

Rehabilitacija rupture proksimalne tetive mišića stražnje lože u nogometu

Mikuš, Mislav

Graduate thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:523284>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Stručni diplomski studij kineziologije – smjer kineziterapija

REHABILITACIJA RUPTURE
PROKSIMALNE TETIVE MIŠIĆA
STRAŽNJE LOŽE U NOGOMETU

DIPLOMSKI RAD

Student:

Mislav Mikuš

Mentor:

Prof.dr.sc. Jelena Paušić

Split, 2024

Zahvaljujem se svojoj obitelji, čija mi bezuvjetna ljubav, razumijevanje i podrška uvijek pomažu kako na akademskom putu, tako i u svim aspektima života. Hvala vam za neprekidan vjetar u leđa, bez vas ništa od ovoga ne bi bilo moguće. Zahvaljujem se svojoj supruzi Vlatki bez čije bi podrške, ljubavi i beskonačnog strpljenja moj akademski put bio mnogo teži.

Također bih se želio zahvaliti svojoj sestri Petri koja mi je uvijek bila motivacija i inspiracija te dokaz da se uvijek može više i bolje. Njena prisutnost i karijera imaju značajnu ulogu u mom privatnom, poslovnom i akademskom razvoju.

Na kraju, veliko hvala mojoj mentorici, prof.dr.sc. Jeleni Paušić na odvojenom vremenu, profesionalizmu, stručnosti i pomoći prilikom izrade ovog rada.

Hvala Vam svima.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE STRAŽNJE MIŠIĆNE LOŽE NATKOLJENICE	2
2.1. Biceps femoris.....	4
2.2. Semitendinosus.....	5
2.3. Semimembranosus	6
2.4. Embriologija.....	7
2.5. Funkcija, uloga u lokomociji i biomehanika stražnje lože.....	7
2.5.1. Faza zamaha u ciklusu trčanja	8
2.5.2. Faza oslonca u ciklusu trčanja	9
2.6. Fiziologija cijeljenja tkiva nakon ozljede.....	10
3. FAKTORI RIZIKA I MEHANIZAM NASTANKA OZLJEDE	12
3.1. Intrinzični faktori rizika	14
3.1.1. Ne promjenjivi	14
3.1.2. Promjenjivi.....	14
3.2. Ekstrinzični faktori rizika	14
3.3. Specifičnost faktora rizika u nogometu.....	15
4. INCIDENCIJA OZLJEDA MIŠIĆA STRAŽNJE LOŽE U NOGOMETU	18
5. DIJAGNOSTIKA I KLASIFIKACIJA.....	21
5.1. Povijest i anamneza.....	21
5.2. Klinički pregled.....	22
5.2.1. Inspekcija	22
5.2.2. Opseg pokreta	22
5.2.3. Testovi otpora.....	22
5.2.4. Neurodinamika.....	23
5.2.5. Palpacija.....	23

5.2.6.	Specijalni testovi.....	23
5.2.7.	Procjena rizika re-ozljede	24
5.3.	X-ray.....	25
5.4.	Dijagnostički ultrazvuk	25
5.5.	Magnetska rezonanca	26
6.	KLASIFIKACIJA OZLJEDA.....	28
6.1.	Minhenska klasifikacija.....	28
6.2.	Britanska klasifikacija (British Athletics Muscle Injury Classification – BAMIC)..	30
7.	PASIVNI MODALITETI U TRETMANU STRAŽNJE MIŠIĆNE LOŽE NATKOLJENICE	32
7.1.	Laser.....	33
7.2.	TECAR.....	33
7.3.	Manualna terapija.....	34
7.4.	PRP injekcije	35
8.	AKTIVNA REHABILITACIJA PROKSIMALNE TETIVE MIŠIĆA STRAŽNJE LOŽE 36	
8.1.	Tretman u akutnoj fazi	38
8.2.	Vježbe izduživanja mišića stražnje lože – Askling L i C protokol	39
8.3.	Multifaktorijalni pristup	41
8.4.	Progresije trčanja.....	45
8.5.	Ekscentrične vježbe i progresija.....	47
8.6.	Povratak u sport i prevencija	48
8.6.1.	Prevencija.....	52
9.	KIRURŠKO LIJEČENJE PROKSIMALNE TETIVE STRAŽNJE MIŠIĆNE LOŽE NATKOLJENICE	55
10.	ZAKLJUČAK.....	57
11.	LITERATURA.....	59

SAŽETAK:

Iako broj istraživanja i znanje o adekvatnom dijagnosticiranju i rehabilitiranju ozljeda stražnje lože raste i dalje je incidencija spomenutih ozljeda u nogometu prilično je velika. Danas znamo, a što je i vrlo bitna informacija, da sve ozljede stražnje lože ne cijele istom brzinom i nisu iste te neke zahtijevaju dužu rehabilitaciju i duže izbjivanje sportaša van terena, pogotovo ako se radi o proksimalnim tetivama. Vrlo je bitno u startu provesti adekvatnu dijagnostiku kako bi dobili što bolju i točniju sliku o kojem se točno tipu ozljede stražnje lože radi, odnosno radi li se uopće o ozljedi stražnje lože, proksimalnih i distalnih tetiva ili je riječ o referentnoj boli iz neke druge regije ili druge zahvaćene strukture. Provedbom dobre anamneze u kombinaciji s kliničkim pregledom i radiološkom dijagnostikom dobivamo čistu sliku o kojoj se ozljedi točno radi što je od iznimne važnosti s obzirom na to da progresija rehabilitacije uvelike varira ovisno radi li se o a, b ili c tipu ozljede stražnje lože. Postoje razni pasivni modaliteti koji se mogu koristiti u terapiji, međutim kvalitetna i individualizirana progresija kineziterapijskih intervencija popraćena objektivnom procjenom i testiranjem predstavlja zlatni standard u rehabilitaciji ozljeda stražnje lože, bez obzira radi li se o mišiću ili tetivi. Literatura je dosta limitirana u smislu liječenja i protokola rehabilitacije nakon ozljede proksimalne tetive stražnje lože, te se često preporučuje i operativno liječenje. U rehabilitaciji s obzirom na limitirane dokaze bitno je iskustvo terapeuta i svih uključenih u proces oporavka, te poznavanje i poštivanje vremena cijeljenja pojedinih struktura, kako bi adekvatno mogli odraditi pravilnu progresiju uz pomoć algoritama i protokola koji su dostupni za liječenje ruptura stražnje lože i povratka u igru.

Ključne riječi: Stražnja loža, proksimalna tetiva, ruptura, nogomet, rehabilitacija, dijagnostika, ozljede stražnje lože, progresija, kineziterapija, re ozljede, prevencija, kirurško liječenje

ABSTRACT:

Although the number of studies and knowledge about the appropriate diagnosis and rehabilitation of hamstring injuries is increasing, the incidence of these injuries in football remains quite high. Today, we know—and this is very important information—that not all hamstring injuries heal at the same rate and they are not the same; some require longer rehabilitation and a longer absence from the field, especially if they involve proximal tendons. It is crucial to conduct an adequate diagnosis from the start to obtain the best and most accurate picture of the type of hamstring injury, that is, whether it is indeed a hamstring injury, a proximal or distal tendon injury, or if it is referred pain from another region or structure. Through a good anamnesis combined with a clinical examination and radiological diagnostics, we get a clear picture of the exact injury, which is of utmost importance as the progression of rehabilitation greatly varies depending on whether it is an a, b, or c type of hamstring injury. There are various passive modalities that can be used in therapy; however, a quality and individualized progression of kinesiotherapy interventions, accompanied by objective assessment and testing, represents the gold standard in the rehabilitation of hamstring injuries, regardless of whether it involves the muscle or the tendon. Literature is quite limited regarding the treatment and rehabilitation protocols following a proximal hamstring tendon injury, and surgical treatment is often recommended. In rehabilitation, due to limited evidence, the experience of the therapist and all those involved in the recovery process is crucial, as is understanding and respecting the healing times of individual structures to properly manage the progression using available algorithms and protocols for treating hamstring ruptures and return to play.

Keywords: *Hamstrings, proximal tendon, rupture, football, rehabilitation, diagnosis, hamstring injuries, progression, kinesiotherapy, re-injury, prevention, surgical treatment*

1. UVOD

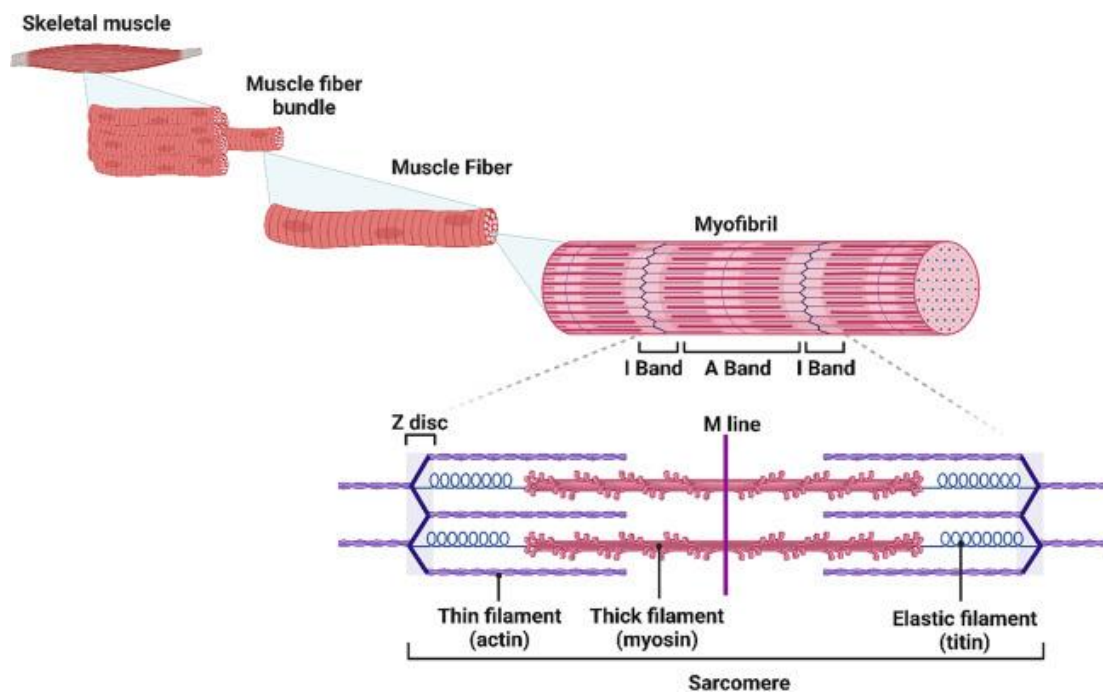
Ozljede mišića stražnje lože (engl. hamstrings), predstavljaju vrlo čestu problematiku u sportskoj medicini i nogometu koja zahtijeva sustavno i stručno pristupanje kako bi se osigurala uspješna rehabilitacija i povratak sportaša na prethodnu razinu aktivnosti. S obzirom na visoku razinu re-ozljeda stražnje lože i tetiva stražnje lože, te kompleksnost same anatomije, osnovni principi dijagnostike i rehabilitacije, kao i proces povratka u sport nakon takvih ozljeda, ključni su u postizanju optimalnih rezultata i smanjenju rizika od re-ozljede. Znanja i istraživanja o prevenciji istih rastu, međutim i dalje u nogometu postoji trend rasta broja ozljeda stražnje lože. U nogometu najčešće se javljaju uslijed sprinta te su jedna od najčešćih ozljeda u ovom sportu. U ovom radu govorit ćemo o kompleksnoj anatomiji i fiziologiji, temeljnim principima dijagnostike, rehabilitacije i prevencije ozljeda mišića i tetiva stražnje lože, naglašavajući važnost individualnog pristupa svakom sportašu i njihovim specifičnim potrebama. Također ćemo analizirati strategije i smjernice za siguran i učinkovit povratak u sport nakon ozljeda mišića i tetiva stražnje lože, uz naglasak na kontinuirano praćenje tijekom rehabilitacijskog procesa, te individualni pristup istom. Pažnju treba obratiti i na faktore rizika. S obzirom na visoku incidenciju ozljeda i veliki broj re-ruptura potrebna je kvalitetna i objektivna procjena faktora rizika kako bi se sam rizik smanjio. Na kraju spomenuti ćemo vrste prevencija i opisati preventivne strategije koje se najčešće koriste. Dotaknuti ćemo se i operativnog liječenja proksimalnih tetiva i protokola rehabilitacije nakon istih.

2. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE STRAŽNJE MIŠIĆNE LOŽE NATKOLJENICE

Prije nego što krenemo sa samom anatomijom muskulature stražnje mišićne lože natkoljenice kratko ćemo navesti općenite anatomske i fiziološke značajke skeletnih mišića. Skeletni mišići sastavljeni su od pojedinačnih mišićnih stanica koje se još nazivaju i miociti. Miociti su ustvari mišićna vlakna. Formiraju se fuzijom mioblasta kako bi tvorile duge, cilindrične i više jezgrene stanice. Mišićna vlakna grupirana su u fascikule koje obuhvaća vezivno tkivo (perimizij). Svako vlakno okruženo je jednim slojem vezivnog tkiva (endomizij). Motorna jedinica sastoji se od alfa motoneurona i mišićnih vlakana skeletnog mišića koje inerviraju njihovi aksoni. Prema brzini kontrakcije mišićna vlakna mogu biti brza (engl. fast twitch) ili spora (engl. slow twitch). Mišićno-tetivni spoj povezuje skeletni mišić s njegovom tetivom, tvoreći s mišićem složenu biomehaničku jedinicu. Mišićno tetivni spoj nalazi se na krajevima mišićnih vlakana, gdje i sama vlakna završavaju i spajaju se s tetivnim vlaknima. Vrlo je bitno napomenuti da je mišićno-tetivni spoj glavno mjesto na kojem se prenosi sila proizvedena kontrakcijom mišića. U ovoj regiji mišić znatno povećava područje kontakta s tetivom dubokim interdigitacijama stanične membrane, što omogućuje spoju da podnese mišićnu kontrakciju od 1.8 do 3.5×10^4 N/m² (Maffulli, 2015).

Skeletni mišići, kao što im i samo ime govori, u bliskoj su vezi s kostima. Dugačke i relativno tanke cilindrične stanice (lat. myocytus striatus), koje još nazivamo i mišićnim vlaknima tvore skeletne, odnosno poprečno prugaste mišiće. Osnovna jedinica svakog skeletnog mišića je mišićno vlakno, a mišić se sastoji od velikog broja mišićnih vlakana promjera 10-80 mikrona. Sarkolema je stanična membrana koja okružuje mišićna vlakna. Njihove završetke čine tetivna vlakna koja povezuju mišićni snop formirajući tako pripadajuću tetivu određenog mišića. Svako mišićno vlakno sadrži nekoliko stotina do nekoliko tisuća miofibrila, koji su ustvari kontraktilna vlakna i jedan od najbitnijih dijelova poprečno prugastih mišića, direktno odgovorni za mišićnu kontrakciju. Svaka miofibrila sastoji se od oko 1500 do 3000 niti aktina i miozina koje su proteinske molekule odgovorne za kontrakciju mišića. Na vlaknima miozina nalaze se male izrasline koje se još nazivaju i transverzalni mostovi. Mehanizam klizanja niti rezultat je interakcije poprečnih mostova i aktinskih niti, a završeci aktinskih niti povezani su s Z pločama. Sarkomera je dio miofibrila koja se nalazi između dvije susjedne Z ploče. Jedna od glavnih mikroskopskih karakteristika skeletnog mišića je prugasti izgled u poprečnom

presjeku, a osnovna mehanička sposobnost mišića je kontraktilnost te je svaki mišić sposoban skratiti se ili izdužiti za otprilike 1/3 svoje dužine. Tijekom mišićne kontrakcije električni impulsi šire se do mišićnih vlakana te se tijekom mišićne kontrakcije stvara sila između aktina i miozina. Susjedne Z ploče približavaju se jedna drugoj zbog povlačenja aktinskih niti s kojima su povezane, te se aktinske niti uvlače između miozinskih za vrijeme kontrakcije. Konačno, mišićna kontrakcija rezultat je depolarizacije i promjena u membrani mišićnih vlakana odnosno sarkolemi (Zorić, 2012).

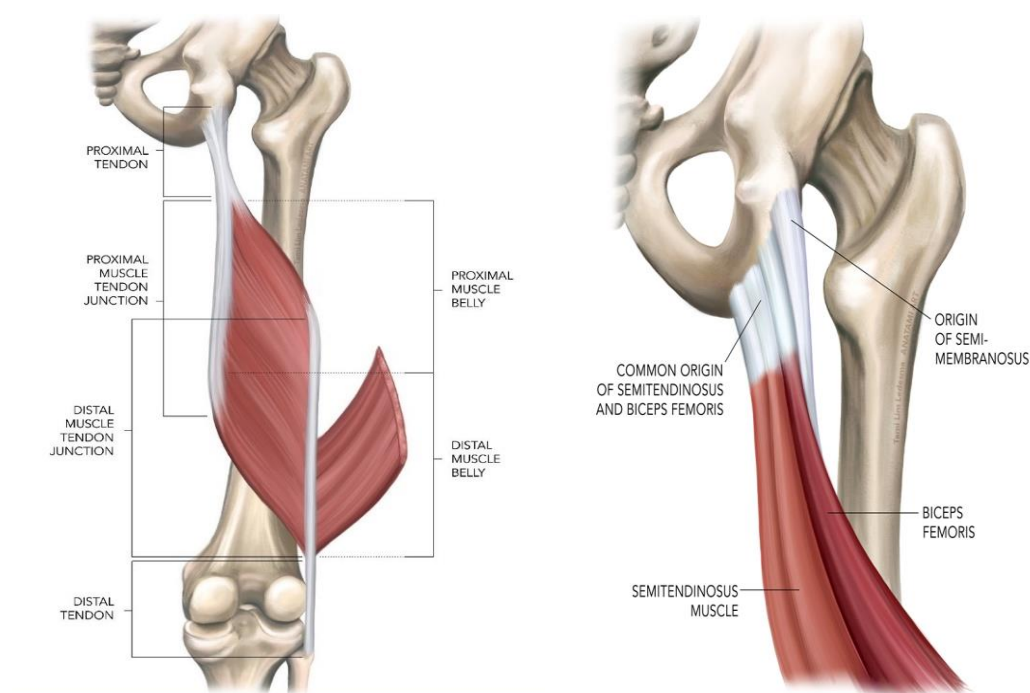


Slika 1. Struktura skeletnog mišića (Izvor: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-B9780323988186000133-f01-01-9780323988186.jpg>)

Kompleks zadnje mišićne lože sastoji se od tri mišića, a to su biceps femoris, semimembranosus i semitendinosus. Adductor magnus sadrži tetivni dio koji potiče s inferomedijalnog aspekta tuber ischiadicum. Taj dio, kako autori navode, naziva se i hamstrings komponenta mišića adductor magnus (L. Beltran, Ghazikhanian, Padron, J. Beltran, 2012). Biceps femoris usmjeren je prema dolje i lateralno, a semitendinosus i semimembranosus usmjereni su prema dolje i medijalno (Zorić, 2012).

