

# PREVENCIJA MIŠIĆNIH OZLJEDA U AMATERSKOM NOGOMETU

---

**Spudić, Vladimir**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:985764>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**Vladimir Spudić**

**PREVENCIJA MIŠIĆNIH OZLJEDA U  
AMATERSKOM NOGOMETU**

**Diplomski rad**

**Zagreb, veljača 2024.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu

Kineziološki fakultet

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

**Naziv studija:** Kineziologija; **smjer:** Kondicijska priprema sportaša

**Vrsta studija:** sveučilišni

**Razina kvalifikacije:** integrirani prijediplomski i diplomski studij

**Studij za stjecanje akademskog naziva:** sveučilišni magistar kineziologije u kondicijskoj pripremi sportaša

**Znanstveno područje:** Društvene znanosti

**Znanstveno polje:** Kineziologija

**Vrsta rada:** Stručni rad

**Prevenција mišićnih ozljeda u amaterskom nogometu** je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2023./2024. dana 05. veljače 2024.

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić

**Prevenција mišićnih ozljeda u amaterskom nogometu.**

Vladimir Spudić,0034068719

**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. <i>Tatjana Trošt Bobić</i> | Predsjednik – mentor |
| 2. izv. prof. dr. sc. Valentin Barišić           | član                 |
| 3. dr. sc. Marin Dadić                           | član                 |
| 4. izv. prof. dr. sc. Lidija Petrinović          | zamjena člana        |

**Broj etičkog odobrenja:** 05.02/2024.

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u** Knjižnici Kineziološkog fakulteta, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

## BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

**University of Zagreb**

**Faculty of Kinesiology**

Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

**Title of study program:** Kinesiology; course Conditioning of athletes

**Type of program:** University

**Level of qualification:** Integrated undergraduate and graduate

**Acquired title:** University Master of Kinesiology in condition preparations for athletes

**Scientific area:** Social sciences

**Scientific field:** Kinesiology

**Type of thesis:** Professional work

**Prevention of muscle injuries in amateur football:** has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2023/2024 on February 05, 2024.

**Mentor:** Assoc. Prof. Tatjana Trošt Bobić, PhD.

### **Prevention of muscle injuries in amateur football**

Vladimir Spudic, 0034068719

#### **Thesis defence committee:**

1. Assoc. Prof. *Tatjana Trošt Bobić*, PhD. chairperson – supervisor
2. Assoc. Prof. Valentin Barišić, PhD. member
3. dr.sc. Marin Dadić, PhD. member
4. Assoc Prof. *Lidija Petrinović*, PhD. substitute member

**Ethics approval number:** 05.02/2024.

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited** in Library of the Faculty of Kinesiology,

Horvacanski zavoj 15, Zagreb

## SAŽETAK

### PREVENCIJA MIŠIĆNIH OZLJEDA U AMATERSKOM NOGOMETU

Ozljede mišića u amaterskom nogometu kreću se od 2,72 ozljede do 36,9 ozljeda na 1000 h sudjelovanja u nogometnim aktivnostima. Donji ekstremiteti najčešće su ozlijeđena mjesta na tijelu, i to *hamstrings* skupina mišića, *m. quadriceps femoris* i aduktori natkoljenice. 90 posto mišićnih ozljeda u nogometu su kontuzije i istegnuća do kojih dolazi kada je mišić izložen iznenadnoj i velikoj kompresijskoj sili, što rezultira kontuzijom ili kada je mišić izložen prekomjernoj vlačnoj sili, što rezultira istegnućem. Prevencija mišićnih ozljeda sastoji se od vježbi jakosti, ravnoteže, stabilnosti trupa, neuromišićne kontrole i opće fizičke pripreme amaterskih nogometaša.

**Ključne riječi:** nogomet, donji ekstremiteti, prenaprezanje, oštećenje mišića

## ABSTRACT

### PREVENTION OF MUSCLE INJURIES IN AMATEUR FOOTBALL

Muscle injuries in amateur football range from 2.72 injuries to 36.9 injuries per 1000 h of participation in football activities. The lower extremities are the most frequently injured places on the body, namely the hamstrings group of muscles, the quadriceps femoris muscle and the thigh adductors. 90 percent of muscle injuries in soccer are contusions and strains, which occur when a muscle is subjected to a sudden and large compressive force, resulting in a contusion, or when a muscle is subjected to excessive tensile force, resulting in a strain. Prevention of muscle injuries consists of strength, balance, trunk stability, neuromuscular control and general physical preparation of amateur soccer players.

