A Clinical Guide*(2014, Springer) *Biomechanics*
5. Macdonald B, McAleer S, Kelly S, Chakraverty R, Johnston M, Pollock N. Hamstring rehabilitation in elite track and field athletes: Applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *British Journal of Sports Medicine.* 2019:53.
6. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med.* 2016 Jun;50(12):731-7.
7. Ekstrand J, Ueblacker P, Van Zoest W, Verheijen R, Vanhecke B, van Wijk M, Bengtsson H. Risk factors for hamstring muscle injury in male elite football: medical expert experience and conclusions from 15 European Champions League clubs. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2023 Jan 24;9(1):e001461.
8. Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, et al. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *British Journal of Sports Medicine* 2012;46:112-7.
9. Ekstrand, Jan & Hägglund, Martin & Waldén, Markus. *Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer).* *The American journal of sports medicine.* 39. 2011:1226-32.

10. Askling CM, Tengvar M, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine* 2013;47:953-9.
11. Schache A, Dorn T, Blanch P, Brown N, Pandy M. Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Medicine & science in sports & exercise*. 44(4);2012:647-658.
12. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med*. 2013 Apr;47(6):342-50.
13. Pollock N, James S, Lee J, Chakraverty R. (2014). British athletics muscle injury classification: A new grading system. *Br J Sports Med*. 2014 Sep;48(18):1347-51.
14. Maffulli N, Del Buono A, Oliva F, Giai Via A, Frizziero A, Barazzuol M, et al. Muscle Injuries: A Brief Guide to Classification and Management. *Transl Med UniSa*. 2014 Sep 1;12:14-8.
15. Valle X, Mecho S, Pruna R, Pedret C, Isern J, Monllau JC, Rodas G. The MLG-R muscle injury classification for hamstrings. Examples and guidelines for its use. *Apunts Sports Medicine*. 2019;54(202):73-9.
16. Valle X., Mechó S, Alentorn-Geli E, et al. Return to Play Prediction Accuracy of the MLG-R Classification System for Hamstring Injuries in Football Players: A Machine Learning Approach. *Sports Med*. 2022;52:2271–82.3
17. Hui L, William EG, Claude TM, Bing Y. Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *Journal of Sport and Health Science*. 2012;1(2):92-101.
18. Calderón-Díaz M, Silvestre Aguirre R, Váscquez JP, Yáñez R, Roby M, Querales M, Salas R. Explainable Machine Learning Techniques to Predict Muscle Injuries in Professional Soccer Players through Biomechanical Analysis. *Sensors (Basel)*. 2023 Dec 25;24(1):119.
19. van Beijsterveldt AM, van de Port IG, Vereijken AJ, Backx FJ. Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: a systematic review of prospective studies. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 Jun;23(3):253-62.

20. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2016 Dec;50(24):1524-35.
21. Lee JWY, Mok KM, Chan HCK, Yung PSH, Chan KM. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *J Sci Med Sport.* 2018 Aug;21(8):789-93.
22. Ernlund L, Vieira LA. Hamstring injuries: update article. *Rev Bras Ortop.* 2017 Aug 1;52(4):373-382. doi: 10.1016/j.rboe.2017.05.005.
23. Greenky M, Cohen SB. Magnetic resonance imaging for assessing hamstring injuries: clinical benefits and pitfalls - a review of the current literature. *Open Access J Sports Med.* 2017 Jul 17;8:167-70.
24. Maffulli N, Del Buono A, Oliva F, Giai Via A, Frizziero A, Barazzuol M, et al. Muscle Injuries: A Brief Guide to Classification and Management. *Transl Med UniSa.* 2014 Sep 1;12:14-8.
25. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* 2013 Apr;47(6):342-50. doi: 10.1136/bjsports-2012-091448.
26. Valle X., Mechó S, Alentorn-Geli E, et al. Return to Play Prediction Accuracy of the MLG-R Classification System for Hamstring Injuries in Football Players: A Machine Learning Approach. *Sports Med.* 2022;52:2271–82.3
27. Vlachas T, Paraskevopoulos E. The Effect of the FIFA 11+ on Injury Prevention and Performance in Football: A Systematic Review with Meta-Analysis. *BioMed* 2022, 2, 328-40.
28. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al.. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *The American Journal of Sports Medicine.* 2015;43:2628-37.

29. Rudisill SS, Varady NH, Kucharik MP, Eberlin CT, Martin SD. Evidence-Based Hamstring Injury Prevention and Risk Factor Management: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med.* 2023;51(7):1927-1942.
30. Macdonald B, McAleer S, Kelly S, Chakraverty R, Johnston M, Pollock N. Hamstring rehabilitation in elite track and field athletes: Applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *Br. J. Sports Med.*:53;bjsports-2017.
31. Askling CM, Tengvar M, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med.* 2013 Oct;47(15):953-9.
32. Pombo M, Bradley JP. Proximal hamstring avulsion injuries: a technique note on surgical repairs. *Sports Health.* 2009 May;1(3):261-4.
33. Shambaugh BC, Olsen JR, Lacerte E, Kellum E, Miller SL. A Comparison of Nonoperative and Operative Treatment of Complete Proximal Hamstring Ruptures. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2017;5(11). doi:10.1177/2325967117738551
34. Maffulli N, Del Buono A, Oliva F, Giai Via A, Frizziero A, Barazzuol M et al. Muscle Injuries: A Brief Guide to Classification and Management. *Transl Med UniSa.* 2014 Sep 1;12:14-8.
35. Cacchio A, Rompe JD, Furia JP, Susi P, Santilli V, De Paulis F. Shockwave therapy for the treatment of chronic proximal hamstring tendinopathy in professional athletes. *Am J Sports Med.* 2011 Jan;39(1):146-53.
36. Webster AL, Syrotuik DG, Bell GJ, Jones RL, Hanstock CC. Effects of hyperbaric oxygen on recovery from exercise-induced muscle damage in humans. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2002;12(3):139-50.
37. Morelli KM, Brown LB, Warren GL. Effect of NSAIDs on Recovery From Acute Skeletal Muscle Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2018 Jan;46(1):224-33.
38. Beiner JM, Jokl P, Cholewicki J, Panjabi MM. The effect of anabolic steroids and corticosteroids on healing of muscle contusion injury. *Am J Sports Med.* 1999 Jan-Feb;27(1):2-9.

39. Grassi A, Napoli F, Romandini I, et al. Is Platelet-Rich Plasma (PRP) Effective in the Treatment of Acute Muscle Injuries? A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports medicine (Auckland, NZ) 2018 doi: 10.1007/s40279-018-0860-1 [published Online First: 2018/01/25]

6. ŽIVOTOPIS

Rođen 18.05.1987. god. u Splitu. Od 6. godine bavio sam se nogometom u HNK Hajduk, gdje sam proveo cijeli omladinski staž i bio član reprezentacije Hrvatske za koje sam nastupao u selekcijama U-15 , U-16 i U-17., nakon čega sam ostvario profesionalnu nogometnu karijeru.

Po završetku nogometne karijere, 2019..godine upisao Sveučilišni preddiplomski studij fizioterapije pri Sveučilištu u Splitu.

Sretno oženjen, otac dvoje djece.