2.1. Biceps femoris

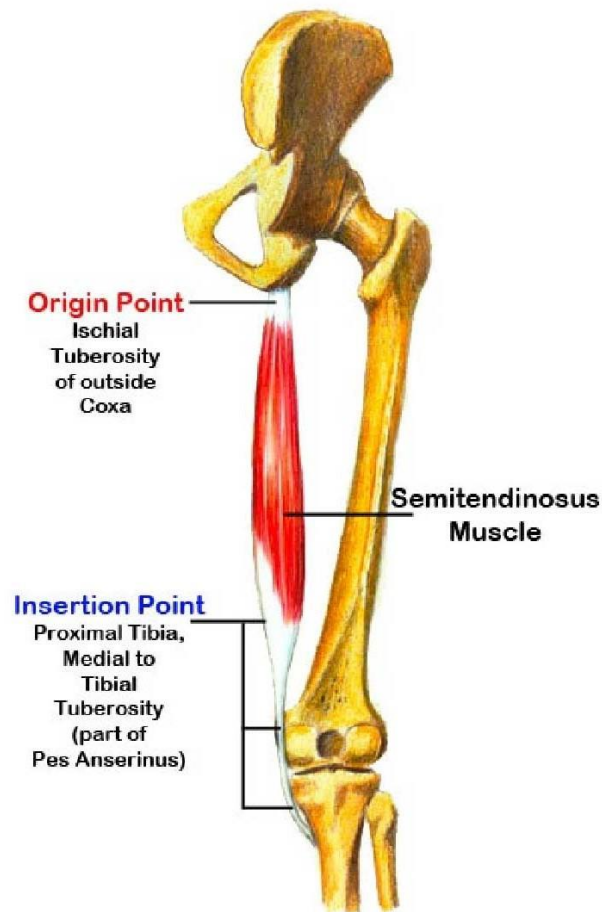
Biceps femoris ima dva polazišta, a to su medijalna faseta na tuber ischiadicum s koje polazi tetiva duga glava te srednja trećina linee aspere i suprakondilarnog grebena s koje polazi kratka glava. Distalna hvatišta uključuju processus styloideus fibule, lateralni kolateralni ligament i lateralni kondil tibije. Dok duga glava prelazi preko dva zgloba, preko kuka proksimalno i preko koljena distalno, kratka glava prelazi samo preko zgloba koljena te je jedina komponenta kompleksa mišića stražnje lože natkoljenice koja ne prelazi preko dva zgloba. Mišićno-tetivni prijelaz proteže s cijelom dužinom biceps femorisa, dok polazišta kratke i duge glave doprinose formaciji distalnih tetivnih hvatišta. Dugu glavu inervira tibialni dio nervus sciaticusa, dok je kratka glava inervirana od strane zajedničkog peronealnog dijela nervus sciaticus (L5 i S1), krvnu opskrbu osigurava arterija profunda femoris. Pretpostavlja se da je ova dvostruka inervacija može rezultirati neusklađenošću u koordinaciji ili intenzitetu stimulacije dviju glava te se smatra da bi upravo to mogao biti jedan od razloga zašto je biceps femoris najčešće ozlijeđeni mišić kompleksa stražnje mišićne lože natkoljenice. (L. Beltran i sur., 2012).



Slika 1. Anatomija *m.biceps femoris*-a i zajednička proksimalna tetiva (Izvor: www.sportsinjurybulletin.com)

2.2. Semitendinosus

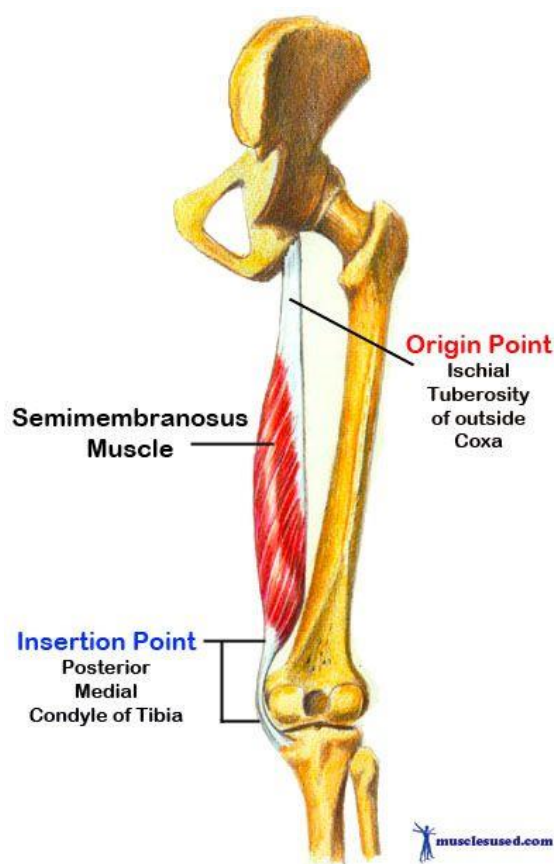
Semitendinosus polazi s inferomedijalnog dijela tuber ischiadicum. Ono što je vrlo bitno naglasiti je to da semitendinosus i duga glava biceps femoris, dijele zajedničku polazišnu tetivu. Distalno, malo ispod sredine natkoljenice semitendinosus formira dugu tetivu koja se proteže uz medijalnu stranu poplitealne jame. Upravo ta iznimna dužina distalne tetive može biti i predispozicija za rupturu. Tetiva prelazi preko medijalnog kondila tibije, zatim prelazi preko medijalnog kolateralnog ligamenta koljena, od kojega je odvojena burzom i hvata se na gornjoj medijalnoj površini tibije, te s tetivom gracilisa i sartoriusa koja se nalazi anteriorno formira pes anserinus. Krvnu opskrbu osigurava arterija profunda femoris, a mišić je inerviran od strane tibijalnog dijela nervus sciaticusa. (L5, S1, S2) (L. Beltran i sur., 2012.)



Slika 3. Anatomija m.semitendinosus (Izvor: <https://kineticlabshealth.com/wp-content/uploads/2017/10/semitendinosus.jpg>)

2.3. Semimembranosus

Semimembranosus polazi sa superolateralnog aspekta na tuber ischiadicum, odnosno za razliku od semitendinosusa i duge glave biceps femorisa koji imaju zajedničku tetivu, semimembranosus ima vlastitu proksimalnu tetivu. Proksimalna tetiva je izdužena struktura koja se širi u aponeurozu koja pokriva gornji dio anteriorne površine mišića. Iz navedene aponeuroze proizlaze mišićna vlakna koja konvergiraju prema drugoj aponeurozi koja pokriva donji dio posteriorne površine mišića i nastavlja se dalje u tetivu hvatišta. Hvatište semimembranosusa nalazi se na horizontalnom žlijebu na posteriorno-medijalnom aspektu medijalnog kondila tibije. Između medijalnog kolateralnog ligamenta i hvatišta semimembranosusa nalazi se burza koja poprima tipičan oblik slova U ili J ako dođe do upale iste. Smatra se da se mali dio distalne tetive semimembranosusa hvata za posteriorni rog medijalnog meniska kod nešto manje od 50 % populacije. Krvnu opskrbu osigurava arterija profunda femoris, a mišić je inerviran od strane tibijalne grane nervus sciaticusa. Slično kao i kod biceps femorisa, proksimalna i distalna tetiva protežu se cijelom duljinom mišića. (L. Beltran i sur., 2012).



Slika 4. Anatomija m.semimembranosus (Izvor:

<https://i.pinimg.com/474x/68/56/e3/6856e388020d8e497f8e00844d82be72.jpg>)

2.4. Embriologija

Što se tiče embriologije Rodgers i Raja (2019.) navode kako se značajan dio razvoja donjih ekstremiteta odvija se tijekom četvrtog do osmog tjedna embrio geneze. Kao i ostala mišićna tkiva, tako se i mišići stražnje natkoljениčne lože formiraju iz embrionalnog mezoderma. Migrirajući iz somita tijekom rane embrionalne faze, mezodermalne stanice diferenciraju se u mioblastе, koji se zatim umnožavaju i spajaju formirajući na kraju funkcionalno mišićno tkivo.

2.5. Funkcija, uloga u lokomociji i biomehanika stražnje lože

Tablica 1. Anatomija i funkcija stražnje lože (Izvor: Alzahrani i sur., 2015)

	Biceps femoris	Semitendinosus	Semimembranosus
Polazište	Duga glava: tuber ischiadicum Kratka glava: linea aspera i lateralna femoralna suprakondilarna linija	Tuber ischiadicum	Tuber ischiadicum
Hvatište	1. glavica fibule 2. lateralni kondil tibije	Gornja medijalna površina tibie, ispod medijalnog kondila	1. posteromedijalni dio medijalnog kondila fibule 2. lig. popliteum obliquum 3. poplitealna fascija 4. stražnji dio čahure koljenog zgloba
Pokret	1. fleksija koljena 2. ekstenzija kuka 3. vanjska rotacija kuka sa fleksijom koljena	1. fleksija koljena 2. ekstenzija kuka 3. unutarnja rotacija potkoljenice	1. fleksija koljena 2. ekstenzija kuka 3. unutarnja rotacija potkoljenice
Inervacija	Duga glava: n. tibialis Kratka glava: n. peroneus communis	N. tibialis	N. tibialis

Možemo reći kako su hamstringsi primarno ekstenzori kuka i fleksori koljena, međutim oni također imaju i druge stabilizacijske i sinergističke uloge. U ovom dijelu navesti ćemo biomehaničke značajke te govoriti o ulogama stražnje lože u lokomociji.

Kada je koljeno parcijalno flektirano stražnja loža djeluje i kao rotator potkoljenice, pa tako biceps femoris izvodi vanjsku rotaciju potkoljenice, dok semitendinosus i u manjoj mjeri semimembranosus izvode unutarnju rotaciju potkoljenice, pomažući tako popliteusu. Zbog svog anatomskeg položaja ovi mišići služe i kao potpora zdjelice na glavu femura, na neki način kao fiksatori, te povlače trup u posteriornom smjeru. Potpunu fleksiju kuka nije moguće postići ako koljeno također nije flektirano, a razlog je napetost stražnje lože ako koljeno kod fleksije kuka ostane u ekstenziji (L. Beltran i sur., 2012). L. Beltran i sur. (2012) također navode kako su mišići stražnje lože uz prednji križni ligament vrlo bitni aktivni i pasivni stabilizatori anteriorne translacije tibije.

Ciklus trčanja može se opisati kao čitav slijed događaja koji se zbivaju između faze oslonca koja se označuje i kao 0% ciklusa trčanja i faze ponovnog oslonca koja se označava i kao 100% ciklusa trčanja. Za razliku od ciklusa hodanja, u ciklusu trčanja ni u jednom trenutku ne dolazi do faze dvostrukog oslonca već se sam ciklus trčanja sastoji od faze oslonca, faze zamaha i faze ponovnog oslonca. Ova metoda naglašava cikličku prirodu trčanja i najčešće se koristi u studijama i istraživanjima koja su povezana s trčanjem, dok se za mjerenje mišićne aktivnosti za vrijeme trčanja koristi elektromiografija (EMG) (Thorborg i sur., 2020).

2.5.1. Faza zamaha u ciklusu trčanja

Faza zamaha definira se kao period u kojem tijekom ciklusa stopalo nije u kontaktu s podlogom, te ona čini oko 75 % ciklusa kod maksimalnog sprinta. Sama faza zamaha podijeljena je na tri pod faze, rana faza zamaha događa se između odvajanja prstiju od podloge pa do maksimalne fleksije koljena, srednja faza zamaha između maksimalne fleksije koljena i maksimalne fleksije kuka, te konačno kasna faza zamaha između maksimalne fleksije kuka i udarca pete o podlogu. Medijalni i lateralni hamstrings uvelike su aktivni u fazi zamaha počevši od srednje faze zamaha nadalje. Za obje grupe mišića, prosječna razina mišićne aktivnosti povećava se s brzinom trčanja (Thorborg i sur., 2020). Na primjer Higashiara i sur. (2010), prema Thorborg i sur., (2020), u svojem istraživanju navode kako se prosječna aktivnost medijalnog i lateralnog

hamstringsa povećala za 2.5 i 2.9 puta za vrijeme kasne faze zamaha kako je brzina trčanja rasla od 50 % - 90 % maksimalne brzine, slično tome Schache i sur. (2013), prema Thorborg i sur. (2020), u svojem istraživanju navode kako se prosječna aktivnost medijalnog i lateralnog hamstringsa povećala za 3.5 i 4.4 puta za vrijeme terminalne faze zamaha, kako je brzina trčanja rasla od 30 % do 100 % maksimalne brzine.

Thorborg i sur. (2020), tvrde kako postoje dokazi o razlikama u aktivaciji medijalnih i lateralnih hamstringsa, te da bi te razlike mogle ovisiti o tome o kakvoj vrsti sprinta se radi, primjerice sprint s maksimalnim ubrzanjem te maksimalni sprint s konstantnom brzinom. Navode kako je zabilježena veća aktivnost medijalnih hamstringsa u odnosu na lateralne u ranoj fazi zamaha i prvoj polovici srednje faze zamaha kod oba navedena načina sprinta. Ova razlika u aktivaciji također je zabilježena u drugoj polovici srednje faze zamaha za sprint s konstantnom brzinom, ali ne i za sprint s maksimalnim ubrzanjem.

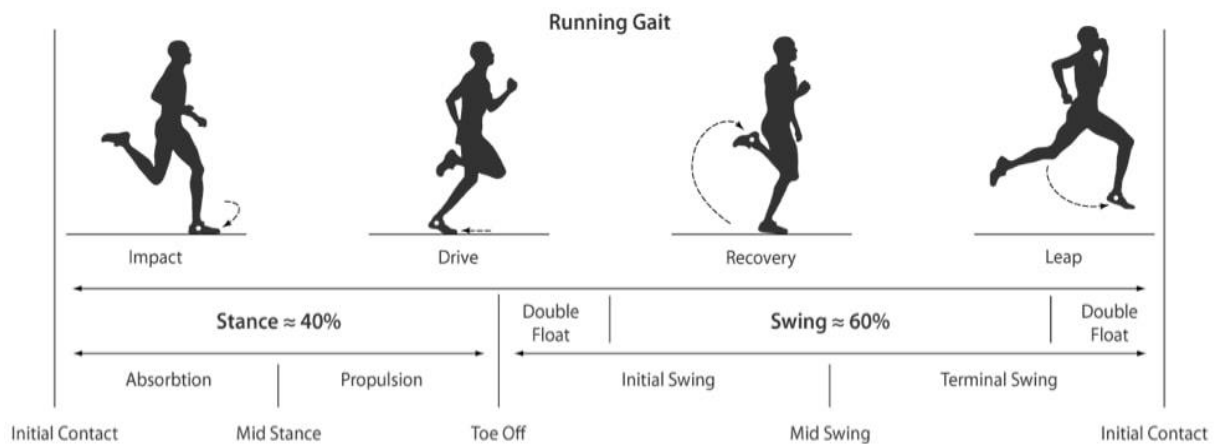
Kao što smo i ranije naveli hamstringsi djeluju kao ekstenzori kuka i fleksori koljena. Hamstringsi se aktiviraju u zadnjih 25 % faze zamaha kada počinje ekstenzija u kuku koju oni izvode i aktivno se odupiru ekstenziji u koljenu (L. Beltran i sur., 2012).

2.5.2. Faza oslonca u ciklusu trčanja

Faza oslonca opisana je kao faza u kojoj je stopalo u kontaktu s podlogom, počinje inicijalnim kontaktom i završava podizanjem prstiju od podloge. Faza oslonca čini oko 25 % ciklusa kod sprinta. Iako se smatra kako se ozljede hamstringsa generalno javljaju u fazi zamaha, neka istraživanja ukazuju kako visoke sile reakcije podloge (engl. Ground reaction forces) također mogu izazvati ozljede hamstringsa (Thorborg i sur., 2020). L. Beltran i sur. (2012) u svom radu tvrde da kada dođe do inicijalnog kontakta hamstringsi djeluju kao stabilizatori koljena s prednjim križnim ligamentom tako da se odupiru prednjoj translaciji tibije, te su izduženi do svoje optimalne dužine preko zgloba kuka i koljena kako bi osigurali ekstenziju u kuku i kako bi djelovali kao stabilizatori koljena.

Smatra se da hamstringsi uvelike pridonose propulziji centra mase tijekom faze oslonca u trčanju, stoga ne čudi da se razina aktivacije hamstringsa tijekom faze oslonca povećava kako se povećava i brzina trčanja. Prosječna aktivnost medijalnog i lateralnog hamstringsa tijekom

faze oslonca povećava se za 2.8 i 4.1 puta kako se ubrzanje trčanja povećava od 50 % do 95 % maksimalne brzine. Kada govorimo o većim brzinama (≥ 85 % maksimalne brzine), prosječna aktivnost kod obje grupe hamstringsa ostaje relativno nepromijenjena tijekom faze oslonca. Razlike u aktivaciji između dviju grupa kao i kod faze zamaha javljaju se kod različitih vrsta sprinta (sprint s maksimalnim ubrzanjem i sprint s konstantnom brzinom). Aktivnost lateralnih hamstringsa veća je od aktivnosti medijalnih hamstringsa u ranoj fazi oslonca kod sprinta s maksimalnim ubrzanjem dok kod maksimalnog sprinta s konstantnom brzinom nema razlika između grupa u ovoj fazi. Suprotno tome, aktivnost medijalnih hamstringsa premašuje aktivnost lateralnih hamstringsa u kasnoj fazi oslonca kod maksimalnog sprinta s konstantnom brzinom, dok kod sprinta s maksimalnim ubrzanjem nema razlike u aktivaciji između grupa u ovoj fazi (Thorborg i sur., 2020).



Slika 5. Ciklus trčanja (Izvor: <https://complete.clinic/2016/05/hamstring-strain-rehabilitation-key-principles/>)

2.6. Fiziologija cijeljenja tkiva nakon ozljede

Kada dođe do mišićne ozljede vrlo je bitno pravilnom dijagnostikom utvrditi o kojoj ozljedi je riječ i koja je struktura zahvaćena jer svaka struktura bilo da se radi o fasciji, mišićno-tetivnom prijelazu ili tetivi ima različito vrijeme cijeljenja i zakonitosti progresije opterećenja. Iz tog razloga bitno je poznavati fiziologiju cijeljenja različitih struktura.

Što se tiče fascije možemo reći da ona pruža stabilnost, raspršuje tenzijsko opterećenje i facilitira koordinirani pokret. Fascija se sastoji od mnogo slojeva dobro inerviranih kolagenih vlakana koja obavijaju mišiće. Hijaluronska kiselina koja se nalazi između slojeva fascije

omogućuje klizanje između epimizija i duboke fascije. Cijeljenje fascije nakon ozljede drugačije je od cijeljenja mišića i tetiva. Nedavna istraživanja na temu cijeljenja fascije opisuju cijeljenje iste inicijalnom upalnom fazom, nakon čega slijedi fibrotički stadij cijeljenja fascije. Studije također navode kako nakon sedam dana od ozljede fibroblasti su najbrojnije stanice, sinteza kolagena je na vrhuncu, te da je ožiljkasto tkivo na polovici svoje maksimalne čvrstoće, dok se maksimalna čvrstoća očekuje nakon 3 tjedna (Macdonald i sur., 2019).

Kao što smo već spomenuli različite strukture imaju različitu fiziologiju i vrijeme cijeljenja. Macdonald i sur. (2019) navode kako mišićna ozljeda pobuđuje odgovor satelitskih stanica i ranu pripremu područja na kojemu je zatim moguća regeneracija mišića, što na kraju omogućuje rani povratak mišićne funkcije. Pregledavajući literaturu iz područja fiziologije cijeljenja Macdonald i sur. (2019) došli su do zaključka da funkcionalno ožiljkasto tkivo koje se formira nakon ozljede više nije najslabija točka mišića otprilike 10 dana nakon ozljede. Sazrijevanje kolagena tipa I već je uvelike u tijeku početkom trećeg tjedna nakon ozljede, a regeneracija mišićnih vlakana odvija se do kraja trećeg tjedna. Upravo to razumijevanje fiziologije cijeljenja odnosno odgovora satelitskih stanica, regeneracije mišićnih vlakana i formacije ožiljkastog tkiva pruža nam osnovu za optimalno opterećenje i optimalnu primjenu intervencija iz područja sportske znanosti i medicine, poput nutritivnih strategija ili toplinskih modaliteta koje potiču fiziološki oporavak mišićno-tetivne jedinice.

Cijeljenje tetiva uvelike se razlikuje od cijeljenja mišića. Cijeljenje tetiva karakterizirano je taloženjem izvan staničnog matriksa te funkcionalno ograničenim ožiljkom koji zahtijeva sintezu kolagena i remodulaciju kako bi se vratila tenzijska čvrstoća tkiva. Faza remodulacije koja se odvija otprilike 6 tjedana nakon ozljede zamjenjuje rani kolagen tipa III i izvanstanični matriks s longitudinalno orijentiranim kolagenom tipa I. Sljedećih 6 tjedana slijedi faza konsolidacije, a faza maturacije traje i do nekoliko mjeseci. Sve ovo potrebno je za povratak čvrstoće tetive i funkcije koja je potrebna za sportske aktivnosti poput sprinta na elitnoj razini Macdonald i sur. (2019).