**Key words:** football, lower extremities, overstrain, muscle damage

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Ozljede mišića</b> .....	3
2.1. Mehanizam nastanka mišićnih ozljeda .....	4
2.2. Mehanizam cijeljenja mišićnih ozljeda.....	5
2.3. Najčešće mišićne ozljede u amaterskom nogometu.....	7
2.3.1. Ozljede mišića <i>hamstringsa</i> .....	7
2.3.2. Ozljede <i>m. quadriceps</i> .....	9
2.3.3. Ozljede aduktora natkoljenice.....	10
<b>3. Prevencija mišićnih ozljeda u nogometu</b> .....	13
3.1. Prevencija ozljeda <i>hamstringsa</i> .....	13
3.2. Prevencija ozljeda <i>m. quadriceps</i> .....	17
3.3. Prevencija ozljeda aduktora natkoljenice.....	20
<b>4. Zaključak</b> .....	23
<b>5. Literatura</b> .....	24

## 1. Uvod

Nogomet je timski sport koji se igra između dva tima. Nogomet trenutno igra oko 270 milijuna igrača iz preko 200 zemalja, što ga čini najpopularnijim sportom na svijetu. Prema FIFA-i i sportskim istraživačima, milijuni ljudi igraju nogomet profesionalno, poluprofesionalno ili amaterski. Ovim se sportom bave i odrasli (muškarci i žene) i mladi, koji predstavljaju otprilike 4 % svjetske populacije (Walden, Hagglund i Ekstrand, 2005). Nogomet uključuje fizički kontakt između igrača, pokrete visokog intenziteta, brze promjene smjera, sprinteve, ubrzanja i udaranje lopte, što može uzrokovati traumatske ozljede i ozljede preopterećenja (Sprouse i sur., 2020). Profesionalni nogomet ima jednu od najvećih stopa učestalosti ozljeda, što rezultira nemogućnošću treniranja i igranja, visokim medicinskim troškovima, smanjenim učinkom momčadi i osobnom patnjom za ozlijeđenog igrača. Pokazalo se da je rizik od ozljeda približno 1000 puta veći kod profesionalnih nogometaša u usporedbi s uobičajenim industrijskim zanimanjima, za koja se općenito smatra da imaju visok rizik od nezgoda (Peterson i sur., 2000).

Mnoštvo istraživanja usmjereno je na ozljede u profesionalnom nogometu, ali milijuni sportaša igraju nogomet na neprofesionalnoj razini i njihovo igranje nogometa također je ugroženo ozljedama. Kod muških amaterskih nogometaša ozljede pokazuju relativno visok raspon, s vrijednostima koje počinju od 2,72 ozljede (Hagiwara, Mashimo, Shirak, 2022) ukupne izloženosti do 36,9 ozljeda na 1000 h nogometnih aktivnosti (Kordi i sur., 2011). Ove varijable pokazuju da stope incidenata mogu varirati od studije do studije, vjerojatno zbog metodoloških razlika i tipa ispitanog uzorka.

Značajno znanje koje proizlazi iz pregleda ozljeda je anatomsko mjesto identificirane ozljede, vrsta tkiva koje je zadobilo ozljedu, ozbiljnost i mehanizam nastanka ozljeda. Prethodno istraživanje na amaterskim nogometašima pokazalo je da su donji udovi najčešće ozlijeđena mjesta na tijelu, uključujući stražnji dio bedra, koljeno, gležanj i područje kuka/prepona (van Beijsterveldt i sur., 2014). Velika većina ozljeda bile su akutni traumatski incidenti donjih udova koji su zahvaćali mišićno tkivo i ligamente dok su teške ozljede kostiju ili potresi mozga bili rijetko registrirani (Kekelekis, Clemente, Kellis, 2022). Nemogućnost sudjelovanja u sportu zbog ozljede varirala je između istraživanja u rasponu od 1 dana do preko 400 dana (Herrero, Salinero, del Coso, 2014).

Zabilježene su visoke stope ponovnih ozljeda između 14 % i 33 %, posebno za ozljede mišića, ozljede ligamenta gležnja i tendinopatije donjih ekstremiteta (Kekelekis i sur., 2022). Veća učestalost ponovljenih ozljeda može ukazivati na potrebu za boljom rehabilitacijom nakon prve ozljede. Zbog ograničenih ljudskih i financijskih resursa, upravljanje ozljedama u amaterskom nogometu nije isto kao u profesionalnom nogometu. Stoga je bitno da liječnici ili trenersko osoblje koje radi u amaterskom nogometu razviju strategije za smanjenje ponavljajućih incidenata ozljeda.