3. FAKTORI RIZIKA I MEHANIZAM NASTANKA OZLJEDE

Povećani rizik od nastanka akutnih ozljeda hamstringsa javlja se kod sportova koji uključuju sprint, šutiranje lopte, te nagle promjene smjera primjerice nogomet, ragbi, američki nogomet i atletika. U sportovima koji zahtijevaju značajno izduživanje muskulature također je povećan rizik od nastanka akutnih ozljeda hamstringsa. Erickson i Shery (2017) navode kako je veća incidencija akutnih ozljeda mišića zadnje lože prisutna u sportovima na vanjskom terenu (nogomet, američki nogomet, hokej na travi) nego u indoor sportovima (košarka, odbojka), u većoj mjeri javljaju se tijekom natjecanja, a manje tijekom treninga i češće su za vrijeme prije sezonskih priprema nego u samoj sezoni. Najčešće se akutne ozljede hamstringsa javljaju zbog ne kontaktnih mehanizama od kojih su najčešći trčanje i sprint (Dalton, Kerr, Dompier, 2015). Brukner i sur. (2015) navode da ozljede mišića zadnje lože čine ukupno 12 % svih ozljeda u nogometu i da je njihova pojava unutar jedne sezone otprilike pet ozljeda po klubu, a što rezultira propuštanjem otprilike petnaest utakmica i devedeset dana, vrlo bitan podatak s obzirom na rast popularnosti i same razine nogometa u našoj državi. Češće se ozljeđuju muški sportaši, čak 67 % češće nego žene. (Erickson i Sherry, 2017) Trčanje i sprint najčešći su mehanizmi ozljede hamstringsa. Erickson i Sherry (2017) navode kako su mišićna vlakna hamstringa najviše izdužena u terminalnoj fazi zamaha, te da se upravo u ovoj fazi hamstring snažno ekscentrično kontrahira kako bi usporio nogu i tako nas pripremio za kontakt s podlogom.

Silder i sur. (2010) dokazali su da se aktivnost i sila koju generira biceps femoris značajno povećava u terminalnoj fazi zamaha kod sprinta kod 80 % do 100 % brzine, značajno više nego semimembranosus i semitendinosus. Ovaj podatak nudi nam uvid i moguće objašnjenje veće tendencije ozljeda bicepsa femorisa u odnosu na semimembranosus i semitendinosus kada govorimo o ne kontaktnim ozljedama mišića zadnje lože koje se javljaju tijekom velikih ubrzanja i samog sprinta. Ovakve ozljede najčešće se javljaju u području intramuskularne tetive i okolnih mišićnih vlakana. Askling i sur. (2007) u istraživanju u kojem je sudjelovalo 15 plesača i plesačica navode da se kod njih ozljede hamstringa događaju u ekstremnim opsezima pokreta, najčešće kod fleksije kuka u kombinaciji s ekstenzijom koljena, a najčešće ozljeđeni mišić bio je semimembranosus (87 %). Kod ovog tipa ozljeda najčešće je zahvaćena proksimalna slobodna tetiva semimembranosusa u odnosu na intramuskularnu bicepsa femorisa koja je češće zahvaćena kod visokih brzina i sprinta.

Faktore rizika za nastanak ozljede možemo podijeliti na vanjske (ekstrinzične) i unutarnje (intrinzične). Ekstrinzični faktori mogu biti primjerice tip sporta, izloženost opterećenju, trening, te okruženje u kojem se odvija sport ili trening. Intrinzični faktori su unutarnji odnosno osobni faktori koji se još dijele na promjenjive, odnosno one na koje ne možemo utjecati i ne promjenjive, odnosno one na koje ne možemo utjecati. Kao što smo rekli na ne promjenjive faktore ne možemo utjecati, a oni mogu biti prijašnje ozlijede, dob, spol i etnička pripadnost. Na promjenjive faktore možemo utjecati, a neki od primjera su fizička sprema, snaga i fleksibilnost (Thorborg i sur., 2020). Alzahrani i sur. (2015) navode kako su ozlijede hamstringsa najveći uzrok gubitka vremena, odnosno odsustva od natjecanja i treninga kod sportaša na elitnoj razini. Prevalencija ovih ozljeda veća je kod sportova koji uključuju trčanje i nagla ubrzanja što stavlja veliko opterećenje na stražnju ložu. Ozlijede hamstringsa javljaju se najčešće u nogometu, atletici, američkom nogometu i gimnastici. Heer i sur. (2019) u svom istraživanju navode kako je najznačajniji prediktor za nastanak ozljeda hamstringsa, prethodna ozljeda istog mišića. Stope re-ozljeda variraju ovisno o sportu, a studije su pokazale da stope re-ozljeda u američkom nogometu 32 %, 21 % ragbi i 16 % u nogometu. Primarni mehanizam ozljede hamstringsa je trčanje velikim brzinama, a studije pokazuju kako je ova ozljeda rezultat ekscentrične kontrakcije hamstringsa koja se javlja prilikom fleksije kuka. Ozljeda je prvenstveno posljedica istezanja i posljedične napetosti na tetivi što je čini podložnom za nastanak ozljede (Heer i sur., 2019).

Hamstringsi su izloženi povećanom riziku od nastanka ozljede zato što prelaze preko zgloba kuka i koljena. Ozlijede se najčešće javljaju prilikom ekscentrične kontrakcije. Ako govorimo o trčanju, najveće opterećenje odnosno naprezanje stražnje lože javlja se na kraju faze zamaha kada se hamstrings snažno kontrahiraju u maksimalno izduženom položaju prije kontakta pete s podlogom. Ekscentrična kontrakcija ekstendira kuk i smanjuje ekstenziju koljena od kontakta pete s podlogom kroz fazu oslonca. Intramuskularne ili mišićno-tetivne ozljede najčešće se javljaju tijekom faze odraza, s time da se najčešće ozljeđuje biceps femoris. Proksimalne avulzijske ozljede hamstringsa najčešće se javljaju tijekom ekscentrične kontrakcije s flektiranim kukom i ekstenziranim koljenom izlažući tako hamstrings maksimalnoj tenziji. Najmanji rizik za rupturu ima polazište semimembranosusa (Arner, McClincy, Bradley 2019). Ozljede koje su posljedica nagle traume, a ne manjih akumuliranih ozljeda ili mikro-trauma, u pravilu su ozbiljnije naravi i zahvaćaju mlađu populaciju najčešće kod sprinta, te stariju populaciju tijekom visoko rizičnih sportova kao što je primjerice skijanje na vodi. Ako govorimo o trčanju na velike pruge, autori navode kako ono predodređuje pojedinca za mogući

nastanak kroničnih tendinopatija, što je rezultat ponavljajućih mikro-trauma koje se s vremenom akumuliraju i slabe samu tetivu hamstringsa što je idealno za nastanak ozljeda (Heer i sur., 2019).

3.1. Intrinzični faktori rizika

Kao što smo ranije naveli intrinzični faktori rizika mogu se podijeliti na promjenjive, odnosno one na koje možemo utjecati i ne promjenjive, odnosno one na koje ne možemo utjecati.

3.1.1. Ne promjenjivi

- Dob
- Prijašnje ozljede stražnje lože
- Prijašnje ozljede drugih struktura donjih ekstremiteta (rupture lista, rupture ACL, ozljede gležnja)
- Etnička pripadnost
- Pozicija na kojoj igrač igra (broj ubrzanja, izloženost velikom broju sprinteva, volumen trčanja)

3.1.2. Promjenjivi

- Jakost
- Anatomske karakteristike (dužina fascikula)
- Snaga i balistička funkcija
- Fleksibilnost, mobilnost i opseg pokreta
- Zamor mišića (ozlijede češće u kasnim fazama utakmica)

3.2. Ekstrinzični faktori rizika

- Okolina (Podloga, vremenska zona, obuća, vremenski uvjeti, vrijeme utakmice)
- Zahtjevi utakmica, performanse, izloženost opterećenju
- Upravljanje rizikom na elitnoj razini (multidisciplinarni pristup, upotreba tehnologije)

3.3. Specifičnost faktora rizika u nogometu

1999 UEFA je pokrenula projekt istraživanja čiji je cilj smanjenje broja ozljeda i povećanje sigurnosti igrača u profesionalnom nogometu, engl. Elite Club Injury Study (ECIS).

Ozljede hamstringsa su ozljede s najvećim brojem re-ozljeda u nogometu. Između sezona 2001/2002 i 2013/2014 razina ozljeda hamstringsa povezanih s utakmicama bila je stabilna, međutim razina ozljeda hamstringsa povezanih s nastankom tijekom treninga povećala se za otprilike 4 % svake godine. Između sezona 2014/2015 – 2021/2022 incidencija ozljeda hamstringsa u nogometu značajno se povećala, kao i proporcija ozljeda dijagnosticiranih kao ozljede hamstringsa, od 12 % u sezoni 2001/2002 do 24 % u sezoni 2021/2022 (Ekstrand i sur., 2023).

Ekstrand i sur. (2023) u promatračkoj kohortnoj studiji prikupljali su podatke o ozljedama od 15 profesionalnih nogometnih klubova koji sudjeluju u ECIS-u za sezone 2019/2020 i 2020/2021. 15 timova podijeljeno je u dvije grupe, u jednoj grupi bilo je 7 timova koji su imali manji teret ozljeda hamstringsa u odnosu na prosjek svih timova (grupa LOW), dok je u drugoj grupi bilo 8 ekipa koje su imali veći broj ozljeda hamstringsa od prosjeka za navedene sezone. Kada se prikupljaju podaci o ozljedama u nogometu, ozljeda je definirana kao bilo koja fizička tegoba koja rezultira ne mogućnošću igrača da participira u treningu ili utakmici, teret ozljeda (engl. injury burden) definiran je kao broj dana van igre po 1000 sati izloženosti, dok se incidencija definira kao broj ozljeda na 1000 sati izloženosti.

Nakon prikupljenih podataka o ozljedama Ekstrand i sur. (2023) formirali su upitnik u kojem su sudjelovali medicinski direktori (CMO) svih 15 klubova. Prvi dio tražio je od ispitanika da daju svoje mišljenje o tome što bi bio faktor rizika koji se može prevenirati odnosno na kojega se može utjecati za nastanak ozljeda hamstringsa u nogometnom okruženju. Odgovori su otkrili 21 faktor rizika za koje oni smatraju da se može utjecati na njih. U drugoj fazi od ispitanika se tražilo da procjene percipiranu važnost svakog od navedenih faktora rizika koristeći Likertovu skalu od 5 stupnjeva (veoma bitno 5, bitno 4, srednje bitno 3, manje bitno 2, nebitno 1), rezultati su potom obrađeni i faktori rizika rangirani su prema redoslijedu prosjeka (Tablica 2.).

Tablica 2. Promjenjivi faktori rizika (Izvor: Ekstrand i sur., 2023)

	Cijela grupa (n=15)	Grupa LOW (n=7)	Grupa HIGH (n=8)
Intrinzični faktori rizika			
Prijašnje ozljede hamstringsa	3.5	3.6	3.5
Asimetrije u jakosti hamstringsa	3.3	3.4	3.1
Niska razina ekscentrične jakosti hamstringa	3.2	3.3	3.1
Umor	3.1	2.6	3.6
Loša stabilnost trupa	3.1	2.9	3.3
Loša koordinacija	2.8	2.9	2.8
Wellnes igrača (Kvaliteta spavanja, međuljudski odnosi, veze...)	2.5	2.0	3.0
Loša fleksibilnost	2.4	2.1	2.6
Loša prehrana	2.1	2.3	2.0
Ekstrinzični faktori			
Loša komunikacija između trenerskog i medicinskog osoblja	3.7	3.6	3.8
Manjak izloženosti visokim brzinama tijekom treninga	3.6	3.8	3.5
Opterećenje na igrače	3.5	3.1	3.8
Loše strategije oporavka u sezoni	3.5	3.6	3.4
Manjak interesa za strategije prevencije u ekipi ili klubu	3.4	3.3	3.5
Utakmice 2-3 puta tjedno	3.3	3.4	3.3
Manjak izloženosti treningu jakosti	3.2	3.4	3.0
Promatranje i korekcija treninga od strane trenerskog osoblja	3.2	3.1	3.3
Oporavak i trening za vrijeme odmora nakon sezone	2.7	2.4	3.0
Broj i stručnost medicinskog osoblja	2.7	2.3	3.1
Način vođenja ekipe od strane trenera	2.7	2.1	3.3
Medicinski budget	1.9	1.4	2.3

Od 21 faktora rizika 12 ih je smatrano ekstrinzičnima dok ih je 9 smatrano intrinzičnima. U obje podskupine loša komunikacija između trenerskog osoblja i medicinskog osoblja smatra se kao najvažniji faktor rizika (Ekstrand i sur., 2023).

Ovo istraživanje promjenjivih faktora rizika kod profesionalnih nogometaša otkriva kako se mišljenja medicinskih direktora iz klubova koji su imali manji broj ozljeda hamstringsa od prosjeka kroz dvije navedene sezone o važnostima faktora rizika razlikuju u usporedbi s mišljenjima medicinskih direktora iz klubova koji su imali više ozljeda hamstringsa od prosjeka. Svih 15 uključenih medicinskih direktora klubova smatraju kako su ekstrinzični faktori rizika bitniji od intrinzičnih faktora (Ekstrand i sur., 2023).

4. INCIDENCIJA OZLJEDA MIŠIĆA STRAŽNJE LOŽE U NOGOMETU

Mišićne ozljede predstavljaju veliki problem za profesionalne nogometne klubove i igrače. One čine više od jedne trećine svih ozljeda koje uzrokuju odsustvo igrača od treninga i utakmica (engl. Time-loss injuries) u profesionalnim nogometnim klubovima Europe (Ekstrand, Wálden, Hägglund, 2015). U prvim sezonama provođenja ECIS-a ozljede hamstringsa činile su 12 % svih ozljeda u nogometu, međutim taj se broj popeo na 19 % u sezoni 2021/2022 (Ekstrand i sur., 2023). Klub od 25 igrača može očekivati otprilike 8 ozljeda hamstringsa svake sezone, što u konačnici uzrokuje više od 80 dana odsustva od sportskih aktivnosti (treninzi i utakmice). Ako govorimo o profesionalnim Europskim klubovima uključenima u ECIS prosječni trošak kluba za jednog igrača koji je ozlijeđen mjesec dana iznosi oko 500 000 eura (Ekstrand i sur., 2015).

Kao što smo ranije naveli ECIS studija započela je u srpnju 2001 godine i provodi se sve do danas. Ekstrand i sur. (2022), proveli su prospektivnu studiju koja se bavi prikupljanjem informacija o ozljedama hamstringsa od sezone 2001/2002 sve do sezone 2021/2022. Svake sezone timovi koji se kvalificiraju u grupnu fazu lige prvaka pozvani su od strane UEFA-e da sudjeluju u programu ECIS. Kroz 21 sezonu 54 kluba iz 20 europskih zemalja sudjelovalo je u analizi. Što se tiče igrača, svi igrači s ugovorom u prvom timu pozvani su da se priključe studiji. 3909 igrača koji su dali pisani pristanak uključeni su u studiju te niti jedan igrač nije odbio sudjelovati u studiji. U ovoj studiji koja se je bavila prikupljanjem informacijama o ozljedama hamstringsa korištena je Minhenska klasifikacija ozljeda, odnosno ozljede hamstringsa podijeljene su na funkcionalne i strukturalne. Funkcionalne ozljede definirane su kao ozljede bez makroskopski vidljivih ruptura vlakana na magnetskoj rezonanci, dok su strukturalne ozljede definirane kao ozljede s vidljivim makroskopskim rupturama mišićnih vlakana na magnetskoj rezonanci. Ozbiljnost ozljeda u studiji definirana je brojem dana od nastanka ozljede do povratka u igru te je kategorizirana u 5 različitih kategorija: blaga, engl. slight (0 dana), minimalna, engl. minimal (1-3 dana), laka, engl. mild (4-7 dana), umjerena, engl. moderate (8-28 dana), teška, engl. severe (>28 dana) (Ekstrand i sur., 2023).

Između sezona 2001/2002 i 2021/2022 medicinske ekipe zabilježile su ukupno 2636 ozljeda hamstringsa, 922 (34 %) povezanih s treningom i 1714 (66 %) povezanih s utakmicama. Broj

ozljeda definiranih kao ozljede hamstringsa porastao je s 12 % na 24 % u posljednjoj godini studije, a ozljede hamstringsa čine 19 % svih 14057 zabilježenih ozljeda kroz 21 sezonu. Incidencija ozljeda hamstringsa bila je 10 puta veća kod utakmica nego kod treninga (4.99/1000 vs. 0.52/1000). Medijan odsustva zbog ozljede hamstringsa iznosio je 13 dana, a tim od 25 igrača može očekivati oko 8 ozljeda hamstringsa tijekom sezone. Od svih ozljeda hamstringsa 475 (18 %) bile su re-ozljede, a od toga 325 (69 %) činile su rane re-ozljede koje su se dogodile unutar 2 mjeseca nakon inicijalne ozljede hamstringsa. Re-ozljede su se češće javljale tijekom utakmica nego tijekom treninga (Ekstrand i sur., 2023).

Između sezona 2011/2012 i 2021/2022, 1819 ozljeda hamstringsa zabilježeno je i klasificirano prema Minhenskoj klasifikaciji, a 71 % njih činile su strukturalne ozljede. Trčanje i sprint bili su najčešći mehanizmi ozljeda, a od ukupnog broja ozljeda nastalih za vrijeme utakmica, čak 50 % zabilježeno je u zadnjih 15 minuta prvog ili drugog poluvremena. Češće se ozljeđivao biceps femoris (80 %), a najviše ozljeda istog zabilježeno je za vrijeme utakmica (84 %). Što se tiče mehanizama ozljede postoje razlike između ozljeda biceps femoris i semimembranosusa/semitendinosusa. Trčanje i sprint najčešći je mehanizam za nastanak ozljeda lateralne grupe, dok je manji broj ozljeda lateralne grupe povezan s istežanjem. Lateralna grupa također je povezana s dužim periodom izbivanja s treninga i utakmica za razliku od medijalne grupe, a ozljede medijalne grupe većinom su klasificirane kao lakše ili minimalne (Ekstrand i sur., 2023).

Ekstrand i sur. (2023), navode 4 ključna zaključka ovog istraživanja:

- Broj svih ozljeda dijagnosticiranih kao ozljede hamstringsa porastao je s 12 % na 24 %, a broj dana izbivanja s terena zbog ozljeda hamstringsa porastao je s 10 % na 20 % kroz 21 godinu provođenja studije
- Ono što najviše zabrinjava je to da se broj ozljeda povećao kroz zadnjih 8 sezona
- Broj strukturalnih ozljeda veći je od broja funkcionalnih ozljeda u zadnjih 11 sezona
- Očekivane spoznaje bile su da većina ozljeda hamstringsa nastaje uslijed trčanja i sprinta, najčešće vrijeme nastanka je zadnjih 15 minuta prvog ili drugog poluvremena, češće su ozlijede biceps femorisa nego semimembranosusa i semitendinosusa i postoji predispozicija re-ozljede na istom mjestu unutar prva dva mjeseca

Tablica 3. Karakteristike ozljeda stražnje lože u nogometu (Izvor: Ekstrand i sur., 2023)

	Vrsta ozljede			Lokacija ozljede	
	Sve ozljede	Strukturalne	Funkcionalne	Biceps femoris	Semimembranosus/ semitendinosus
<u>Izbivanje zbog ozljede</u>					
Izbivanje median	13 (7 to 22)	17 (11 to 25)	6 (4 to 10)	16 (10 to 25)	15 (8 to 23)
<u>Ozbiljnost ozljede</u>					
Blaga, broj (%)	9 (0%)	2 (0%)	1 (0%)	2 (0%)	0 (0%)
Minimalna, broj (%)	222 (8%)	32 (2%)	102 (20%)	27 (3%)	19 (7%)
Laka, broj (%)	508 (19%)	128 (10%)	205 (40%)	122 (12%)	43 (16%)
Umjerena, broj (%)	1514 (57%)	886 (68%)	187 (37%)	709 (67%)	164 (62%)
Teška, broj (%)	383 (15%)	264 (20%)	12 (2%)	194 (18%)	39 (15%)
Ukupno, broj	2636	1312	507	1054	265
<u>Mehanizam ozljede</u>					
Trčanje/sprint, broj (%)	1230 (61%)	790 (62%)	232 (51%)	654 (64%)	140 (56%)
Istezanje, broj (%)	103 (5%)	82 (6%)	14 (3%)	52 (5%)	24 (10%)
Prenaprezanje, broj (%)	249 (12%)	60 (5%)	150 (33%)	63 (6%)	23 (9%)
Ostalo, broj (%)	449 (22%)	334 (26%)	55 (12%)	253 (25%)	63 (25%)
Ukupno, broj	2031	1266	451	1022	250
<u>Re-ozljede</u>					
Re-ozljede, broj (%)	477 (18%)	234 (18%)	83 (16%)	195 (19%)	45 (17%)
Rane re-ozljede, broj (%)	325 (12%)	163 (12%)	47 (9%)	136 (13%)	29 (11%)
Ukupno, broj	2636	1312	507	1054	265
Mehanizmi ozljeda počeli su se bilježiti od sezone 2008/09 iz tog razloga nije navedeno 605 ozljeda.					

5. DIJAGNOSTIKA I KLASIFIKACIJA

Kao i kod svih ozljeda pravilna i točna dijagnoza od iznimne je važnosti za tim, ali najviše za samog igrača. Pravilno postavljenom dijagnozom možemo dati što točniju prognozu povratka na teren trenerskom osoblju kako bi mogli što lakše planirati i programirati trenažni proces unutar sezone i pripremiti se za nadolazeće utakmice. Anamneza i klinički pregled najvažniji su aspekti pregleda kada sumnjamo na ozljedu mišića stražnje lože. Postoji mnogo obrazaca kada se bol referira u stražnjoj loži, a izvor je ustvari negdje drugdje, primjerice problemi u donjem dijelu leđa, problemi u kuku i problemi sa sakro iliakalnim zglobovima. Razumijevanjem mehanizama ozljede, palpacijom, testiranjem opsega pokreta i mišićnim testovima postavljamo sumnju na ozljedu mišića stražnje lože, te osobu možemo usmjeriti na daljnju dijagnostiku kako bi potvrdili sumnju. Dijagnostički ultrazvuk, CT, magnetska rezonanca i x-ray mogu nam dati prilično čistu sliku radi li se stvarno o rupturi mišića stražnje lože. Od navedenih metoda magnetska rezonanca najčešće se provodi kod sumnji na mišićne ozljede. Vrlo se često koristi kod elitnih sportaša i u elitnim sportskim klubovima. X-ray se najčešće prepisuje kako bi se isključila avulzija apofize sjedne kosti, pogotovo kod igrača u adolescentskoj dobi.

5.1. Povijest i anamneza

Kod akutnih ne kontaktnih ozljeda mišića stražnje lože, sportaši će se najčešće osjetiti snažnu oštru i probadajuću bol Chu i Rho (2016). Chu i Rho (2016) navode kako igrač kod nastanka ozljede može čuti i zvuk pucanja, te u pravilu nakon istoga ne mogu nastaviti s aktivnostima, često nastavljaju hodati ukočenim hodom kako bi izbjegli fleksiju u koljenu. Za razliku od akutnih ozljeda mišića stražnje lože tendinopatije nastaju progresivno uz povećanje boli kroz određeni period i bol se opisuje kao zatezanje i grčenje. Prema Thorborg i sur. (2020) dobra anamneza i moguću ranu prognozu povratka u sport moramo utvrditi 6 glavnih točaka, a to su: demografska obilježja (dob, spol, rasa), prijašnje ozljede hamstringsa, nivo participacije u sportu, mehanizam ozljede, simptomi prije i nakon ozljede, subjektivni osjećaj mogućnosti povratka u igru.

5.2. Klinički pregled

5.2.1. Inspekcija

Kod inspekcije moguće je uočiti hematom i oteklinu. Prisutnost hematoma također može biti povezana s duljim trajanjem oporavka (Thorborg i sur., 2020). Hematom najčešće možemo vidjeti kod ozbiljnijih ozljeda poput proksimalnih avulzija i teških mišićno-tetivnih ruptura (Arner i sur., 2019).

5.2.2. Opseg pokreta

Vrlo je bitno obostrano mjerenje poplitealnog kuta jer nam kut na neozlijeđenoj nozi nudi uvid u fleksibilnost hamstringsa kod osobe (Arner i sur., 2019). Thorborg i sur. (2020) navode kako postoje brojna istraživanja koja povezuju opseg pokreta s vremenom oporavka. Prisutnost boli kod fleksije trupa i aktivne ekstenzije koljena prilikom inicijalnog pregleda povezana je s dužim periodom povratka na teren. Postoje suprotstavljeni dokazi o povezanosti vremena oporavka i deficita kod PSLR (engl. Passive single leg raise), boli na PSLR, deficita kod aktivne ekstenzije koljena i boli kod aktivne ekstenzije koljena. Stoga navedene mjere moramo koristiti s oprezom kao prognostičke faktore rizika (Thorborg i sur., 2020).

5.2.3. Testovi otpora

Za testove s otporom u inicijalnoj fazi najčešće se koriste izometrički testovi nakon čega od igrača tražimo da rangira svoju bol na skali od 1 do 10. (Hickey i sur. 2022). Jakost hamstringsa možemo izmjeriti ručnim dinamometrom. Mjerenje jakosti s koljenom u ekstenziji nije povezano s vremenom povratka na teren kod grupe plesača i sprintera s akutnim ozljedama hamstringsa. Nedavna istraživanja pokazala su da postoji povezanost između izometričkog mjerenja jakosti hamstringsa pod kutom od 15° fleksije koljena i vremena oporavka kod rekreativaca. Međutim i za ovu tvrdnju postoje suprotstavljeni dokazi zbog boli prilikom ranog testiranja Thorborg i sur. (2020). Vrlo je važno provjeriti izometričku jakost fleksije koljena u 90°, 45° i 15° fleksije koljena. S obzirom na to da je hamstring dvozglojni mišić preporučuje se testiranje ekstenzije kuka i fleksije koljena u proniranom i supiniranom položaju, također

potrebno je testirati fleksiju koljena s unutarnjom i vanjskom rotacijom tibije kako bi se utvrdilo radi li se o ozljedi semi grupe ili bicepsa femorisa (Hickey i sur. 2022).

5.2.4. Neurodinamika

Razni neurodinamički testovi poput Lasegue testa i Slump testa pomažu nam utvrditi jesu li simptomi u stražnjoj loži prisutni zbog ozljeda u donjem dijelu leđa ili zbog problema sa živcem sciaticusom. Thorborg i sur. (2020) navodi da pozitivan slump test nije povezan s vremenom oporavka u literaturi te se s toga ne treba koristiti u prognostičke svrhe.

5.2.5. Palpacija

Palpacija nam služi kako bi točno utvrdili regiju u kojoj se nalazi ozljeda. Kod potpunih ruptura moguće je palpacijom osjetiti promjenu u samoj strukturi mišića pogotovo kod avulzija s povlačenjem tetive. (Hickey i sur. 2022). Vrlo bitna područja palpacije su sjedna kost odnosno tuberositas osis ischi, mišićno-tetivni spoj i distalna hvatišta tetiva (Arner i sur., 2019). Palpacija nam je veoma bitna za dijagnostiku, ali ne toliko bitna za prognozu povratka na teren. Niti lokacija niti površina boli nisu povezani s vremenom oporavka. Postoje samo ograničeni dokazi da veća površina palpacijske boli povećava mogućnost produženog oporavka od ozljede (Thorborg i sur., 2020).

5.2.6. Specijalni testovi

Specijalni testovi uključuju "Puranen-Orava test" (izvodi se tako da da pacijent flektira kuk do 90°, zatim petu postavlja na povišenje i pokuša dotaknuti prste na stopalu), test istezanja savijenog koljena (izvodi se tako da osoba u supiniranom položaju s kukom i koljenom u maksimalnoj fleksiji, zatim pasivno lagano ekstendiramo koljeno), modificirani test istezanja savijenog koljena (izvodi se tako da osoba u supiniranom položaju s kukom i koljenom u maksimalnoj fleksiji, zatim osoba snažno ekstendira koljeno) (Arner i sur., 2019).

Postoji još nekoliko testova za koje autori smatraju da bi mogli biti korisni u dijagnostici, primjerice fleksija koljena s otporom, test vučenja pete po podlozi, engl. Heel-drag test (osoba je u jednonožnom polu čučnju s kontralateralnom petom anteriorno na podlozi, zatim povlači

petu prema sebi), test izdržaja (osoba je u supiniranom položaju na laktovima, zatim podiže ne ozlijeđenu nogu te ozlijeđenom podiže zdjelicu od podloge). Autori smatraju da bi dvije modifikacije testa izdržaja mogle biti korisne u dijagnostici. Kod prve osoba je u supiniranom položaju, a ispitivač drži petu ozlijeđene noge i traži od osobe da podigne zdjelicu od podloge. Kod druge modifikacije osoba je i dalje u supiniranom položaju, a ispitivač pridržava obje pete, zatim od osobe traži da odigne zdjelicu od podloge nakon čega pušta petu ne ozlijeđene noge, te osoba mora zadržati zdjelicu iznad podloge ozlijeđenom nogom. Pojava boli smatra se pozitivnim testom kod obje modifikacije. Inspekcija i evaluacija hoda vrlo je bitna kod sumnje na ozljedu hamstringsa posebice kod avulzija zato što osobe s avulzijom u pravilu izbjegavaju fleksiju kuka i ekstenziju koljena, što rezultira ukočenim hodom (Arner i sur., 2019).

Tablica 4. Specijalni testovi za procjenu ozljede stražnje lože (Izvor: Heer i sur., 2019)

Test	Metoda	Osjetljivost (%)	Specifičnost (%)
Test istežanja savijenog koljena	Pacijent je u supiniranom položaju s kukom i koljenom u maksimalnoj fleksiji, zatim pasivno lagano ekstendiramo koljeno.	84	87
Pren-Orava test	Pacijent flektira kuk do 90°, zatim petu postavlja na povišenje i pokušava dotaknuti prste na stopalu	76	82
Modificirani test istežanja savijenog koljena	Pacijent je u supiniranom položaju s kukom i koljenom u maksimalnoj fleksiji, zatim osoba snažno ekstendira koljeno	89	91

5.2.7. Procjena rizika re-ozljede

Veći broj prijašnjih ozljeda hamstringsa, deficit u aktivnoj ekstenziji koljena, deficit i disbalans izometričke jakosti fleksije koljena pod kutom od 15°, te lokalizirana nelagoda na palpaciju hamstringsa neposredno nakon povratka u igru značajni su prediktori re-ozljede hamstringsa (Thorborg i sur., 2020). Thorborg i sur. (2020) naveli su istraživanje koje potvrđuje da su sportaši kod kojih je bila prisutna lokalizirana nelagoda na palpaciju hamstringsa kod povratka u igru imali gotovo četiri puta veću vjerojatnost za nastanak re-ozljede. Vrlo je bitno pratiti i evaluirati sportaša i nakon povratka u igru.

5.3. X-ray

Iako su ultrazvuk i magnetska rezonanca idealni modaliteti za procjenu ozljeda hamstringsa, x-ray također ima svoju primjenu. Može se koristiti kada postoji sumnja na koštanu avulziju hvatišta proksimalne tetive hamstringsa na tuber ischiadicum. To može biti izrazito korisno kod mlađih sportaša kod kojih još nije došlo do zatvaranja zona rasta (<25 godina) (Thorborg i sur., 2020).

5.4. Dijagnostički ultrazvuk

Ultrazvuk je dijagnostički uređaj koji je jeftin i brz, omogućava dijagnostiku i gradiranje gotovo svih mišićnih ozljeda te procjenu njihovog razvoja i komplikacija ako do njih dođe. Magnetska rezonanca potrebna je u nekoliko slučajeva iz razloga što ultrazvuk ne omogućava prikaz dubokih tkiva, teška je rana evaluacija i teže su vidljive manje lezije i oštećenja. Osjetljivost ultrazvuka je 77 % za ne strukturalne i 93 % za strukturalne ozljede. Ovo je povezano s činjenicom da je kod blažih ozljeda dijagnostička sposobnost ultrazvuka lošija zato što je prisutan samo mali edem. Osjetljivost ultrazvuka kod blagih kontuzija nešto je veća nego kod ne strukturalnih ozljeda. Kod teških kontuzija osjetljivost ultrazvuka za procjenu hematoma je 100 %. Ultrazvuk omogućava dijagnosticiranje strukturalne ozljede mišića 36 do 48 sati nakon inicijalne traume iz razloga što se vrhunac hemoragično edematoznog nakupljanja primjećuje poslije 24 sata sve do 48 sati kada će se početi smanjivati. Kod profesionalnih sportaša magnetskom rezonancom možemo potvrditi ili isključiti prisustvo manjih strukturalnih ozljeda, kada se klinički pregled i ultrazvuk ne podudaraju. Novija istraživanja preporučuju kombinaciju magnetske rezonance i ultrazvučne dijagnostike zato što magnetska rezonanca ne može samostalno izmjeriti opseg strukturalnog oštećenja. Ultrazvučna evaluacija može se primijeniti 2,4 i 5 dana nakon traume (Maffulli i sur., 2015).

Ultrazvuk možemo koristiti za praćenje stanja hematoma odnosno njegove resorpcije ili za pomoć prilikom aspiracije, te za rano otkivanje kalcifikacija. Rezultati ultrazvučne dijagnostike s vremenom potrebnim za povratak u igru. Ultrazvuk je ovisan o osobi koja ga provodi stoga rezultat također ovisi i o nivou znanja i iskustva. Procjena ozljede intramuskularne tetive kao i povlačenje odnosno retrakcija tetive unutar hematoma također može biti teža koristeći ultrazvuk. S obzirom na navedeno manje ozljede i ozljede intramuskularne tetive mogu

promaknuti ako je ultrazvuk jedina dijagnostička metoda koja se provodi (Thorborg i sur., 2020).

5.5. Magnetska rezonanca

Maffulli i sur. (2015) navode kako je magnetska rezonanca multi-parametarski dijagnostički alat. Za razliku od ultrazvuka sekvence s visokim intrinzičnim kontrastom i osjetljivošću na tekućinu omogućuju otkrivanje minimalnih promjena u strukturi mišića s osjetljivošću od 92 % za ne strukturalne ozljede. Magnetska rezonanca omogućuje panoramski prikaz što omogućuje evaluaciju i dubljih mišića koja nije moguća ultrazvučnom dijagnostikom. Strukturalne lezije dobro su vidljive na magnetskoj rezonanci. Aksijalno skeniranje usporednim pregledom mjeri promjene u volumenu, strukturi i intenzitetu signala mišića, dok koronalni i sagitalni snimci duž osi mišića pravilno definiraju opseg lezije. Magnetska rezonanca osjetljivija je od ultrazvuka kod prikaza promjena signala koje nastaju zbog prisutnosti edema unutar mišićnog snopa, čak i kada je mišić strukturalno netaknut. Maffulli i sur. (2015), stoga indiciraju magnetsku rezonancu za:

- Procjenu prognoze povratka za ne strukturalne ozljede kod profesionalnih i elitnih sportaša
- Isključivanje strukturalnih ozljeda kod profesionalnih i elitnih sportaša kada se klinički pregled i dijagnostički ultrazvuk ne podudaraju
- Procjenu stanja mišića koje je drugim metodama teško ispitati
- Kod subtotalnih ili potpunih mišićnih lezija kada postoji sumnja na zahvaćenost tetive ili mišićno-koštanih avulzija.

Generalna preporuka je ta da je sama rehabilitacija više konzervativnija ako se na snimci magnetske rezonance vidi zahvaćena intramuskularna tetiva, a sama preporuka temelji se na tome što je povratak u sport duži i stupanj re ozljeda veći kod navedene patologije (Hickey i sur., 2022). Period povratka u sport nešto je duži i kod sportaša kojima je na snimci identificirana potpuna ruptura tetive kao i valovita tetiva (Hickey i sur., 2022).

Prikaz na magnetskoj rezonanci ne mijenja se prvih sedam dana nakon ozljede, što indicira da se magnetska rezonanca može odraditi bilo koji dan unutar prvog tjedna od nastanka ozljede.

Magnet sam po sebi ne može točno odrediti prognozu, plan liječenja i vrijeme povratka u sport, ali može nam pomoći u oblikovanju strategija rehabilitacije, same strategije potrebno je kontinuirano prilagođavati na temelju kliničkog razmišljanja te procjene i razumijevanja zahtjeva kojima se sportaš mora vratiti. Stoga bi se prognoza i plan liječenja trebali određivati i temeljiti na procesu kliničkog razmišljanja, kojem magnetska rezonanca može pridonijeti, ovisno o ozljedi i zahtjevima sporta kojim se sportaš bavi (Thorborg i sur., 2020).

Orchard (2016), navodi kako kod neprofesionalnih sportaša nije potrebno provoditi magnetsku rezonancu ako ne postoji opravdana sumnja na tešku rupturu tetive ili avulziju. U tom slučaju magnetska rezonanca bila bi opravdana dijagnostička metoda. U profesionalnim sportskim klubovima cijena magnetske rezonance ne predstavlja problem s obzirom na ulaganja u igrače i njihove plaće. Magnetska rezonanca može u manjoj mjeri pomoći kod prognoze povratka u sport, ali ne ako se koristi kao samostalna metoda bez dobrog kliničkog pregleda i razmišljanja. Prirodna tendencija sportaša i trenera u sportskom okruženju je da bol nije stvarna i da bi sportaši ponekad trebali preći preko boli ili čak igrati s bolovima. Magnetska rezonanca, ako je pozitivna na mišićne ozljede može na neki način biti podsjetnik svima uključenima da su ozljede stvarne i prisutne, ta da postoji određeni rizik ukoliko igrač nastavi igrati istim intenzitetom. Ako magnetska rezonanca pridonese da igrači i treneri to shvate na taj način, onda ova dijagnostička metoda zaista ima pravu vrijednost (Orchard, 2016).

6. KLASIFIKACIJA OZLJEDA

Ako govorimo o klasifikaciji ozljeda hamstringsa, možemo reći da je to ustvari proces kojim opisujemo i kategoriziramo ozljede. Postoje različiti pristupi i načini klasifikacije mišićnih ozljeda, a oni se mogu temeljiti na mjestu ozljede (proksimalna ili distalna), na kontaktu (kontuzija ili ne kontaktna ozljeda, na tome koje je tkivo zahvaćeno (tetiva ili mišić), na prirodni nastanka (nagla ili postepena), te na temelju nalaza na magnetskoj rezonanci. Dobra klasifikacija vrlo je bitna kako bi mogli odabrati pravilan pristup liječenju i kako bi mogli na pravilan način informirati pacijenta o samoj ozljedi. Iz perspektive trenera i sportaša najvažnija mjera ozbiljnosti ozljede je duljina vremena koja je potrebna za potpuni povratak sportu kojim se sportaš bavi. Postoje brojni načini za klasifikaciju i gradiranje mišićnih ozljeda, te međunarodni konsenzus o najprikladnijem pristupu klasifikacije ostaje podijeljen (Thorborg i sur., 2020). U ovom poglavlju opisat ćemo dvije klasifikacije koje se danas najčešće koriste u sportu, a to su Minhenska i Britanska klasifikacija.

6.1. Minhenska klasifikacija

Minhenska klasifikacija obuhvaća samu klasifikaciju mišićnih ozljeda i stupnjevanje ozbiljnosti ne kontaktnih mišićnih ozljeda koristeći klinički pregled i radiološke informacije. Kao takva jedinstvena je jer koristi kombinaciju kliničkih i radioloških znakova kako bi definirala prirodu ozljede (Thorborg i sur., 2020.).

Minhenska klasifikacijski sistem klasificira ozljede u dvije grupe, a to su funkcionalne i strukturalne mišićne ozljede. Funkcionalne ozljede izazvane su umorom i neurogenim poremećajima koji uzrokuju disfunkcije mišića, dok su strukturalne ozljede ruptur mišićnih vlakana (Ekstrand, Askling, Magnusson, Mathoefer, 2013).

U sezoni 2011/2012 Ekstrand i sur. (2013), implementirali su sustav Minhenske klasifikacije u 31 profesionalnu Europsku nogometnu momčad s ciljem same implementacije navedene klasifikacije na nivou elitnog europskog nogometa, nakon čega su evaluirali je li klasifikacija primijenjena i dobro prihvaćena od strane medicinskih ekipa klubova. Drugi cilj bio je evaluacija klasifikacije kao prediktora za povratak u sport i treći cilj bio je pružiti normativne podatke o učestalosti mišićnih ozljeda u različitim klasifikacijskim skupinama te analizirati

može li ovaj sustav klasifikacije biti koristan za anteriorne i posteriorne mišićne ozljede natkoljenice.

U sezoni 2011/2012 ukupno je dokumentirano 393 ozljede natkoljenice. Navedeni sustav klasifikacije dobro je prihvaćen sa 100 % primjene kod svih klubova koji su bili uključeni. Dvije trećine svih zabilježenih ozljeda klasificirane su kao strukturalne ozljede, koje su također bile povezane s dužim odsustvom u usporedbi s funkcionalnim ozljedama. Značajne promjene uočene su kod podgrupa strukturalnih ozljeda (manja parcijalna, umjerena parcijalna i potpuna ozljeda), odnosno duže odsustvo povezano je s ozbiljnijim strukturalnim ozljedama, dok podgrupe funkcionalnih ozljeda nemaju značajnu prognostičku vrijednost. Nisu zabilježene značajne razlike u vremenu odsustva između anteriornih i posteriornih ozljeda natkoljenice.