Karakteristike ozljeda u amaterskom nogometu jasno su objašnjene u literaturi, ističući veću učestalost ozljeda tijekom utakmice u usporedbi s treningom, varijacije u kalendaru ozljeda tijekom sezone i trend koji se javlja tijekom druge polovice utakmice nego tijekom prvog poluvremena (Kordi i sur., 2011). Ako se ozljede dogode tijekom određenog razdoblja tijekom natjecateljske sezone, tada bi mogle biti potrebne odgovarajuće strategije za prevenciju ozljeda i upravljanje treningom. Slično tome, pojava ozljeda tijekom kasne faze igre ili treninga može istaknuti potrebu za boljim praćenjem fizičke kondicije sportaša i opterećenja treninga, što bi se zatim moglo koristiti za prilagođavanje karakteristika redovitih programa treninga.

Literatura o karakteristikama ozljeda u amaterskom nogometu je ograničena i nije poznato mogu li se podaci o ozljedama dobiveni od profesionalnih nogometaša koristiti za usmjeravanje prevencije i liječenja ozljeda u amaterskom nogometu. Većina prethodnih studija slijedila je različite metodološke dizajne, izvještavajući o distribuciji učestalosti ozljeda po anatomskom mjestu ili po tkivu. Stoga se podaci ne mogu jednostavno usporediti između studija, što dovodi do nedosljednosti.

Cilj ovog rada je opisati tipične ozljede mišića kod nogometaša amatera te dati primjer preventivskih trenažnih programa.



## 1. Ozljede mišića

Ozljede mišića najčešća su kategorija ozljeda kod sportaša i čine otprilike 10 % do 55 % svih ozljeda (Järvinen i sur., 2005). Većina ozljeda mišića (>90 %) su kontuzije ili istegnuća, dok su razderotine puno manje uobičajene (Järvinen i sur., 2005). Najteži tipovi mogu uzrokovati kroničnu bol, disfunkciju, recidiv, pa čak i *kompartment* sindrom. Potrebno je temeljito razumijevanje ovih vrsta ozljeda, budući da odgovarajuće liječenje ozljeda može odrediti razliku između ranog povratka sportu i odgođenog povratka.

Klinička prezentacija ozljede mišića ovisi o težini same ozljede (udarca, napreznja ili poderotine) te morfologiji stvorenog hematoma (Pećina i sur., 2019). Krvne žile unutar mišića pod utjecajem traume vrlo lako pucaju što dovodi do stvaranja hematoma unutar samog mišića ili između susjednih mišića. Kada se stvori hematoma unutar samog mišića krv koja se izlila iz žila zbog očuvane fascije povećava tlak unutar ozlijeđenog mišića te pritišće krvareće žile i ograničava veličinu hematoma. Hematom u prostoru između susjednih mišića stvara se kad se ozljedi fascija mišića pa se krv slobodno širi u prostor koji okružuje mišić između fascija bez znatnijeg ograničavanja krvarenja zbog povećanja tlaka (Pećina i sur., 2019).

Ozljede mišića klasificiraju se kao blage (istegnuća ili kontuzije), umjerene ili teške na temelju kliničkih kriterija (Noonan i Garrett, 1999). Blage ozljede mišića (prvi stupanj/stupanj I) predstavljaju manje otekline i nelagodu s malim ili nikakvim gubitkom snage ili raspona pokreta, što predstavlja minimalno kidanje mišićnih vlakana. Umjerene ozljede mišića (drugi stupanj/stupanj II) povezane su s gubitkom motoričke funkcije (tj. nesposobnošću potpune kontrakcije mišićne skupine i ograničenim rasponom pokreta). Ozbiljne ozljede mišića (treći stupanj/III stupanj) imaju potpuni gubitak motoričke funkcije, što ukazuje na potpunu rupturu mišića (Jankowski i sur., 2002).