Tablica 5. Minhenska klasifikacija (Izvor: Ernlund i Vieira, 2017)

Vrsta ozljede	Definicija	Simptomi	MRI
Kontuzija	Vanjska trauma, struktura nije oštećena	Bol	Hematom
Laceracija	Vanjska trauma, vidljiva mišićna ozljeda (ruptura)	Bol	Hematom
Tip 1	Promjena mišića uzrokovana prenaprezanjem		
1A	Promjena mišića uzrokovana umorom	Mišićna napetost	Negativan
1B	DOMS (engl. Delayed onset muscle soreness)	Akutna upalna bol	Negativan ili izolirani edem
Tip 2	Neuromuskularna mišićna promjena		
2A	Neuromuskularna mišićna promjena povezana s kralježnicom	Povišeni mišićni tonus zbog neurološkog poremećaja	Negativan ili izolirani edem
2B	Neuromuskularna mišićna promjena povezana s muskulaturom	Povišeni mišićni tonus zbog promjene neuromuskularne kontrole	Negativan ili izolirani edem
Tip 3	Parcijalna ruptura mišića		
3A	Manja parcijalna ruptura (ruptura koja zahvaća manje područje maksimalnog promjera mišića)		Ruptura vlakana
3B	Umjerena parcijalna ruptura (ruptura koja zahvaća umjereno područje maksimalnog promjera mišića)		Povlačenje tetive i hematom
Tip 4	(Sub) totalna ruptura mišića s avulzijom		Kompletni prekid kontinuiteta vlakana

6.2. Britanska klasifikacija (British Athletics Muscle Injury Classification – BAMIC)

U ovoj klasifikaciji postoji mišićne ozljede kategorizirane su u 5 stupnjeva od 0 do 4. Stupnjevi od 1 do 4 nadalje su podijeljeni u tri dijagnostičke podgrupe (a,b ili c) ovisno o lokaciji i opsegu ozljede. Mišićna ozljeda je poželjna generalna terminologija koja obuhvaća ozljede od 0 – 4 dok je termin ruptura adekvatan za opis ozljeda od 1 – 4. Za ozljede rangirane od 1 – 4 sufiks a predstavlja mio-fascijalnu ozljedu, sufiks b predstavlja ozljedu trbuha mišića, najčešće na mišićno-tetivnom spoju i na kraju sufiks c predstavlja ozljedu koja zahvaća tetivu. Najčešće ozljede su one koje zahvaćaju mišićno-tetivni spoj i one su povezane s dužim vremenom oporavka u usporedbi s perifernim mio-fascijalnim ozljedama. U ovoj klasifikaciji uključen je opis lokacije odnosno mjesta ozljede (proksimalna, centralna i distalna) ovisno o polazištu mišića.

Količina i stupanj anatomskih detalja koji ovaj pristup pruža je privlačan za medicinsko osoblje koje se bavi rehabilitacijom mišićnih ozljeda i može biti relevantan za određivanje najboljih modaliteta liječenja. Pokazalo se da je ovaj pristup pouzdan i temelji se na dostupnim dokazima o prognostičkim elementima uključenim u mišićne ozljede (Thorborg i sur. 2020.)

Tablica 6. BAMIC klasifikacija (Izvor: Ernlund i Vieira 2017)

Stupanj	Opis	Magnetska rezonanca
<i>Stupanj 0</i>		
0a	Lokalizirana (žarišna) mišićna bol	Normalan
0b	Generalizirana mišićna bol nakon vježbanja	Normalan ili povećani signal kod jednog ili više mišića.
<i>Stupanj 1</i>		
1a	Laka miofascijalna ozljeda	Pojačani signal fascije, zahvaća <10 % trbuha mišića i kraniokaudalnu duljinu <5 cm.
1b	Laka miotendinozna ozljeda	Pojačani signal <10 % poprečnog presjeka mišića u mišićnotetivnom području i kraniokaudalne duljine <5 cm.
<i>Stupanj 2</i>		
2a	Umjerena miofascijalna ozljeda	Pojačani signal iz fascije koji se širi do mišića, područje poprečnog presjeka ozljede od 10 % do 50 %, kraniokaudalna duljina > 5 i <15 cm, oštećenje vlakana <5 cm.
2b	Umjerena miotendinozna ozljeda	Pojačani signal u mišićno-tetivnom području, poprečni presjek ozljede je od 10 % do 50 % i u kraniokaudalnoj duljini od >5 i <15 cm, oštećenje vlakana <5 cm.
2c	Umjerena intratendinozna ozljeda	Pojačani signal unutar tetive, uzdužne duljine <5 cm i <50% površine presjeka tetive. Napetost i kontinuitet održani.
<i>Stupanj 3</i>		
3a	Teška miofascijalna ozljeda	Pojačani signal iz fascije koji se širi do mišića, područje poprečnog presjeka ozljede je > 50 %, kraniokaudalna duljina je > 15 cm, oštećenje vlakana > 5 cm.
3b	Teška miotendinozna ozljeda	Pojačani signal s površinom poprečnog presjeka ozljede > 50 %, kraniokaudalnom duljinom > 15 cm i oštećenjem vlakana > 5 cm.
3c	Teška intratendinozna ozljeda	Pojačani signal u tetivi, uzdužna duljina zahvaćenosti tetive > 5 cm i > 50 % površine presjeka tetive je zahvaćeno. Moguć gubitak napetosti tetiva, ali nema vidljivog prekida kontinuiteta.
<i>Stupanj 4</i>		
4	Potpuna mišićna ozljeda	Potpuni prekid kontinuiteta mišića s retrakcijom.
4c	Potpuna ozljeda tetive	Potpuni prekid tetive s retrakcijom.

7. PASIVNI MODALITETI U TRETMANU STRAŽNJE MIŠIĆNE LOŽE NATKOLJENICE

Tradicionalna rehabilitacija u većini slučajeva počinje s PRICE protokolom (engl. protection, rest, ice compression, elevation). U ovoj fazi krio terapija ima bitnu ulogu, a najpoznatiji efekt krio terapije je smanjenje temperature tkiva. Zemke i sur. (1998) tvrde da su svi efekti krio terapije ustvari rezultat promjene temperature tkiva, a ti efekti su smanjena perfuzija tkiva, smanjenje upalnih znakova. Terapijski ultrazvuk još je jedna metoda koja se koristi u rehabilitaciji ozljeda mišića stražnje lože. Akustična vibracija koju proizvodi ultrazvuk potiče stanične promjene u tkivu, smatra se ultrazvuk potiče sintezu proteina, proliferaciju fibroblasta i sekreciju mastocita (Baker i sur. 2001). Upotreba i korist samog terapijskog ultrazvuka još uvijek je kontroverzna tema. Dio autora smatra i navodi u brojnim istraživanjima da su imali pozitivne učinke na cijeljenje tkiva dok drugi tvrde kako se utrošeno vrijeme na aplikaciju ultrazvuka može bolje iskoristiti. Kako incidencija mišićnih ozljeda raste tako raste i broj istraživanja koja se bave proučavanjem učinkovitosti pasivnih modaliteta u fizikalnoj terapiji. Ovdje valja spomenuti i laser. Laser penetrira duboko u tkivo i potiče produkciju ATP-a, potiče rast i migraciju satelitskih stanica i fibroblasta, te potiče angiogenezu (Vatansever i sur. 2012). Smatra se da navedeni efekti potiču regeneraciju tkiva i sprečavaju fibrozu tkiva. Manualna terapija uvelike se koristi u fizioterapiji, i zato je valja spomenuti. Manualnom terapijom možemo odraditi procjenu i tretirati zglobni, mišićni i živčani sustav. Kontakt rukom stimulira mehanoreceptore koji zatim stvaraju aferentne impulse u CNS-u te tako potiču analgetski učinak i poboljšanje funkcije mišićno-zglobnog sustava (Ramos i sur. 2016). Istraživanja na temu odnosa između hipomobilnosti u zglobovima zdjelice i kuka i ozljeda hamstringsa potvrđuju da su se igrači u čiju su rehabilitaciju bile uključene manualne mobilizacije i manipulacije zglobova kuka i zdjelice prije vratili u sport (Ramos i sur. 2016). Na temelju ovog podatka možemo zaključiti da bi bilo dobro provesti kompletnu procjenu mobilnosti zglobova kuka i zdjelice kod sportaša s ozljedama stražnje lože.

7.1. Laser

Medeiros i sur. (2020) analizirali su učinak lasera niskog intenziteta (engl. Low Level Laser Therapy) na liječenje ozljeda hamstringsa kod amaterskih sportaša koji su bili uključeni u kineziterapijski program rehabilitacije. Svi sudionici bili su uključeni u isti kineziterapijski program dok ne zadovolje specifične kriterije za povratak u sport. Nakon vježbi primijenjena je terapija laserom niskog intenziteta ili placebo, ovisno o kojoj grupi se radi. Ono što su autori promatrali je vrijeme potrebno za potpuni povratak u sport, zatim broj potrebnih rehabilitacijskih tretmana, fleksibilnost hamstringsa, jakost i broj re-ozljeda. 24 sportaša bilo je uključeno u istraživanje, a rehabilitaciju je završilo 22 sportaša, 11 po grupi. Vrijeme povratka u sport bilo je isto kod sportaša kod kojih je primijenjena terapija laserom i kod placebo grupe, te nije bilo re-ozljeda.

Terapija laserom niskog intenziteta kao dodatak kineziterapijskoj rehabilitaciji, s parametrima od 850nm, 90 J po tretmanu i primjenom tri puta tjedno ne pospješuje povećanje mišićne jakosti i fleksibilnosti, niti ubrzava povratak punoj participaciji u sportu nakon ozljeda hamstringsa kod amaterskih sportaša. S obzirom da se u istraživanjima provedenim na životinjama vide pozitivni učinci lasera na cijeljenje tkiva i s obzirom na to da odgovor tkiva na različite doze, preporučuju se daljnja istraživanja na temu primjene lasera u terapiji mišićnih ozljeda (Medeiros i sur., 2020).

7.2. TECAR

TECAR terapija (engl. Transfer of Energy Capacitive and Resistive) definirana je kao neinvazivna visokofrekventna energija (300 KHz – 1 MHz) koja potiče sposobnost cijeljenja tkiva. Fiziološki efekti TECAR terapije uključuju smanjenje mišićnog spazma i kontraktura, vazodilataciju s povećanjem cirkulacije, oksigenacija i aktivacija metaboličkih procesa te povećanje unutarnje temperature. Preporučuje se koristiti TECAR terapiju u kombinaciji s manualnom terapijom kako bi se postigao optimalni učinak rehabilitacije mišićnih ozljeda. TECAR terapija je bezbolna, lako se podnosi i nema nuspojava (Iacob, Vrabie, Stegariu, Zelenović, Božić, 2021).

Iacob i sur. (2021) navode da što se tiče prijenosa električnog naboja u TECAR terapiji, postoje dva načina, a to su rezistivni i kapacitivni. Kapacitivni način primjenjuje se kod poremećaja tkiva s većim sadržajem elektrolita, kao što su mišići. Rezistivni način primjenjuje se kod tkiva s većim otporom, poput kostiju ili zglobova. Neki od učinaka TECAR terapije su:

- Povećanje dubinskog protoka krvi
- Stimulacija proliferacije i diferencijacije matičnih stanica
- Povećanje staničnog metabolizma i dubinske cirkulacije
- Smanjenje boli

Szabo i sur. (2022) Smatraju da je zbog navedenih benefita najbolje upotrebljavati TECAR terapiju u kombinaciji s manualnom terapijom. Manualna terapija jedan je od najsigurnijih i najčešće korištenih pasivnih modaliteta u terapiji. Autori smatraju da efekti manualne terapije kao što su smanjenje napetosti mišića, poticanje relaksacije i povećanje mobilnosti kroz pasivne tehnike primijenjene od strane terapeuta u kombinaciji s efektima TECAR terapije pružaju optimalan temelj za dobru regeneraciju tkiva. Zbog ranije navedenih benefita TECAR terapije ona se najčešće počinje primjenjivati prije početka implementacije terapijskih vježbi.

7.3. Manualna terapija

Manualna terapija pristup je koji obuhvaća procjenu i tretman zglobnog, mišićnog i živčanog sustava. Sam kontakt rukom stimulira mehanoreceptore koji stvaraju aferentne impulse, što rezultira neuromodulacijama u središnjem živčanom sustavu i analgetskim učinkom te poboljšanjem funkcije mišića i zglobova (Ramos i sur., 2017). Ramos (2017) navodi nekoliko istraživanja koja preporučuju manualnu terapiju kod ozljeda mišića stražnje lože. Istraživanja su pokazala raniji povratak sportskoj aktivnosti kod grupe ispitanika kod koje je uz kineziterapijski tretman primijenjena procjena i manualna mobilizacija kukova i zdjelice. Još jedna intervencija koju autori smatraju korisnom je živčana mobilizacija. Taj pristup uključuje intervencije kojima se potiče kontrolirana mobilizacija samih živaca, a što rezultira poboljšanjem provodljivosti i intrinzične mobilnosti živaca. Ožiljkasto tkivo koje se formira nakon ozljede hamstringsa može stvarati probleme u mobilnosti nervusa sciaticusa, iako je to rijetka komplikacija. Autori smatraju da se tehnike klizanja živca trebaju provoditi ako je slump test pozitivan nakon ozljede hamstringsa.

Istraživanja pokazuju da mobilizacije kralježnice povećavaju istezljivost hamstringsa, odnosno sposobnost mišićnog tkiva da se isteže. Unilateralne antero-posteriorne mobilizacije daju bolje rezultate u pogledu istezljivosti hamstringsa u odnosu na centralne mobilizacije, međutim vrijeme trajanja tog perioda povećane istezljivosti nije istraženo. Ako terapeuti upotrebljavaju mobilizacije kralježnice kao dio multifaktorijskog pristupa rehabilitaciji hamstringsa, vrlo je bitno znati i trajanje efekta intervencije kako bi se njena korist mogla evaluirati. Iako neka istraživanja navode kako neurofiziološki efekti kao rezultat mobilizacija kralježnice nestaju 5 minuta nakon intervencije, u literaturi zaista postoji malo podataka koji nam daju uvid u duljinu trajanja efekta navedenih intervencija (Chesterton, Evans, Livadas, McLaren, 2019).

Chesterton i sur. (2019) u svom istraživanju dokazali su da učinci unilateralnih postero-anteriornih mobilizacija kralježnice na opseg pokreta hamstringsa i same kralježnice traju dosta kratko, otprilike 15-20 minuta. S obzirom na te vrijednosti autori smatraju kako bi terapeuti mogli iskoristiti taj period za provođenje vježbi u vanjskim opsezima hamstringsa. Autori također pozivaju na oprez zato što je navedeno istraživanje provedeno na zdravoj asimptomatskoj populaciji i ističu potrebu za daljnjim istraživanjima na simptomatskoj populaciji kako bi se mogla procijeniti vrijednost ovih intervencija.

7.4. PRP injekcije

Tijekom rehabilitacije hamstringsa neki igrači mogu biti liječeni PRP injekcijama (engl. Platelet-Rich Plasma Injections), međutim to ovisi o dostupnosti navedenog tretmana, te o sposobnosti i načinu liječenja medicinske ekipe. Smatra se kako PRP injekcije potiču cijeljenje tkiva i mnoga istraživanja provedena su na sportašima s ozljedama hamstringsa i utjecaju PRP injekcija na iste. Novija istraživanja pokazala su da se vrijeme trajanja liječenja nije smanjilo ako je u samu rehabilitaciju bila uključena i terapija PRP injekcijama. Također ne postoji konsenzus o tome koliko često bi se PRP injekcije trebale davati sportašima, u kojem volumenu i kojoj kompoziciji. Autori navode kako su PRP injekcije neškodljiv, ali i neučinkovit tretman u ubrzavanju povratka u igru (Hickey i sur., 2022).

8. AKTIVNA REHABILITACIJA PROKSIMALNE TETIVE MIŠIĆA STRAŽNJE LOŽE

Nakon mišićnih ozljeda u sportu liječnici i terapeuti pod pritiskom su kako bi na adekvatan i siguran način vratili sportaša u natjecateljski ritam. Ono što je od izrazite važnosti je to da igraču osiguramo adekvatno vrijeme cijeljenja tkiva, a s druge strane bitno je da sportaš radi rehabilitaciju blizu granice kapaciteta tkiva. Vrlo je bitno paziti da igrač ne progredira kroz faze rehabilitacije prebrzo jer će tako povećati rizik od pogoršanja simptoma, a posljedično tome produljit će i vrijeme povratka sportskim aktivnostima. S druge strane ako igrača ne opteretimo dovoljno i možda pre konzervativno pristupimo rehabilitaciji riskiramo to da odvojimo igrača od treninga i natjecanja više nego je to zaista potrebno.

Ne operativno liječenje proksimalnih ruptura hamstringsa indicirano je kod rupture samo jedne tetive ili kod ruptura dvije tetive, ali ako je retrakcija manja od 2 cm. Ostali faktori poput nivoa aktivnosti, komorbiditeti, te primjerice ne mogućnost pridržavanja postoperativnog protokola mogu se također uzeti u obzir. Istraživanja su pokazala da se u velikom broju slučajeva pacijenti koji su bili liječeni ne operativno nakon nekog vremena odlučuju na operativno liječenje (Looney i sur., 2023).

Ramos i sur. (2016) navode kako je jedan od osnovnih ciljeva rane rehabilitacije uspostaviti dobru neuro muskularnu kontrolu i spriječiti formaciju fibroznog tkiva, a u čemu će nam pomoći izometričke vježbe bez provokacije boli, te aktivni pokreti niskog intenziteta. Askling i sur. (2013) proveli su istraživanje usporedivši klasične protokole rehabilitacije s protokolom koji je fokusiran na ekscentrične kontrakcije s maksimalnim dinamičkim istežanjem, te su došli do zaključka da je protokol s naglaskom na ekscentriku rezultirao bržim povratkom u sport i manjom incidencijom re ozljeda. U kasnijim fazama vrlo je bitno progredirati s ekscentričnim treningom i u samu rehabilitaciju uključiti pokrete i scenarije tipične za nogomet kao i progresije sprinta. U rehabilitaciju također je bitno uključiti i trening pliometrije kako bi poboljšali reaktivne, elastične i mehaničke sposobnosti mišića Ramos (2016).

Glavni cilj programa rehabilitacije hamstringsa trebao bi biti facilitacija povratka igrača u sport na što brži način, s minimalnim rizikom od re-ozljede i na najvišem mogućem nivou fizičke spreme. Terapeuti bi s toga trebali ciljati na deficite u funkciji hamstringsa, ali i smanjenje

faktora rizika koji bi mogli doprinijeti ozljedi. Proces rehabilitacije trebao bi biti period u kojem bi trebalo raditi i na općim performansama igrača. Dobar plan rehabilitacije uvijek bi trebao biti siguran, te uz minimalan rizik pripremiti sportaša za velike zahtjeve koje zahtjeva sport. Ciljevi rehabilitacije postavljaju se kroz zajedničko donošenje odluka između pacijenta, trenera i medicinskih stručnjaka (Thorborg i sur. 2020).

Kada govorimo o ozljedama tetiva, onda su to ozljede c tipa po Britanskoj klasifikaciji. C ozljede najčešće nastaju naglo zbog raznih visoko silnih mehanizama. Iako većina ovih ozljeda nastaje uslijed sprinta, neke se javljaju i kod istezanja visokim brzinama. Kada nastanu, ozljede tipa c najčešće uzrokuju antalgican hod i značajan gubitak opsega pokreta. Istraživanja su pokazala zanimljiva zapažanja kod ovih ozljeda, a to je brzina kojom se klinički simptomi mogu poboljšati. Ako nakon ozljede kontraktilni elementi mišićno tetivne jedinice ostanu netaknuti i ako je intra-tetivna ozljeda parcijalna, tada će se proizvodnja sile kod niskih razina opterećenja brzo vratiti. Autori opisuju kako je cijeljenje tetive duže nego cijeljenje fascije i mišića te navode kako tetiva ima veliku ulogu u proizvodnji sile mišićno tetivne jedinice kako brzina trčanja raste. Stoga moramo biti pažljivi s progresijom kada se simptomi počnu smanjivati jer bi prebrzom progresijom treninga i plana rehabilitacije mogli razviti predispoziciju za nastanak re-ozljeda dok je tetiva još uvijek u fazi cijeljenja (Macdonald i sur., 2019).

Ono što je vrlo bitno i što na kraju zanima trenere i igrače je koliko dugo će trajati oporavak od ozljede i kada mogu očekivati povratak na teren. Pruna i sur. (2018) stručnjaci iz FC Barcelona koriste rezultate magnetske rezonance kao polazišnu točku za procjenu povratka igrača na teren, zatim u obzir uzimaju i ostale faktore: specifični faktori za svakog igrača, nogometno-specifični faktori i faktori rizika. Autori ističu kako proksimalne ozljede i one kod kojih je uključena tetiva zahtijevaju duži period za povratak u sport. Na temelju 10 sezona istraživanja i prikupljanja podataka stručnjaci iz FC Barcelona uspjeli su prikupiti dovoljno podataka kako bi za svaku pojedinu ozljedu hamstringsa, ovisno o lokaciji ozljede i involviranom mišiću ili tetivi znali otprilike koliko je potrebno za povratak na teren. Tako primjerice za proksimalne ozljede tetive biceps femorisa procjenjuju povratak u sport za oko 7-10 tjedana, ako se liječi ne operativno, dok je za semimembranosus vrijeme povratka otprilike 5-6 tjedana. Ako se radi o avulzijama ili rupturama tetive koje je potrebno liječiti operativno, vrijeme povratka procjenjuje se na otprilike 4-5 mjeseci. Autori također ističu da

navedeni podaci nisu još potvrđeni znanstvenim studijama, te se temelje samo na njihovom klubu.

8.1. Tretman u akutnoj fazi

Postoji malo dokaza o tretmanu proksimalne tetive hamstringsa u akutnoj fazi. Do sada većinom se je koristio PRICE protokol (Zaštita – Protection, Odmor – Rest, Led – Ice, Kompresija – Compression, Elevacija – Elevation). Autori danas većinom preporučuju alternativni POLICE tretman (Zaštita – Protection, Optimalno opterećenje – Optimal Loading, Led – Ice, Kompresija – Compression, Elevacija – Elevation), te smatraju kako je potrebno odmor zamijeniti balansiranim i postupnim opterećenjem kako bi potaknuli ranu regeneraciju. U ranoj fazi rehabilitacije fokus bi trebao biti na smanjenju simptoma i vraćanju funkcije. Ciljevi u ovoj fazi su smanjenje hematoma, limitiranje nastanka ožiljkastog tkiva, te rana vaskularna regeneracija. Rano i adekvatno opterećenje potiče regeneraciju i smanjuje mišićnu atrofiju, međutim valja napomenuti da trenutno ne postoji konsenzus o brzini napretka i intenzitetu ranog opterećenja mišićnih i tetivnih ozljeda. Novije studije pokazuju da ako se s rehabilitacijom započne 2, umjesto 9 dana nakon ozljede, možemo značajno skratiti vrijeme oporavka i rizik od re-ozljede. Autori smatraju da se na temelju ranije navedenog, s aktivnim progresivnim opterećenjem započne rano prema toleranciji sportaša (Thorborg i sur., 2020).

Kao što smo i ranije naveli intervencije koje se koriste u akutnoj fazi trebale bi za cilj imati smanjenje boli i poboljšanje kvalitete pokreta. Neke od tih intervencija su manualna fizioterapija i pasivne mobilizacije zahvaćenog područja. Ono što je bitno naglasiti je da pasivni modaliteti ne smiju biti jedina terapija u akutnoj fazi, već dodatak kvalitetnom opterećenju zahvaćenog tkiva, odnosno pasivni modaliteti koriste se u najvećoj mjeri za smanjenje boli i povećanja opsega pokreta kako bi što efektivnije mogli koristiti aktivne oblike terapije. U subakutnoj fazi uvodimo aktivne mobilizacije kojima ćemo facilitirati sposobnost izvođenja samog pokreta i potaknuti cijeljenje tkiva. U ovoj fazi od izrazite je važnosti da fokus bude na kvaliteti pokreta bez kompenzatornih mehanizama. Primjeri intervencija su vježbe dinamičke mobilnosti i lagano aktivno istezanje prema vanjskim opsezima hamstringsa, ne preko granice boli te vježbe izduživanja hamstringsa (engl. Lengthening exercises). Ne smijemo zaboraviti niti vježbe za druge regije koje neće pogoršavati simptome, tu spadaju vježbe za regiju kuka, gluteus te list. Ne smijemo zaboraviti i na aktivaciju gornjeg dijela tijela

kao i aerobnu kondiciju, za čije održavanje možemo koristiti različite eliptične trenažere, bicikle te Alter G sprave prije nego što započnemo s hodanjem na traci za trčanje (Pruna i sur., 2018).

Lagane vježbe aktivacije hamstringsa preporučuju se u ranoj fazi cijeljenja. Aktivni pokreti u srednjim i unutarnjim opsezima fleksije koljena preporučuju se bez vanjskog opterećenja. Također se preporučuje fokusirana aktivacija mišića u ovoj fazi. Ona se provodi korištenjem manualnog opterećenja kako bi osigurali mehanički stimulus zahvaćenoj regiji, a s druge strane zbog manualnog otpora možemo konstantno modificirati opterećenje kako ne bi preopteretili osjetljive strukture. U ovoj fazi preporučuje se izvođenje vježbi po principu malo i često. Pokreti vježba jakosti trebali bi biti spori i kontrolirani, a preporučuje se izvođenje 2-3 seta po 4-6 ponavljanja u sub maksimalnim kontrakcijama (60 % - 70 % maksimalne voljne kontrakcije mišića, engl. Maximum voluntary contraction – MVC), dva puta dnevno (Pruna i sur., 2018).

8.2. Vježbe izduživanja mišića stražnje lože – Askling L i C protokol

U zadnje vrijeme veliku pažnju privlači Asklingov L protokol koji se temelji na opterećenju hamstringsa tijekom vježbi izduživanja. Istraživanja navode kako je L protokol rezultirao bržim povratkom u sport kod Švedskih nogometaša u usporedbi s C kod kojeg nije fokus na vježbama izduživanja hamstringsa. U oba programa vježba 1 imala je fokus na fleksibilnost, vježba 2 bila je kombinirana vježba jakosti i kontrole trupa, dok je vježba 3 bila specifična vježba jakosti, te su se brzina provođenja vježbi i opterećenje progresivno povećavali prema toleranciji sportaša. Uz dodatak specifičnom protokolu nogometaši su provodili i progresije trčanja koji su započinjali biciklom 10 minuta, 10 x 20 sekundi brzog skipa na mjestu, 10 x 40 metara jogging kratkim koracima i 10 x 10 metara akceleracije. Nakon što su igrači savladali navedeni program počeli su s novim programom trčanja koji sadrži trčanje visokim brzinama tri puta tjedno (Tablica 10). Vrijeme povratka na teren kod nogometaša koji su provodili L protokol bilo je kraće od onih koji su provodili C protokol bez obzira je li mehanizam ozljede bio sprint ili istežanje. Na temelju ovih istraživanja razumno bi bilo koristiti vježbe izduživanja hamstringsa koje su opisane u Asklingovom L protokolu za ekstenzore kuka i fleksore koljena, već u ranim fazama rehabilitacije (Thorborg i sur., 2020)



Slika 6. Vježba the extender (Izvor: Thorborg i sur. 2020)



Slika 7. Vježba the diver (Izvor: Thorborg i sur. 2020)



Slika 8. Vježba the slider (Izvor: Thorborg i sur. 2020)

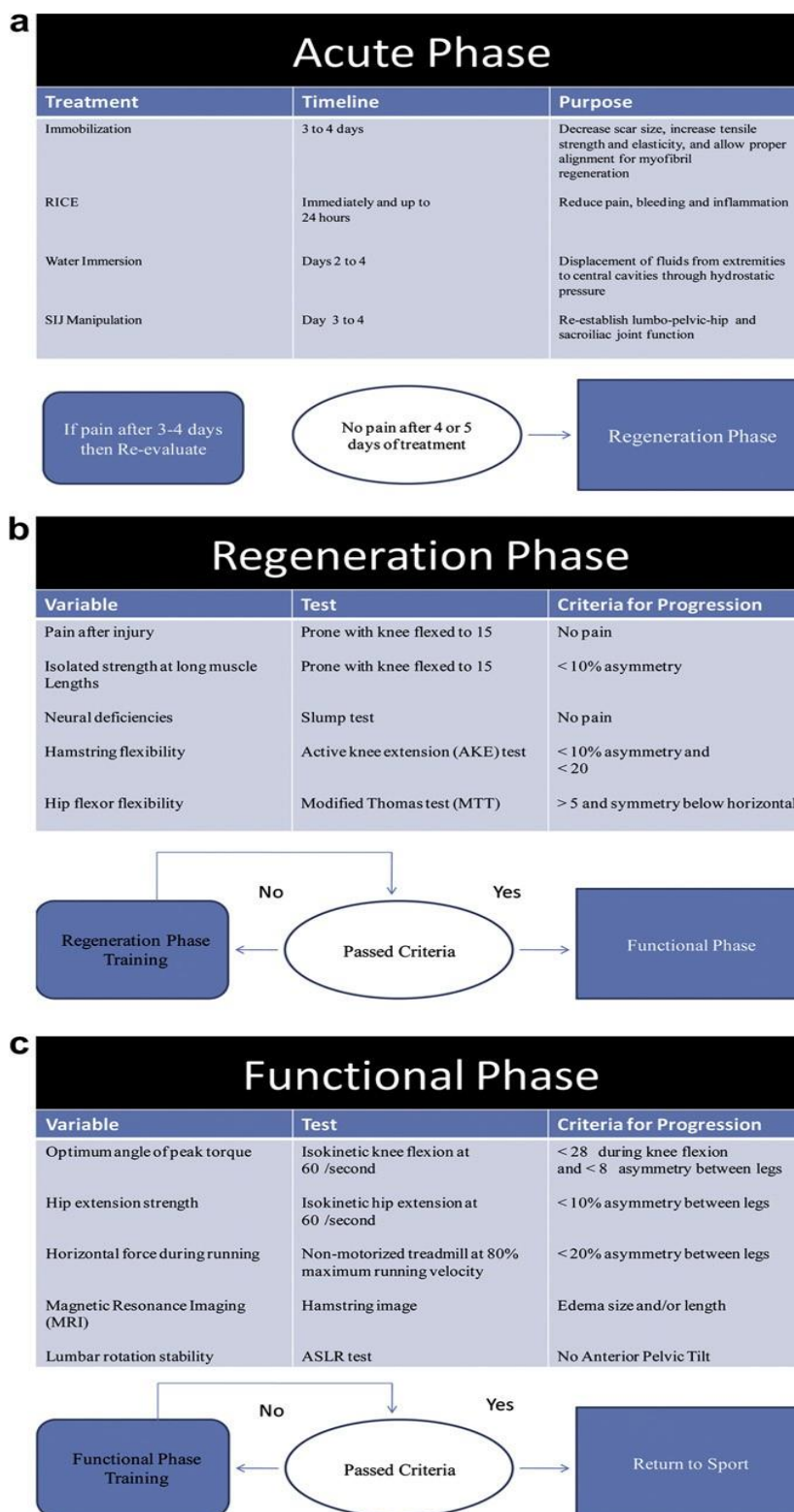
8.3. Multifaktorijalni pristup

Mendiguchia i Brughelli (2011), preporučuju program rehabilitacije ozljeda hamstringsa koji kombinira pokrete niskog rizika i visokih zahtjeva, odnosno cilj rehabilitacije trebao bi biti razvoj funkcionalnih aktivnosti sportaša uz minimiziranje rizika od re ozljede. Autori ističu važnost objektivnih kriterija koji će terapeutima i trenerima poslužiti za progresiju iz faze u fazu. Mendiguchia i Brughelli (2011) podijelili su samu rehabilitaciju u tri faze:

- Akutna faza
- Subakutna/regeneracijska faza
- Funkcionalna faza

Algoritam koji su osmislili vrlo se često koristi u nogometu za povratak igrača na teren. Algoritam služi za otkrivanje i tretiranje deficita koji utječu na performanse i predstavljaju rizik za re-ozljedu i obuhvaća objektivne i funkcionalne kriterije za progresiju u sljedeću fazu. Iako je vrlo malo istraživanja provedeno na temu neoperativnog liječenja proksimalne ruptur tetive hamstringsa, ovaj algoritam može nam poslužiti kao vodič kroz rehabilitaciju navedenih ozljeda uz naravno omogućavanje adekvatnog vremena cijeljenja tetive koje je u pravilu duže od cijeljenja mišića i tetiva kao što smo i ranije naveli. Iskustvo i kliničko razmišljanje ključni su kod rehabilitacije proksimalnih tetiva.

U multifaktorijalnom pristupu u ranoj i regeneracijskoj fazi terapije su se provodile na dnevnoj bazi dok se u funkcionalnoj fazi provodila trodnevna periodizacija kako bi se potakle pozitivne adaptacije treninga i smanjili potencijalni negativni efekti. Prije povratka u sport preporučuje se da igrač odradi minimalno tri puta po tri bloka vježbi u funkcionalnoj fazi i zadovolji navedene parametre u algoritmu. Osnovni aerobni trening (Tablica 8.) započinje kada igrač odradi barem 3 treninga tehnike trčanja bez boli i nelagode u fazi regeneracije. Jedan trening trčanja provodio se svaki treći dan u regeneracijskoj fazi, a sastojao se od 4 x 5 minuta laganog do umjerenog intenziteta. U funkcionalnoj fazi trening trčanja sastojao se od 2 x 10 minuta umjerenog do visokog intenziteta (Tablica 8.) (Thorborg i sur., 2020).



Slika 9. Kriteriji za progresiju nogometaša u svaku fazu multifaktoralnog pristupa (Izvor: Thorborg i sur. 2020)

Tablica 7. Algoritam rehabilitacije i povratka u igru (Izvor: (Mendiguchia i sur., 2017)

	Faza regeneracije	Funkcionalna faza
Manualna terapija	Manualna terapija: Masaža plantarne fascijaže, gastrocnemiusa i hamstringsa (izbjegavati mjesto ozljede) Mobilizacija Z zgloba Neuralne mobilizacije (3x12 reps)NMES	Manualna terapija: Masaža plantarne fascije, gastrocnemiusa i hamstringsa (izbjegavati mjesto ozljede) Mobilizacija Z zgloba
Flexibilnost	Statička fleksibilnost psoasa s zdjelicom u retroverziji (4x15 sekundi) Dinamička mobilnost quadricepsa (2x8) Dinamička fleksibilnost hamstringsa na pilates lopti (2x8) Dinamička fleksibilnost hamstringsa u supiniranom položaju (2x8)	Dinamička mobilnost hamstringsa + fleksibilnost psoasa suprotne strane (2x5) Fleksibilnost hamstringsa na zidu (3x3)
Gluteus	Gluteus Maximus (Odabir opcije za taj dan ovisno koliko bol dozvoljava): Opcija A Pronirana ekstenzija kuka (2x10) Jednonožni most + fleksija suprotnog kuka (ovisno o boli) (2x5) Dvonožni most (50% tjelesne težine 3x6) Opcija B Potisak kuka (hip thrust) (40% Tjelesne težine) (3x6) Jednonožni most + fleksija suprotnog kuka (ovisno o boli) (10% tjelesne težine 2x4) Jednonožni potisak kuka (Hip thrust) (3x6) Gluteus medius Clamshell vježba s gumom (3x6) Abdukcija kuka u bočnom položaju gumom (3x6)	Gluteus Maximus (Odabir opcije za taj dan ovisno koliko bol dozvoljava): Opcija A Jednonožni potisak kuka (hip thrust) (10% tjelesne težine 3x4) Dvonožni potisak kuka (hip thrust) (60% tjelesne težine 3x8) Hodajuće guranje saonica (75% tjelesne težine 15 m x 2) Option B Jednonožni potisak kuka (hip thrust) s ramenima i petom na povišenju (2x4) Jednonožna ekstenzija leđa (2x4) Jednonožna ekstenzija kuka s fleksijom suprotnog kuka(2x3) Gluteus medius Lateralno trčanje s gumom (5m x 5) Monster walk trčanje s gumom (5m x5)
Hamstring	Izometrika u proniranom položaju (U skraćenom i srednje izduženom položaju hamstringsa)(2x5 x 5 sekundi) Izometrika u stojećem, izduženi položaj hamstringsa (2x5 x 5sekundi) Izometrika u supiniranom položaju (U opsezima bez boli)(2x5 x 3 sekunde) Submaksimalna ekscentrika u supiniranom položaju (intenzitet koji može tolerirati) (2x8)	(4 vježbe za hamstrings po treningu, odabirati dvije s dominantnim koljenom i dvije s kukom) Kuk Dvonožni deadlift s mediinkom od 4kg(2x8) Iskorak (15% tjelesne težine 2x6) Jednonožni deadlift 15 kg + step up (2x6) Koljeno Dvonožna klizeća fleksija koljena(2x6) Nordic hamstring (2x4) Sprinter ekscentrična fleksija koljena (2x6) Dvonožni preskok preko prepone s ekstenzijom kuka(2x4) Dvonožni skok u dalj s 5kg (2x4) 2 uzastopna eksplozivna skoka – škare (scissor jumps) (3 x)
Pliometrija		Jednonožni horizontalni skok (2x3) Dvonožni skok preko prepone s fleksijom kuka2x4 Dvonožni skok u dalj s 5kg (2x4) 2 uzastopna eksplozivna skoka – škare (3x)

Stabilizatori gležnja	Dvonožni hamstring/gastrocnemius dissociation drill (3 x 6) Jednonožni hamstring/gastrocnemius dissociation drill (2x6) Step naskoci s noge na nogu (25% tjelesne težine 2x10)	Anteriorni poskoci na prstima s fleksijom suprotnog kuka (20% tjelesne težine 10m x4) Lateralni poskoci na prstima (20% tjelesne težine 10m x4)
Kontrola kralježnice i zdjelice	Bočni most, noge na klupi + perturbacija (2x5) Birdog (2x5) Posteriorni plank s dugom polugom (2x4) Škare u supiniranom položaju, ruke na podlozi (2x5)	Plank na pilates lopti + kružni pokreti laktovima (3x2) Škare u supiniranom položaju s rukama na prsima (2x5) Jednonožne rotacije trupa – pretklon 4kg (2x6) TRX helikopter (3x4) Sprinter push-pull s kablom, peta na povišenju (2x6)
Tehnika trčanja	Vježbe tehnike trčanja u frontalnoj ravnini (10m x5) Lateralno koračanje niskog do umjerenog intenziteta Vježba grapevine stepping niskog do umjerenog intenziteta Step naprijed i nazad preko trake dok se bočno krećemo Vježbe trčanja u sagitalnoj ravnini Trčanje 5 m + 5 m deceleracija (4x) Trčanje 10 m + 5 m deceleracija (3x) Trčanje 15 m + 5 m deceleracija (3x)	Zagrijavanje Balističko istezanje hamstringsa(2x6) B drill s gumom(2x5) Vježbe s preponama (4 varijacije) (1 set lagani intenzitet, 1 set visoki intenzitet) (2x svaka) Tehnika trčanja (statičke vježbe na mjestu, dinamičke kroz 8 metara) Military march vježba (15 m x 2) Iskorak + deadlift (4 x svaka noga) Iskorak + B drill (4x svaka noga) Iz skipa u trčanje (20 m x 4) Sprint poskoci (15 m x 3) Trčanje s preskakanjem prepona (15 m x 1) Sprint 5m (3x), 10m (3), 15m (4), 20m (3), 30m (2) i 4 m (1), > (15 sekundi odmora za svaku sekundu sprinta) Guranje saonica – akceleracije s otporom (30% tjelesne težine), 5 m (3) i 10 metara (2x)

Tablica 8. Osnovni aerobni trening (Izvor: (Mendiguchia i sur., 2017)

	Faza regeneracije	Funkcionalna faza
Provode se svaki treći dan	Četiri seta × 5 minuta niskim ili umjerenim intenzitetom (procjena igrača)	Dva seta × 10 minuta umjerenim ili jakim intenzitetom (procjena igrača)
Kreće kada igrač može odraditi barem tri treninga tehnike trčanja bez boli, nelagode u fazi regeneracije		

8.4. Progresije trčanja

Pruna i sur. (2018), smatraju kako s trčanjem treba započeti što ranije. Ono što naglašavaju je da se opterećenje mora progresivno i pažljivo povećavati za vrijeme treninga trčanja. U FC Barceloni preferiraju da se s trčanjem započne vani na terenu, te da se postepeno dodaju vježbe specifične za nogomet i poziciju na kojoj igrač igra. Tipično započinju trčanjem na pijesku, nakon čega progrediraju prema linearnom trčanju na nogometnom terenu.

Progresija se radi tako da se dodaju promjene smjera i brzine kroz nogometno specifični trening, a što primjerice uključuje promjene smjera kretanja, akceleracije i deceleracije. Na kraju vrlo je bitno uključiti sprint u sam program rehabilitacije i progresije trčanja, te povećavati ukupno opterećenje kako bi ono odgovaralo zahtjevima treninga i utakmica ovisno koju poziciju igrač igra (Pruna i sur., 2018).