Dijagnostika ozljeda mišića temelji se na uzimanju detaljne anamneze o okolnostima traume koja je dovela do ozljede. Klinički pregled sastoji se od inspekcije i palpacije ozlijeđenog mišića i testiranja njegove funkcije sa i bez otpora. Jednostavno je postaviti dijagnozu kada je anamneza kontuzije ili istežanja popraćena oteklinom i potkožnim krvarenjem distalno od ozljede. Manji hematomi koji se nalaze dublje u mišiću zahtijevaju ultrazvuk, magnetsku rezonancu ili kompjutersku tomografiju kako bi se precizno lokalizirala i klasificirala ozljeda (Pećina i sur., 2019).

## 1.1. Mehanizam nastanka mišićnih ozljeda

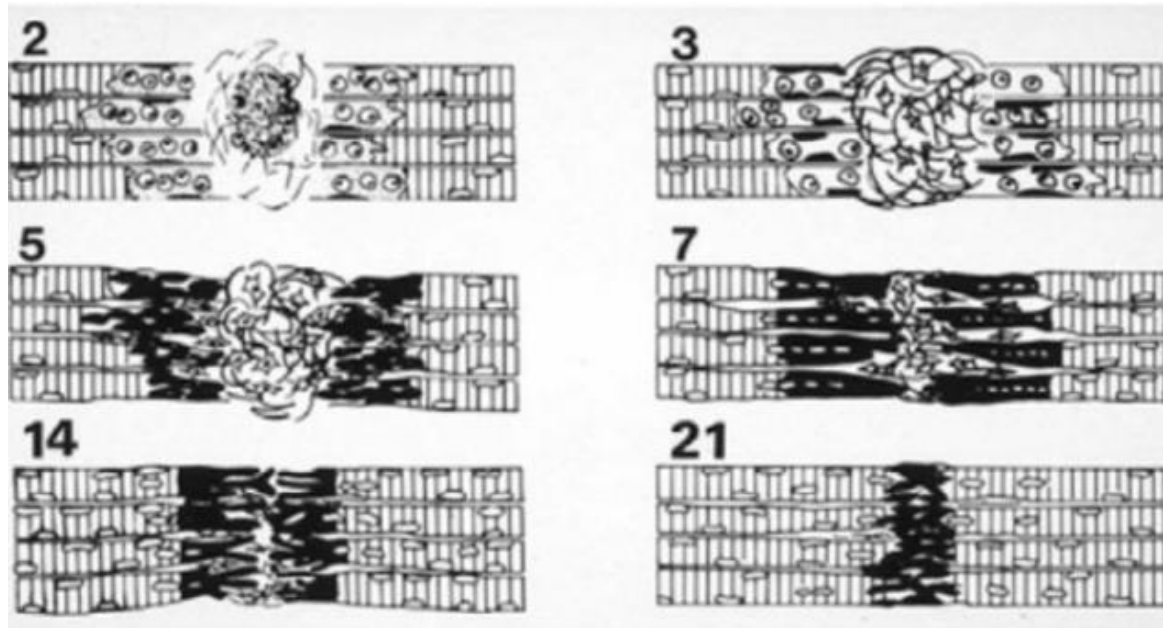
Ozljede mišića nastaju izravnim udarcem, istežanjem ili poderotinom. Više od 90% svih mišićnih ozljeda u sportu posljedica su udaraca ili istežanja, a poderotine su rjeđi slučaj u sportu (Pećina i sur., 2019).

Do ozljede mišića obično dolazi kroz 2 glavna mehanizma: (1) mišić je izložen iznenadnoj i velikoj kompresijskoj sili, što rezultira kontuzijom ili (2) mišić je izložen prekomjernoj vlačnoj sili, što rezultira ozljedom miofibrila i mogućom rupturom, obično u blizini mišićno-tetivnog spoja. Da bi došlo do ozljede istegnuća, mišić mora biti istegnut izvan svoje duljine u mirovanju (Laumonier i Menetrey, 2016).

Kontuzije mišića mogu se pojaviti u bilo kojoj mišićnoj skupini izloženoj izravnom udarcu. Međutim, istegnuća se obično javljaju u mišićima koji prelaze 2 zgloba, kao što su rectus femoris, tetive koljena i gastrocnemius mišići (Hamilton i sur., 2015). Mišići koji prelaze 2 zgloba mogu generirati više razine napetosti pasivnim pozicioniranjem zglobova, u usporedbi s mišićima koji prelaze samo jedan zglob.