Thorborg i sur. (2020), smatraju također kako s trčanjem treba započeti što ranije, odnosno kada igrač može hodati bez bolova. U početku progresiju možemo provoditi tako da iz akceleracije hodanjem nastavimo u lagani jogging iz kojega zatim radimo deceleraciju u hodanje. U sljedećoj fazi igrač može započeti akceleraciju iz jogginga prema trčanju od 70 % brzine, s postepenim smanjivanjem distance akceleracije i deceleracije. Ono što se tipično preporučuje je da je igrač u mogućnosti odraditi sprint sa 100 % brzine bez boli i straha prije povratka u sport. Kao što smo naveli i ranije Thorborg i sur. (2020), preporučuju da volumen i intenzitet brzog trčanja odgovara samom sportašu, odnosno zahtjevima koje iziskuje njegova pozicija.

Iako postoje brojni protokoli za progresiju trčanja nakon ozljeda mišića stražnje lože natkoljenice, autori konstantno navode da programi trčanja kao i jakosti i snage moraju biti individualizirani s obzirom na zahtjeve sporta i pozicije koju pokriva igrač.

Tablica 9. Progresije trčanja (Izvor: Slider i sur. 2013)

Vježbe – Provoditi trening 3 puta tjedno			
Pet minuta laganog istezanja prije i nakon svakog treninga 3 x 20 sekundi svaka noga			
Istezanje lista u stojećem položaju			
Istezanje quadricepsa u stojećem položaju			
Istezanje fleksora kuka			
Istezanje aduktora			
Istezanje hamstringsa			
Ponoviti svaki nivo tri puta, progresija prema sljedećem nivou kada je igrač bez boli i nelagode			
Maksimalno tri nivoa po treningu			
Sljedeći trening započeti s drugim najvišim nivoom završenim u prethodnom treningu			
Led poslije svakog treninga 20 minuta			
	Akceleracija distanca, m	Konstantna brzina (ne više od 75 % Maksimalne brzine) distanca, m	Deceleracija distanca, m
Nivo 1	40	20	40
Nivo 2	35	20	35
Nivo 3	25	20	25
Nivo 4	20	20	20
Nivo 5	15	20	15
Nivo 6	10	20	10
	Akceleracija distanca, m	Konstantna brzina (ne više od 75 % Maksimalne brzine) distanca, m	Deceleracija distanca, m
Nivo 7	40	20	40
Nivo 8	35	20	35
Nivo 9	25	20	25
Nivo 10	20	20	20
Nivo 11	15	20	15
Nivo 12	10	20	10

Tablica 10. Osnovni program trčanja u Askling L protokolu (Izvor: Askling i sur. 2014)

Prvi dio	Provodi se tri puta tjedno: Bicikl 10 minuta 10 × 20 sekundi brzi skip na mjestu 10 × jogging 40 metara kratkim koracima 10 × 10 akceleracije/deceleracije
Progresije trčanja	Provodi se tri puta tjedno, započinje se kada igrač prvi dio može odraditi bez boli i nelagode Trčanje visokim brzinama 6 × 20 m Trčanje visokim brzinama 4 × 40 m Trčanje visokim brzinama 2 × 60 m

8.5. Ekscentrične vježbe i progresija

Ekscentrične kontrakcije smatraju se zlatnim standardom u rehabilitaciji ozljeda mišića stražnje lože, a koristimo ih kako bi pripremili sportaše za zahtjeve trčanja velikim brzinama i sprint. Opterećenje visokog intenziteta smatra se ključnim za korekciju deficita i disbalansa, povećanje dužine fascikula i smanjenje rizika za nastanak ozljeda hamstringsa (Hickey i sur., 2022). Hickey i sur. (2022) navode kako ekscentrične kontrakcije niskog intenziteta mogu biti uključene u rehabilitaciju u akutnoj fazi, međutim ne navode kod kojeg točno tipa ozljede hamstringsa. Za primjer navode bilateralne slider vježbe za zadnju ložu u parcijalnom opsegu pokreta, te kada osoba može izvesti vježbu bilateralno u punom opsegu uvodi se unilateralna varijacija nakon koje preporučuju nordic hamstring curl. Ovaj tip progresije poboljšat će mišićnu jakost i dužinu fascikula, ali nije navedeno može li se takva progresija odraditi kod svih tipova ozljeda hamstringsa.

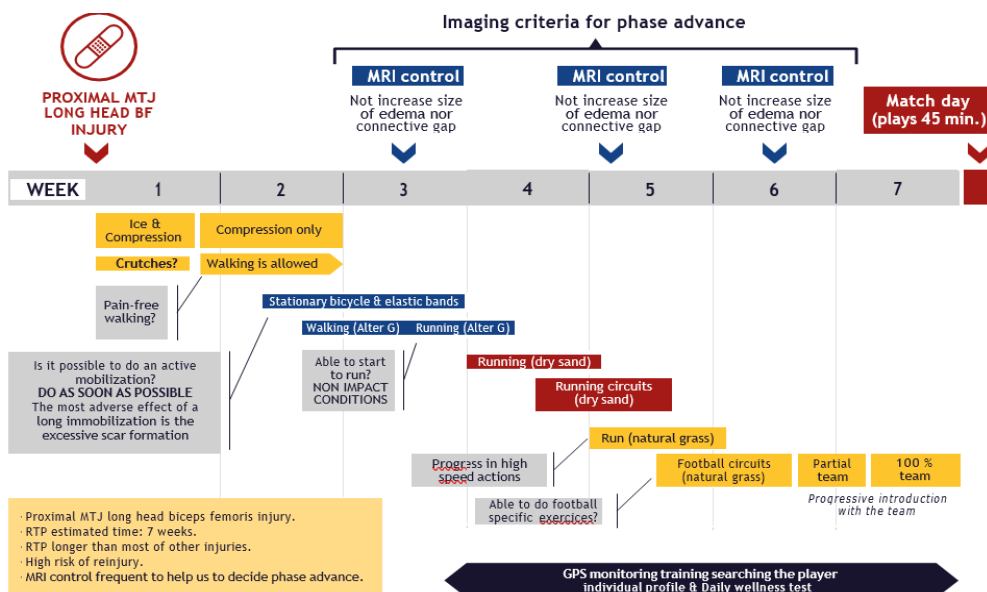
Macdonald i sur. (2019) fokusirali su se na progresije kod specifičnih tipova ozljeda zadnje lože, tako primjerice za ozljedu a tipa navode kako nema značajnih deficita u snazi hamstringsa te da bi sam program trebao biti fokusiran na više specifične i funkcionalne aktivnosti ovisno o kojem sportu se radi. Za razliku od rapidne progresije kod a tipa ozljeda stražnje lože, kod c tipa preporučuje se odgoda ekscentričnih kontrakcija za treći tjedan od nastanka ozljede kako bi se smanjio mehanički stres na ozlijeđenu tetivu. Kako je povećanje dužine fascikula zabilježeno već za četrnaest dana nakon početka provođenja ekscentričnog treninga, smatra se da ova odgoda od tri tjedna neće negativno utjecati na sam ishod i vrijeme rehabilitacije s obzirom na to da se povratak na teren kod c tipa ozljeda zadnje lože procjenjuje na otprilike 8 tjedana (Macdonald, 2019).

Vrlo je bitno sportašima objasniti važnost ekscentričnih kontrakcija i poticati progresivno povećanje intenziteta kako bi se smanjio strah od re-ozljede. Kada radimo progresiju prema nordijskom hamstringu (engl. Nordic hamstring exercise – NHE), bitno je da igrač krene sa submaksimalnim opterećenjem kako bi pravilno i sigurno izvodio vježbu, te zatim nastaviti prema maksimalnom intenzitetu. Za vježbe fokusirane na ekscentričnu fazu preporučuje se raspon od 4 – 6 ponavljanja, zato što je dokazano da ovaj raspon potiče korisne prilagodbe mišićne mase (Thorborg i sur., 2020).

8.6. Povratak u sport i prevencija

Trenutno u nogometu ne postoje standardni kriteriji za povratak u igru koji bi trebali biti zadovoljeni. Mnogi autori predlažu razne algoritme i kriterije za povratak u sport, međutim ako govorimo o nogometnim klubovima, većinom svaki od njih koristi individualizirane programe i kliničko razmišljanje, a predložene algoritme i kriterije koriste kao smjernice.

Povratak u sport trebao bi se sastojati od uvođenja progresivnih i kompleksnih nogometno specifičnih zadataka, kao što su primjerice dribling, dodavanja, duge lopte, pucanje po голу različitim intenzitetom i s različitih distanci i slično. Zadaci i vježbe koje stavljaju veliko opterećenje na hamstrings trebale bi se postepeno uvoditi kako se igrač nosi sa zahtjevima rehabilitacijskog programa. Autori naglasak stavljaju na broj akceleracija i deceleracija kao i na promjene smjera zato što navedene aktivnosti nisu važne samo za re-ozljede već i za performanse igrača na terenu. Stručnjaci iz FC Barcelona opisuju kako se u njihovom klubu naglasak stavlja na vježbe s loptom i inkorporaciji lopte u svakodnevnu rehabilitaciju ako je to moguće, te je potrebno početi uvoditi nagle nenadane promjene smjera kretanja kako bi se što više igrača približilo zahtjevima utakmice. Kako napredujemo s povratkom u sport bitno je da se fokus aktivnosti premjesti s ozljede na samu aktivnost i participaciju u sportu. Bitno je zadržati program aktivacije prije treninga trebao bi se nastaviti i u kasnijim fazama rehabilitacije prije nogometno specifičnog treninga (Pruna i sur., 2018).



Slika 10. Primjer rehabilitacije u FC Barcelona (Izvor: Pruna i sur. 2018)

Normalizacija više faktora je od velike važnosti kada govorimo o povratku u igru. Ako su jakost, fleksibilnost, aerobni i anaerobni kapaciteti, itd. na odgovarajućoj razini ili pak iznad nivoa na kojem je igrač bio prije same ozljede, to nam je dobar indikator da će isti moći dobro podnijeti zahtjeve treninga i utakmica nakon povratka. Valle i sur. (2015), predlažu da bi igrač prije povratka u igru trebao odraditi tjedan dana treninga, bez boli, nelagode i straha od re ozljede. Tijekom ovog tjedna autori naglašavaju važnost praćenja opterećenja putem GPS-a, te bi bilo dobro da se navedeno praćenje nastavi i kada se igrač vrati u natjecanje. Prije normalnog timskog treninga, vrlo je bitna progresija u zahtjevima vježbi, te progresija od individualnog u timski trening.

Istraživanja pokazuju da većina igrača nakon povratka u igru ima deficite kod izokinetičkog testiranja. Smatra se da igrač ne bi trebao imati asimetriju veću od 20 % kod izokinetičkog testiranja. Smatra se da bi u izokinetičko testiranje trebalo uvrstiti i ekstenziju kuka uz standardno testiranje fleksije koljena. Autori navode kako u svojoj praksi koriste dva klinička testa prije povratka u igru, a to su maksimalna ekscentrična fleksija koljena i maksimalna ekscentrična ekstenzija kuka. Kod izvedbe ovih testova moramo obratiti pažnju na bol, nelagodu i strah. Ako igrač izvodi maksimalne ekscentrične zahtjeve bez boli, nelagode i straha, navedeni testovi mogu nam pomoći u donošenju odluka za povratak u igru. Autori također predlažu i EMG testiranje kao bi se utvrdilo postoji li možda neuromišićna inhibicija hamstringsa. Uloga magnetske rezonance u odluci o povratku u igru vrlo je nejasna. Novija istraživanja pokazuju kako se kod 89 % igrača s ozljedama hamstringsa koji su se vratili u igru na kontrolnim magnetima vide povećani intenziteti signala na sekvencama osjetljivima na tekućinu (Valle i sur., 2015).

Tablica 11. Kriteriji za povratak u igru (tetiva) (Izvor: (Macdonald i sur., 2019)

C ozljeda tetive	
Akutna faza	<p>Progresija uvjetovana vremenom, ograničena aktivnost prva dva tjedna bez obzira na:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sposobnost ranog jogginga bez boli 2. Minimalni gubitak opsega pokreta, snage i jakosti
Faza remodelacije	<ol style="list-style-type: none"> 1. Normalna pasivna ekstenzija koljena 2. Izometrički trening bez boli i progresija prema ekscentričnom treningu s progresijom opterećenja i elongacijskog stresa bez boli 3. Normalan pregled kralježnice i kuka 4. Bezbolno trčanje (do 75 % maksimalne brzine) 5. Askling H test negativan 6. Kontrola <p>Od 2-6 tjedna</p>
Funkcionalna faza	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bezbolna palpacija hamstringsa 2. Jakost: Nordbord (kao prije ozljede), >30 jednonožni most 3. uspješna i bezbolna provedba trčanja visokim brzinama i treninga 4. Biomehanička analiza na Optojumpu ili ForceDecks 5. Analiza nalaza magnetske rezonance (Normalna napetost tetive) 6. Timsko donošenje odluka o rizicima povratka u puni trening i igru <p>Od 6-9 tjedna</p>



Slika 11. Nordbord testiranje (Izvor: <https://www.alphasport.com.au/product/vald-nordboard-hamstring-testing-system>)

Tablica 12. Progresija opterećenja kod 3c ozljede proksimalnog biceps femorisa

(Izvor: (Macdonald i sur., 2019))

Tjedan	1+2	3	4+5	6+7	8+9
Ciljevi rehabilitacije i adaptacije	Poticanje cijeljenja Izbjegavanje inhibicije Izbjegavati tenzijsko opterećenje na tetivu	Uvođenje ekscentričnih kontrakcija niskog intenziteta dominantno usmjerenim na koljeno Povećanje kapaciteta tkiva Povećanje izometričkog opterećenja	Povećanje ekscentričnog opterećenja u manjim opsezima Uvođenje ekscentričnih vježbi niskog intenziteta usmjerenim na ekstenziju kuka	Uvođenje ekscentričnih vježbi u većim opsezima pokreta Fokus na otpornost umoru i izdržljivost	Visoko intenzivne ekscentrične kontrakcije kroz cijeli opseg Održavanje teškog izometričkog opterećenja kako bi se potaknule adaptacije tetive i aponeuroze
Elongacijski stres	Niski	Niski	Umjereni	Umjereni–visoki	Visoki
Intenzitet/volumen	Niski (10–15 RM)/Visoki (četiri do pet setova)	Niski–umjereni (8–10 RM)/Visoki (četiri seta)	Umjereni–visoki (6–8 RM)/Umjereni–visoki (tri do četiri seta)	Visoki (2–6 RM)/Umjereni (tri seta)	Visoki (2–6 RM)/Umjereni–niski (dva do tri seta)
Tjedna frekvencija	4	3–4	3	3	2
Odabir vježbi	Izometrički-koncentrični pregib hamstringsa Varijacija hamstring mosta	Ekscentrična fleksija koljena unilat-bilat Rimska stolica izometrika 90–90 most	RDL+unilat. RDL Unilat. Rimska stolica s opterećenjem NHE	RDL+Unilat. RDL s opterećenjem Unilat. Rimska stolica s veslanjem NHE povećanje volumena Flywheel pregib	45° ekstenzija kuka Ekstenzija kuka - sajla Unilat. RDL povećanje opterećenja Unilat. Rimska stolica s veslanjem NHE s opterećenjem

8.6.1. Prevencija

Prevencija ozljeda hamstringsa pogotovo tetivnih ozljeda vrlo je bitna i od iznimne je važnosti implementirati te programe u sportskom okruženju. Programi rehabilitacije temelje se na vježbama istezanja, jačanja (pogotovo ekscentrični načini kontrakcije), ispravljanju odnosa između hamstringsa i quadricepsa, te ispravljanju asimetrija lijevog i desnog hamstringsa. Što se tiče istezanja, ovdje su dokazi u literaturi veoma proturječni. Postoje istraživanja koja pokazuju kako istezanje ne smanjuje učestalost nastanka ozljeda hamstringsa, dok imamo također istraživanja koja govore u prilog uestezanja, odnosno o smanjenju učestalosti ozljeda hamstringsa kod provedbe programa istezanja. Potrebno je provesti dodatna istraživanja na temu učinkovitosti programa mišićnog istezanja u prevenciji ozljeda hamstringsa (Bisciotti i sur., 2020).

S druge strane programi prevencije koji se zasnivaju na jačanju, ispravljanju odnosa između hamstringsa i quadricepsa, te ispravljanju asimetrija između lijeve i desne noge, dokazali su se učinkovitima u smanjenju broja ozljeda hamstringsa. S obzirom na navedeno, paradoksalno je to da epidemiološke studije usmjerene na broj i re-ozljede hamstringsa, ne prikazuju trend pada istih. U ligi prvaka broj ozljeda hamstringsa raste za 4 % na godišnjoj razini (Bisciotti i sur., 2020).

Postoji primarna, sekundarna i tercijarna prevencija ozljeda hamstringsa. Primarna prevencija ozljeda je strategija koju koristimo kako ustvari ne bi došlo do prve ozljede. Sekundarna prevencija je strategija koju koristimo nakon jedne ili više ozljeda iste mišićne skupine s ciljem sprječavanja ponovnih ozljeda. Kod sekundarne prevencije u obzir moramo uzeti broj, anatomsku lokaciju i težinu same ozljede. Ustvari se može reći da je sekundarna prevencija puno više personalizirana i specifičnija od primarne prevencije (Bisciotti i sur., 2020). Thorborg i sur. (2020) tercijarnu prevenciju opisuju kao kliničke aktivnosti koje su usmjerene ka smanjenju komplikacija trenutne ozljede. Komponente tercijarne prevencije, ako govorimo o ozljedama hamstringsa su ekscentrični stimulus tetive, trčanje visokim brzinama, praćenje i upravljanje opterećenjem, te praćenje funkcije hamstringsa tijekom sezone.

FIFA 11 veoma je poznat i raširen protokol prevencije ozljeda hamstringsa. Istraživanja pokazuju kako FIFA 11 protokol nije učinkovit u prevenciji ozljeda hamstringsa te je zato unaprijeđen u FIFA11+ koji sadrži trčanje, trening jačanja, pliometriju i vježbe balansa u tri

težinska nivoa. Randomizirane kontrolne studije provedene na preko 3000 ispitanika navode kako je FIFA 11+ učinkovit alat za prevenciju ozljeda hamstringsa. Autori nisu sigurni je li taj efekt rezultat specifičnih vježbi poput NHE u FIFA 11+ ili programa kao cjeline Thorborg i sur., 2020).

NHE jedna je od najviše istraženih vježbi u rehabilitaciji i prevenciji ozljeda hamstringsa, te dokazano smanjuje rizik od nastanka ozljeda i ponovne ozljede, ako se igrači pridržavaju istog (Thorborg i sur., 2020). Moramo uzeti u obzir stavku da igrači nisu dobri u pridržavanju uputa prevencijskog treninga i upravo zbog toga vrlo je važno da se vježbe provode uz nadzor stručnjaka. Nadzor je veoma bitan zato što EMG pokazuje najveću aktivaciju hamstringsa u zadnjoj fazi, stoga moramo naglasiti sportašima važnost izvođenja punog opsega pokreta kako bi se ostvarili željeni efekti. Nedostatak NHE je to što je to jednozglobna vježba, a hamstrings je dvozglobni mišić, stoga je vrlo bitno u program rehabilitacije uključiti i vježbe koje zahvaćaju i zglob kuka, pogotovo ako se radi o proksimalnoj tetivi. Ekscentrični trening preporučuje se tri puta tjedno uz dodavanje postepenog opterećenja. Progresija opterećenja preporučuje se kada sportaš uspije odraditi 12 ponavljanja kroz puni opseg pokreta zadržavajući pritom pravilnu formu izvođenja (Bisciotti i sur., 2020).

Preporučuje se progresija programa za prevenciju ozljeda hamstringsa u pred sezoni, zatim održavanje kroz sezonu. Ako se igra jedna utakmica tjedno, preporučuje se provedba ekscentričnog programa na MD+3 (engl. Match day) odnosno tri dana nakon utakmice. Neki stručnjaci preporučuju provedbu ekscentričnih vježbi niskim intenzitetom i volumenom na MD+1 (Thorborg i sur., 2020).