## 1.2. Mehanizam cijeljenja mišićnih ozljeda

Nakon što je došlo do ozljede mišića, cijeljenje napreduje kroz tri različite faze, bez obzira na etiologiju (nagnječenje, istegnuće ili razderotina) (Järvinen i sur., 2005). Te faze su: (1) faza destrukcije, (2) faza reparacije, i (3) faza remodeliranja (slika 1).



Slika 1. Shema zacjeljivanja skeletnih mišića. 2. dan: Makrofazi uklanjaju nekrotično mišićno tkivo dok fibroblasti formiraju ožiljno tkivo u središnjoj zoni (CZ). 3. dan: Satelitske stanice se aktiviraju unutar cilindara bazalne lamine u zoni regeneracije (RZ). Dan 5: Mioblasti se stapaju u miotube u RZ, a ožiljno tkivo u CZ sada je gušće. Dan 7: Regenerirajuće mišićne stanice migriraju u CZ i počinju se probijati kroz ožiljak. Dan 14: Ožiljak CZ je smanjen u veličini, a regenerirajuća miofilbra zatvaraju CZ jaz. Dan 21: isprepletana miofilbra su praktički spojena s malo vezivnog tkiva (ožiljka) između njih. Prerađeno prema (Järvinen i sur., 2005).

- Faza destrukcije (upalna faza) (prvi tjedan nakon ozljede)

Ovo je karakterizirano rupturom miofilabra, stvaranjem hematoma i upalom. Tijekom ozljede mišića, sarkoplazma je poremećena, što dovodi do lokalne nekroze; taj je proces ograničen kontrakcijskim pojasom od širenja duž mišićnih vlakana. Ozljeda mišića također rezultira lokalnom ozljedom krvnih žila i naknadnim stvaranjem hematoma između krajeva mišićnih vlakana (Delos i sur., 2013).

- Faza reparacije (2. - 6. tjedan nakon ozljede)

U ovoj fazi dolazi do fagocitoze nekrotičnog tkiva, regeneracije mišićnih vlakana i prateće proizvodnje vezivnog ožiljnog tkiva. Isto tako dolazi do revaskularizacije urastanjem kapilara u ozlijeđeno područje mišićnog tkiva.

- Faza remodeliranja (7. tjedan - nekoliko mjeseci nakon ozljede)

Faza remodeliranja je razdoblje u kojem dolazi do sazrijevanja regeneriranih mišićnih vlakana, retrakcije i reorganizacije ožiljnog tkiva te vraćanje funkcionalnog kapaciteta mišića.

Satelitske stanice za regeneraciju mišića su nediferencirane stanice smještene između sarkolema i bazalne lamine svakog miofibrila koje igraju integralnu ulogu u regeneraciji mišića (Relaix i Zammit, 2012). Tijekom odraslih faza razvoja, ove stanice miruju do trenutka ozljede kada ponovno ulaze u stanični ciklus. Satelitske stanice mogu proliferirati i sazrijeti u mioblaste, koji mogu formirati višejezgrene miotube i konačno miovlakna (Zhao i sur., 2016). Ožiljno tkivo koje nastaje tijekom zacjeljivanja obično sprječava ponovno potpuno spajanje krajeva puknutih mišićnih vlakana u pravilnu strukturu, nego se vežu za međustaničnu tvar ožiljnog tkiva vezivnim molekulama novonastalog mišićno-tetivnog spoja. Tako svako puknuto mišićno vlakno ostaje podijeljeno u dva neovisna dijela povezana ožiljkom na mjestu ozljede.

Proces stvaranja ožiljka počinje gotovo odmah nakon ozljede. Upalne stanice razgrađuju krvni ugrušak dok fibrin/fibronektin poprečne veze tvore početni izvanstanični matriks (ECM) koji funkcionira kao početna skela za podupiranje reparativnog odgovora (Darby i sur., 2016). Nezrelo ožiljno tkivo pretežno se sastoji od kolagena tipa III, koji je osjetljiv na ponovne ozljede. S vremenom, dodatak kolagena tipa I značajno povećava vlačnu čvrstoću ožiljka vezivnog tkiva (Saartok, 1998). Neoangiogeneza i regeneracija intramuskularnih živčanih jedinica također su kritični koraci koji se događaju tijekom faze reparacije. U slučajevima prekomjerne proliferacije fibroblasta može nastati bujno ožiljno tkivo; to se može vidjeti kod rerupture ili velike traume (Järvinen i sur., 2005).