Iako su se ekscentrične vježbe, točnije NHE pokazale učinkovitima za prevenciju ozljeda hamstringsa, incidencija navedenih ozljeda raste iz godine u godinu. Postoji nekoliko razloga zašto do toga dolazi. Prvi razlog je taj da se igrači u klubovima ne pridržavaju propisanog programa prevencije. Van de Hoef i sur. (2019) predložili su pliometrijske vježbe kao alternativu za prevenciju ozljeda hamstringsa u nogometu, ustvari njihov cilj bio je ustanoviti preventivni efekt pliometrijskih vježbi kod nogometaša. Istraživanje je provedeno na trideset i dvije nogometne momčadi u prvoj amaterskoj ligi i one su podijeljene na intervencijsku i kontrolnu grupu. Obje grupe provodile su svoj regularni program treninga, dok je intervencijska grupa još dodatno provodila i pliometrijski program. Analizirano je 400 igrača i zabilježeno je 65 ozljeda hamstringsa. Na kraju autori navode kako ne postoji statistički

značajna razlika u incidenciji ozljeda hamstringsa između kontrolne i intervencijske grupe, te donose zaključak da pliometrijski trening u svom trenutnom obliku ne pridonosi smanjenju broja ozljeda hamstringsa u amaterskom nogometu (Van de Hoef i sur., 2019).

9. KIRURŠKO LIJEČENJE PROKSIMALNE TETIVE STRAŽNJE MIŠIĆNE LOŽE NATKOLJENICE

Apsolutne indikacije za operativno liječenje rupture hamstringsa i pripadajuće tetive nisu jasno definirane i opće prihvaćene. Ipak bitno je naglasiti da postoji nekoliko jasnih indikacija kod kojih je poželjno kirurško liječenje, iako ne postoji jasno znanstveno definirani protokol liječenja. Indikacije za kirurško liječenje su potpuna ruptura mišića ili tetive, ruptura mišića i tetive s rupturom pripadajućih agonista, te velike rupture gdje je zahvaćeno više od pola mišića. Ako igrač osjeća konstantnu bol kod ekstenzije rije ozlijeđenog mišića (primjerice ekstenzija kuka), tada se kirurško liječenje također može uzeti u obzir u smislu uklanjanja adhezija. Ako je zahvaćena tetiva, vrlo je bitna dobra dijagnostika i procjena vrhunskih stručnjaka iz sportske kirurgije pri donošenju odluka o kirurškom liječenju (Pruna i sur., 2018).

Ako govorimo specifično o hamstringsu, rana operacija indicirana je kod avulzija dvije ili tri proksimalne tetive, ako je zahvaćena samo jedna tetiva, može se razmatrati i o konzervativnom liječenju, međutim kod elitnih nogometaša preporučuje se kirurško liječenje bez obzira koja tetiva je zahvaćena. Kod igrača u adolescenciji moguće su avulzije apofize. Postoje i indikacije za kasniju operaciju. Neke od ozljeda mogu se ponoviti ili se mogu razviti kronični simptomi bez obzira na visoko kvalitetno konzervativno liječenje. Kod takvih scenarija također je poželjno razmišljati o kirurškom liječenju. Neke od indikacija za kasniju operaciju su nepotpuno cijeljenje parcijalnih avulzija, ozljede centralne intramuskularne tetive, povećani kompartmentalni tlak, entrapment n. ischiadicusa, pretjerano ožiljkasto tkivo i heterotopna osifikacija (Pruna i sur., 2018).

Vrlo malo informacija dostupno je o protokolu rehabilitacije nakon operacije proksimalnih avulzija hamstringsa. Razni protokoli razlikuju se u intervencijama i vremenu trajanja pojedinih faza. Generalno postoperativni protokoli rehabilitacije uključuju inicijalni period od nekoliko tjedana s ograničenim opterećenjem na zahvaćenu nogu i rasterećenje štakama kako bi se smanjio stres na operirano tkivo, ali također preporučuje se minimalno opterećenje kako bi se izbjegla neželjena atrofija mišića. Neki autori također preporučuju imobilizaciju, međutim ne postoji konsenzus o aplikaciji iste. Povratak u sport u literaturi najčešće se dozvoljava nakon otprilike 6 mjeseci nakon operacije. Preporučeno je nakon operacije pratiti savjete i preporuke kirurga, a uvijek u obzir treba uzeti i individualne okolnosti (Thorborg i sur., 2020).

Tablica 13. Protokol rehabilitacije nakon kirurškog liječenja proksimalne tetive stražnje lože

Izvor: (Ali i Leland, 2012)

Općenito	<p>Rasterećenje štakama 0-2 tjedna: rasterećenje s osloncem (10% tjelesne težine) 2-4 tjedna: 25% rasterećenje 4-6 tjedna: 50% rasterećenje 6+ tjedan: rasterećenje do granice boli</p> <p>Ortoza kuka u neutralnoj abdukciji (prvih 6 tjedana nakon operacije) 0-2 tjedna - 0-30 stupnjeva 2-4 tjedna - 0-45 stupnjeva 4-6 tjedna - 0-60 stupnjeva nakon 6 tjedana skida se ortoza</p>
Tjedan 0	Vježbe gležnja (pumpanje), vježbe kvadricepsa u supiniranom položaju (podizanje pete 15 cm od podloge, ne više nego što ortoza dozvoljava)
Tjedan 2	<p>Pasivno, pažljivo i bezbolno razgibavanje kuka i koljena (izbjegavati istovremeno fleksiju kuka i ekstenziju koljena) Submaksimalna izometrička abdukcija i adukcija Mobilizacija patele i mekih tkiva stražnjeg dijela natkoljenice</p>
Tjedan 4	<p>Aktivne vježbe kvadricepsa bez ortoze (do granice boli) – limitacija fleksije kuka do kuda može bez osjećaja boli i zatezanja u zadnjoj loži Pasivna ekstenzija kuka (još uvijek bez aktivnih vježbi za stražnju mišićnu ložu) Vježbe stabilnosti lumbalne kralježnice i zdjelice Istezanje listova i vježbe za jačanje gležnja s kukom u ekstenziji</p>
Tjedan 6	<p>Trening normalnog hodanja te povećavanje pasivnog i aktivnog pokreta. Aktivne vježbe hamstringsa (aktivna fleksija koljena, izdržaj u potrbušnom plank položaju s ekstenzijom kuka itd.) – bez vanjskog opterećenja, samo gravitacija Izotoničke vježbe – ograničeni opseg (izbjegavati terminalne opsege) Vježbe snage zdjelice i trupa Vježbe jačanja kvadricepsa u proniranom položaju Vježbe ravnoteže i proprioceptije unilateralne i bilateralne Vježbe u bazenu (ukoliko je vidljivo dobro cijeljenje rane)</p>
Mjesec 2	<p>Dodavanje vanjskog opterećenja vježbama stražnje lože do granice boli Progresija dinamičkog treninga (mini čučnjevi, mini iskoraci, bočni step s otporom itd.) Vožnja bicikla bez otpora nakon što igrač postigne bezbolnih 90° fleksije kuka Hydroworx bazen preporučuje se zbog ranijeg povratka u jogging (Alternativa – Alter G ukoliko je dostupan)</p>
Mjesec 3	<p>Lagano trčanje van bazena ili Alter G Progresija vježbi jačanja zadnje lože, kvadricepsa, gluteusa</p>
Mjesec 4-5	Progresija trčanja do granice podnošljivosti (bez agresivnih ubrzavanja), sport-specifične vježbe, pliometrijske vježbe
Mjesec 6-9	Povratak sportu nakon povratka snage i izdržljivosti (zadovoljiti kriterije + dozvola kirurga)

10. ZAKLJUČAK

Ozljede mišića stražnje lože veliki su problem zbog svoje učestalosti te mogu na dugi period odvojiti sportaša od terena i uobičajenih sportskih performansi. Zbog svoje kompleksne anatomije vrlo je bitno znati o kojoj vrsti ozljede se radi jer ne cijeli svaka ozljeda stražnje lože na isti način. Najveći rizik nastanka ozljede zadnje mišićne lože je prethodna ozljeda, uključujući istegnuće, rupturu i avulzije. Ozlijede tetiva cijele drugačije i duže od ozljeda trbuha mišića, a ozljede se najčešće javljaju na mišićno tetivnom spoju. Najčešće ozljede mišića stražnje lože su ne kontaktne akutne ozljede koje nastaju tijekom sprinta u terminalnoj fazi zamaha ili kod ekstremnih opsega pokreta s fleksijom kuka i ekstenzijom koljena, ali potrebno je spomenuti i kontaktne ozljede odnosno kontuzije koje u pravilu traju kraće od ne kontaktnih, ovisno o stupnju ozljede. Zdravstveni djelatnici, treneri i igrači moraju biti svjesni potencijalnih čimbenika rizika za pogoršanje ozljede zadnje mišićne lože i moraju na pravilan način pristupiti ublažavanju tih rizika. Najčešći mehanizam nastanka akutnih ozljeda hamstringsa je upravo sprint, a češće se ozljeđuju muškarci. Pravilnom evaluacijom dolazimo do točne dijagnoze prema kojoj možemo kroitati program rehabilitacije i evaluirati progresiju, a što je ujedno i temelj sigurnog povratka u sport i minimiziranja rizika od re-ozljede. Ako govorimo o tetivama, češće su ozljede proksimalnih tetiva nego distalnih i na žalost samo liječenje je duže, kompleksnije i ponekad se treba pristupiti i kirurškom liječenju ako se radi o avulzijama ili gubitku napetosti tetive i retrakciji kod tetivnih ozljeda. U dijagnostici se provodi anamneza, klinički pregled pod kojega spada palpacija, provjera mišićne jakosti i opsega pokreta, te radiološka dijagnostika odnosno magnetska rezonanca i dijagnostički ultrazvuk. Ako rehabilitacija nije pravilno odrađena sportaši mogu osjećati konstantnu slabost te angažirati adaptacijske promjene u obrascima pokreta koji su bitni za sport kojim se sportaš bavi. Klasifikacija ozljeda vrlo je bitna za pravilnu progresiju rehabilitacije. Stražnja loža je vrlo kompleksna i ozljede mogu nastati na proksimalnoj tetivi i mišićno tetivnom spoju, centralno i distalno gdje također može biti zahvaćen mišićno tetivni spoj i sama distalna tetiva. Danas u nogometu najčešće koristimo BAMIC klasifikaciju koja ozljede dijeli na a, b ili c tip, a s obzirom o kojem tipu se radi rehabilitacija može biti akcelerirana ili nešto konzervativnija, te Minhensku klasifikaciju. Kod rehabilitacije možemo koristiti razne pasivne modalitete poput TECAR terapije, lasera, PRP injekcija i manualne terapije. U profesionalnim nogometnim klubovima vrlo često se pristupa liječenju PRP injekcijama iako istraživanja dokazuju da su neškodljive, ali i neučinkovite. Pravilna progresivna kineziterapija smatra se zlatnim

standardom kod rehabilitacije mišića i tetiva. Autori se slažu da je najbitnija stavka u rehabilitaciji ozljeda stražnje lože pravilna progresija ekscentričnog programa i gradualna progresija trčanja visokim brzinama i sprinta pogotovo kada je zahvaćena i tetiva. Ekscentrične kontrakcije također su u literaturi opisane kao odličan alat za prevenciju ozljeda stražnje lože. Na žalost, ne postoji puno istraživanja na temu konzervativnog liječenja ruptura proksimalnih tetiva stražnje lože u nogometu, stoga medicinsko osoblje i treneri uključeni u rehabilitaciju koriste iskustvo, dostupne algoritme i protokole rehabilitacije ozljeda stražnje lože, kliničko razmišljanje, te klupske podatke koji se prikupljaju dugi niz godina kako bi što bolje i sa što manje rizika krojili program rehabilitacije i povratka u igru. Kao što smo ranije naveli, vrlo je bitno poštivanje vremena cijeljenja tetiva kako bi mogli adekvatno planirati rehabilitacijske intervencije. U slučajevima avulzije najčešće se pristupa operativnom liječenju pogotovo u profesionalnim nogometnim klubovima. Vrlo je bitno posvetiti pažnju samoj predikciji ozljeda stražnje lože u budućim istraživanjima s obzirom na to da je incidencija i danas prilično velika i izbjivanje s terena može biti značajno, a brojni podatci prikupljeni u timskim sportovima potvrđuju kako ekipe ostvaruju najbolje rezultate upravo onda kada imaju veliku dostupnost igračkog kadra.

11. LITERATURA

1. Alzahrani, M. M., Aldebeyan, S., Abduljabbar, F., & Martineau, P. A. (2015). Hamstring injuries in athletes: diagnosis and treatment. *JBJS reviews*, 3(6), e5.
2. Arner, J. W., McClincy, M. P., & Bradley, J. P. (2019). Hamstring injuries in athletes: evidence-based treatment. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 27(23), 868-877.
3. Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2007). Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching: clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics. *The American journal of sports medicine*, 35(10), 1716-1724.
4. Askling, C. M., Tengvar, M., & Thorstensson, A. (2013). Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *British journal of sports medicine*, 47(15), 953-959.
5. Baker, K. G., Robertson, V. J., & Duck, F. A. (2001). A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects. *Physical therapy*, 81(7), 1351-1358.
6. Beltran, L., Ghazikhanian, V., Padron, M., & Beltran, J. (2012). The proximal hamstring muscle–tendon–bone unit: A review of the normal anatomy, biomechanics, and pathophysiology. *European journal of radiology*, 81(12), 3772-3779.
7. Bisciotti, G. N., Chamari, K., Cena, E., Carimati, G., Bisciotti, A., Bisciotti, A., ... & Volpi, P. (2019). Hamstring injuries prevention in soccer: a narrative review of current literature. *Joints*, 7(03), 115-126.
8. Brukner, Peter. (2015). Hamstring injuries: prevention and treatment—an update. *British journal of sports medicine*.
9. Chesterton, P., Evans, W., Livadas, N., & McLaren, S. J. (2019). Time-course changes associated with PA lumbar mobilizations on lumbar and hamstring range of motion: a

randomized controlled crossover trial. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 27(2), 73-82.

10. Chu, S. K., & Rho, M. E. (2016). Hamstring injuries in the athlete: diagnosis, treatment, and return to play. *Current sports medicine reports*, 15(3), 184-190.

11. Dalton, S. L., Kerr, Z. Y., & Dompier, T. P. (2015). Epidemiology of hamstring strains in 25 NCAA sports in the 2009-2010 to 2013-2014 academic years. *The American journal of sports medicine*, 43(11), 2671-2679.

12. Ekstrand, J., Askling, C., Magnusson, H., & Mithoefer, K. (2013). Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *British journal of sports medicine*, 47(12), 769-774.

13. Ekstrand, J., Bengtsson, H., Waldén, M., Davison, M., Khan, K. M., & Hägglund, M. (2023). Hamstring injury rates have increased during recent seasons and now constitute 24% of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22. *British Journal of Sports Medicine*, 57(5), 292-298.

14. Ekstrand, J., Bengtsson, H., Walden, M., Davison, M., & Haggglund, M. (2022). Still poorly adopted in male professional football: but teams that used the Nordic Hamstring Exercise in team training had fewer hamstring injuries—a retrospective survey of 17 teams of the UEFA Elite Club Injury Study during the 2020–2021 season. *BMJ open sport & exercise medicine*, 8(3), e001368.

15. Ekstrand, J., Ueblacker, P., Van Zoest, W., Verheijen, R., Vanhecke, B., van Wijk, M., & Bengtsson, H. (2023). Risk factors for hamstring muscle injury in male elite football: medical expert experience and conclusions from 15 European Champions League clubs. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 9(1), e001461.

16. Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M. (2016). 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. *British journal of sports medicine*, 50(12), 731-737.

17. Erickson, L. N., & Sherry, M. A. (2017). Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *Journal of sport and health science*, 6(3), 262-270.
18. Ernlund, L., & Vieira, L. D. A. (2017). Hamstring injuries: update article. *Revista brasileira de ortopedia*, 52(04), 373-382.
19. Heer, S. T., Callander, J. W., Kraeutler, M. J., Mei-Dan, O., & Mulcahey, M. K. (2019). Hamstring injuries: risk factors, treatment, and rehabilitation. *JBJS*, 101(9), 843-853.
20. Higashihara, A., Ono, T., Kubota, J. U. N., Okuwaki, T., & Fukubayashi, T. (2010). Functional differences in the activity of the hamstring muscles with increasing running speed. *Journal of sports sciences*, 28(10), 1085-1092.
21. Hickey, J. T., Opar, D. A., Weiss, L. J., & Heiderscheit, B. C. (2022). Hamstring strain injury rehabilitation. *Journal of athletic training*, 57(2), 125-135.
22. Iacob, G. S., Vrabie, D., Stegariu, V. I., Zelenović, M., & Božić, D. (2021). The effects of modern radiofrequency therapies in the acute rehabilitation of hamstring strains. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series IX: Sciences of Human Kinetics*, 209-216.
23. Ivan, Z. (2012). Anatomy, physiology and biomechanics of hamstrings injury in football and effective strength and flexibility exercises for its prevention. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(1), S208-S217.
24. Looney, A. M., Day, H. K., Comfort, S. M., Donaldson, S. T., & Cohen, S. B. (2023). Proximal hamstring ruptures: treatment, rehabilitation, and return to play. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 16(3), 103-113.
25. Macdonald, B., McAleer, S., Kelly, S., Chakraverty, R., Johnston, M., & Pollock, N. (2019). Hamstring rehabilitation in elite track and field athletes: applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *British journal of sports medicine*, 53(23), 1464-1473.

26. Maffulli, Nicola, Del Buono, A., Oliva, F., Giai Via, A., Frizziero, A., Barazzuol, M., Brancaccio, P., et al. (2015). Muscle injuries: a brief guide to classification and management. *Translational Medicine@ UniSa*, 12, 14.
27. Medeiros, D. M., Aimi, M., Vaz, M. A., & Baroni, B. M. (2020). Effects of low-level laser therapy on hamstring strain injury rehabilitation: A randomized controlled trial. *Physical Therapy in Sport*, 42, 124-130.
28. Mendiguchia, J., & Brughelli, M. (2011). A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 12(1), 2-14.
29. Mendiguchia, J., Martinez-Ruiz, E., Edouard, P., Morin, J. B., Martinez-Martinez, F., Idoate, F., & Mendez-Villanueva, A. (2017). A multifactorial, criteria-based progressive algorithm for hamstring injury treatment. *Med Sci Sports Exerc*, 49(7), 1482-1492.
30. Orchard, J. (2014). What role for MRI in hamstring strains? An argument for a difference between recreational and professional athletes. *British journal of sports medicine*, 48(18), 1337-1338.
31. Pruna, R., Andersen, T. E., Clarsen, B., McCall, A., Griffin, S., & Windt, J. MUSCLE INJURY GUIDE.
32. Ramos, G. A., Arliani, G. G., Astur, D. C., Pochini, A. D. C., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2017). Rehabilitation of hamstring muscle injuries: a literature review. *Revista brasileira de ortopedia*, 52(1), 11-16.
33. Rodgers, C. D., & Raja, A. (2019). Anatomy, bony pelvis and lower limb, hamstring muscle.
34. Schache, A. G., Dorn, T. W., Wrigley, T. V., Brown, N. A., & Pandy, M. G. (2013). Stretch and activation of the human biarticular hamstrings across a range of running speeds. *European journal of applied physiology*, 113, 2813-2828.
35. Silder, Amy, Thelen, D. G., & Heiderscheit, B. C. (2010). Effects of prior hamstring strain injury on strength, flexibility, and running mechanics. *Clinical Biomechanics*, 25(7), 681-686.

36. Szabo, D. A., Neagu, N., Teodorescu, S., Predescu, C., Sopa, I. S., & Panait, L. (2022). TECAR therapy associated with high-intensity laser therapy (Hilt) and manual therapy in the treatment of muscle disorders: a literature review on the theorised effects supporting their use. *Journal of Clinical Medicine*, 11(20), 6149.
37. Thorborg, Kristian, David Opar, and Anthony Shield. "Prevention and Rehabilitation of Hamstring Injuries." (2020).
38. Vatansever, F., Rodrigues, N. C., Assis, L. L., Peviani, S. S., Durigan, J. L., Moreira, F. M., ... & Parizotto, N. A. (2012). Low intensity laser therapy accelerates muscle regeneration in aged rats: Beschleunigung der Muskelregeneration bei älteren Ratten durch eine Therapie mit Laserlicht niedriger Intensität. *Photonics & lasers in medicine*, 1(4), 287-297.
39. Valle, X., Tol, J. L., Hamilton, B., Rodas, G., Malliaras, P., Malliaropoulos, N., ... & Jardi, J. (2015). Hamstring muscle injuries, a rehabilitation protocol purpose. *Asian journal of sports medicine*, 6(4).
40. van de Hoef, P. A., Brink, M. S., Huisstede, B. M., van Smeden, M., de Vries, N., Goedhart, E. A., ... & Backx, F. J. (2019). Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players?—A cluster-RCT. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(4), 515-523.
41. Zemke, J. E., Andersen, J. C., Guion, W. K., McMillan, J., & Joyner, A. B. (1998). Intramuscular temperature responses in the human leg to two forms of cryotherapy: ice massage and ice bag. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(4), 301-307.