### 1.3. Najčešće mišićne ozljede u amaterskom nogometu

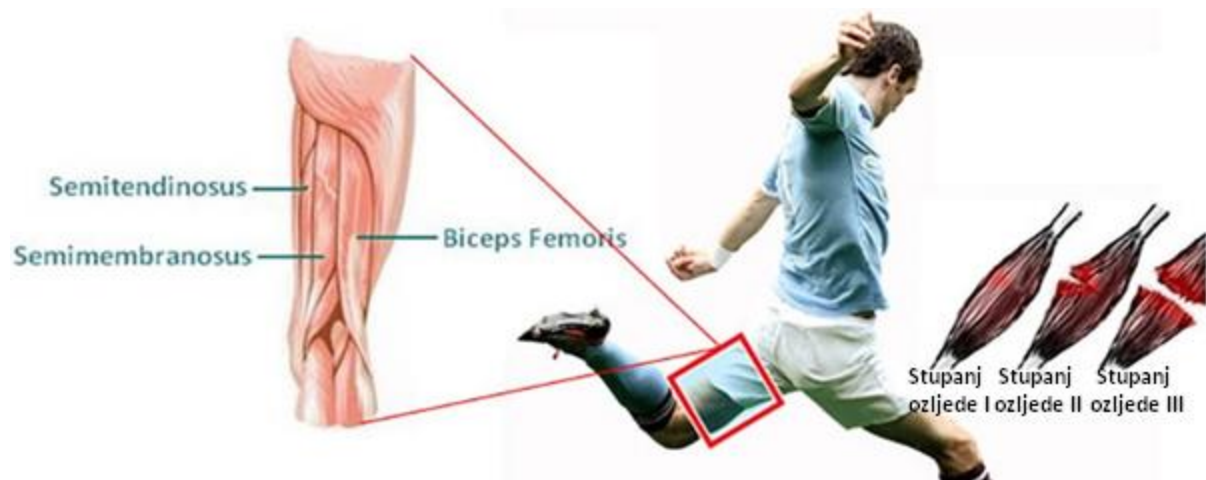
Istraživanja mišićnih ozljeda provedena na amaterskim nogometašima pokazala su da su najčešće prijavljene ozljede *hamstringsa* (1,78 na 1000h) i aduktora natkoljenice (1,5 na 1000h). Većina ozljeda mišića okarakterizirana je kao blaga ili minimalna. Veća učestalost ozljeda bila je zabilježena tijekom utakmice, a ne treninga. Najčešći mehanizmi ozljeda bili su brzo trčanje (čak 84,4%) i promjena smjera kretanja (44,4%) (Kekelekis i sur., 2022). Isti autor proveo je još jedno istraživanje na amaterskim igračima u Grčkoj. Rezultati su pokazali da je stopa ozljeda 5,5 na 1000h nogometa. Najčešće ozlijeđeni mišići bili su *hamstrings* (1,83 na 1000h) i mišića aduktora natkoljenice (1,45 na 1000h). Nogometaši amateri imali su sedam puta veće šanse za ozljedu na utakmici (20,76 na 1000h) nego na treningu 3,08 na 1000h) (Kekelekis i sur., 2023).

#### 1.3.1. Ozljede mišića *hamstringsa*

Ozljede *hamstringsa* javljaju se u sportskim aktivnostima koje zahtijevaju sprint, promjenu smjera, ubrzanja i ekstremne pokrete istežanja (Schache i sur., 2012)(Slika 2). Međutim, unutar mišićnog kompleksa tetive koljena važno je podijeliti mehanizme ozljede na lezije *m. biceps femoris* (BF), *m. semimembranosus* (SM) i *m. semitendinosus* (ST). Mišićni kompleks tetive koljena tijekom biomehanike trčanja aktivan je od početka faze srednjeg zamaha do faze završnog stava. Tijekom tog vremenskog razdoblja, *m. biceps femoris* je mišić koji prolazi kroz najveću elongaciju, i to približno 12% njegove duljine u mirovanju (Schache i sur., 2013). U istoj fazi, *m. semimembranosus* je mišić fleksor koji proizvodi najvažniji vrh snage i apsorbira najvažnije dijelove proizvodnje snage. Iz ovih razloga, ozljede *m. biceps femoris* i *m. semitendinosus* se bitno razlikuju. Drugim riječima, mehanizam ozljede *m. biceps femoris* uglavnom se temelji na prenaprezanju, dok se ozljede *m. semitendinosus* uglavnom temelje na prekomjernoj proizvodnji snage/sile (Askling i sur., 2007).

Biomehanika *m. semitendinosus* je složenija. I *m. semitendinosus* i *m. biceps femoris* pokazuju maksimalnu ekscentričnu aktivaciju tijekom faze zamaha trčanja (tj. od srednjeg zamaha do faze početnog stava)(Schache i sur., 2013). Nadalje, nedavna studija pokazala je da *m. semitendinosus* ima najveću aktivnost proizvodnje snage budući da se regrutira više i od *m. biceps femoris* i *m. semimembranosus* u vježbama snage. Unatoč tome, *m. semitendinosus* je

mišić tetive koljena koji predstavlja manju učestalost ozljeda, koja iznosi 5 do 6% (Schuermans i sur., 2014). Ova niska učestalost ozljeda može se objasniti njegovom važnom tetivnom komponentom koja igra zaštitnu ulogu protiv neizravnih ozljeda.



Slika 2. Početna faza udarca lopte nogom u kojoj najčešće dolazi do ozljede hamstringsa.  
Izvor: <https://lilyfieldphysio.com.au/blog/lilyfield-physio-news/common-soccer-injuries/>  
(15.03.2024.)

Faktori rizika za ozljede *hamstringsa* su kronološka dob, prethodne ozljede, razina natjecanja, period utakmice, neravnoteža u snazi mišića *hamstringsa* i *m. quadriceps* (Bisciotti i sur., 2019). Istraživanja su pokazala da je starenje jedan od najvažnijih čimbenika rizika za ozljede *hamstringsa*, pogotovo u kombinaciji s prethodnim ozljedama (Brukner i sur., 2014). Verrall i suradnici (2001) pokazali su da se, počevši od otprilike 20 godina starosti, vjerojatnost ozljede tetive koljena povećava 1,3 puta svake godine, neovisno o prošlosti ozljeda tetive koljena. Prethodne ozljede koje ne uključuju tetivu koljena mogu biti faktor rizika za primarnu ozljedu tetive koljena. Teže ozljede koljena, poput rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta ili prethodna povijest *osteitisa pubisa*, mogu povećati rizik od istegnuća tetive koljena neovisno o prethodnim ozljedama mišića *hamstringsa* (Verall i sur., 2001). Viša razina natjecanja predstavlja faktor rizika za primarnu ozljedu tetive koljena. Ovaj odnos između razine natjecanja i ozljeda tetive koljena može odražavati povećani fizički zahtjev i povezane snažne radnje u igri koje postoje u ligama više razine. Neka su istraživanja pokazala povećan rizik od ozljeda tetive koljena (osobito primarnih ozljeda) na kraju svakog poluvremena utakmice. Mogući razlog za to je smanjenje ekscentrične snage tetive koljena kao funkcija vremena nakon poluvremena utakmice (Greig i Siegler, 2009).

Neuravnotežen omjer između koncentrične snage tetive koljena i koncentrične snage *m. quadriceps* klasično se smatra faktorom rizika od ozljede tetive koljena. Ova hipoteza znači da nedovoljna snaga kompleksa tetive koljena nije u stanju učinkovito suprotstaviti i radnju fleksije kuka koju izvode *m. quadriceps* i kasniju fazu zamaha tijekom biomehanike sprinta (an Beijsterveldt i sur., 2013).

### 1.3.2. Ozljede *m. quadriceps*

*M. quadriceps* čine četiri mišića: *m. rectus femoris*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus medialis* i *m. vastus intermedius*. Općenito postoje tri mehanizma ozljede kod istegnuća *m. quadriceps*. Nogomet redovito zahtijeva iznenadnu snažnu ekscentričnu kontrakciju *m. quadriceps* tijekom regulacije fleksije koljena i ekstenzije kuka. Najčešći mehanizmi ozljeda u nogometu su:

- Iznenadno usporavanje noge (npr. udarac nogom), kada nogometaš radi zamah dolazi do ekstenziju kuka i fleksije koljena. Ovaj pokret stvara silu na *m. rectus femoris* na oba zgloba. Zatim, igrač izvodi brzu i intenzivnu kontrakciju *m. rectus femoris* tijekom stvarne akcije udarca (dodira stopala s loptom). Obično je pokret "zamaha" mehanizam koji napreže mišić.
- Nasilna kontrakcija *m. quadriceps* (sprint) i
- Brzo usporavanje prenapregnutog mišića (brza promjena smjera).

*M. rectus femoris* je mišić koji je najčešće uključen u ozljedu *m. quadriceps* jer prelazi i kuk i koljeno, ima visok postotak vlakana tipa II i složenu muskulotendinoznu građu (Kary, 2010). *M. rectus femoris* je obično ozlijeđen na jednom od ova 4 mjesta:

- Proksimalna ozljeda tetive
- Ozljeda mišićno-tetivnog spoja
- Ozljeda trbuha mišića
- Ruptura tetive *m. quadriceps*.



Slika 3. Ozljede *m. rectus femoris*

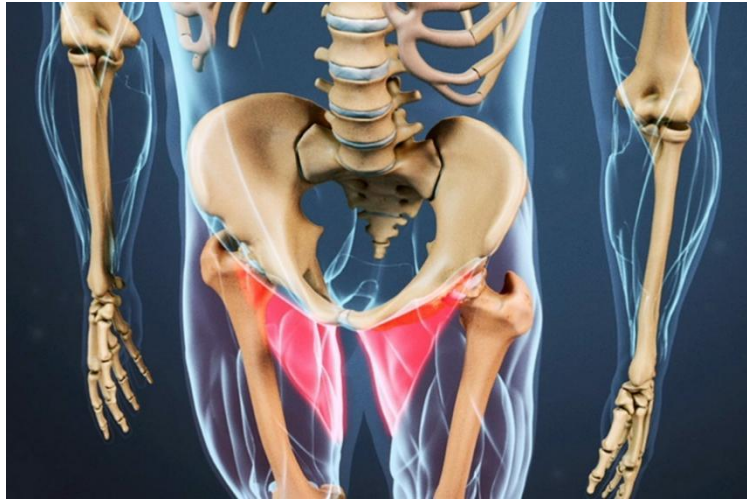
Izvor: <https://www.wbsphysicaltherapy.com/post/quadriceps-strains-in-soccer-players>  
 (15.03.2024.)

Najrjeđa je ozljeda *m. vastus*, a kontuzijama je najčešće zahvaćen *m. vastus intermedius*. Ruptura tetive *m. quadriceps* neuobičajena je iscrpljujuća dijagnoza, koja se češće javlja kod starijih muškaraca (Kary, 2010).

### 1.3.3. Ozljede aduktora natkoljenice

Aduktori natkoljenice su složena anatomska regija na pola puta između trbuha i bedara (slika 4). Područje aduktora natkoljenice presijeca mnoštvo anatomske strukture od kojih svaka, sama ili u kombinaciji s drugim susjednim strukturama, može biti izvor boli u preponama kod sportaša. Anatomska složenost područja aduktora natkoljenice značajan je čimbenik koji doprinosi velikom broju pojmova i dijagnoza prijavljenih u aktualnoj literaturi.





Slika 4. Ozljeda aduktora natkoljenice.

Izvor: <https://www.activeptandsports.com/adductor-groin-injuries-in-soccer-players/>  
(15.03.2024.)

Kod nogometaša se bolom u aduktorima natkoljenice smatra bol u pubičnom ili donjem dijelu trbuha ili aduktorima koji može biti monolateralan ili bilateralan. Općenito, velika opterećenja pri trčanju, sprint, nagla promjena smjera i udarci nogama smatraju se potencijalnim mehanizmima ozljede aduktora natkoljenice (Fujsaki i sur., 2022).

Ozljede aduktora natkoljenice česte su u timskim sportovima visokog intenziteta i čine 8 do 18% svih ozljeda u nogometu, s prijavljenom učestalošću od 0,8 do 1,3 ozljeda prepona na 1000 sati sportske aktivnosti (Engebretsen i sur., 2010). Oni mogu negativno utjecati na sportaše, uzrokujući ozbiljne poremećaje u izvođenju sportskih napora i aktivnosti svakodnevnog života.

U usporedbi s drugim sportovima, nogomet, kao sport s velikim fizičkim opterećenjem lokomotornog sustava, karakterizira velika učestalost ozljeda u predjelu kukova i aduktora natkoljenice (Kittel i sur., 2008). Najčešći razlog za bolove u aduktorima natkoljenice kod nogometaša su istegnuća mišića (Nicholas i Tyler, 2002). Ozljede općeg napreznja stražnjeg dijela bedra čine 10 do 23% svih akutnih ozljeda. Prema literaturi, 10 do 18% svih ozljeda kod nogometaša povezano je s aduktorima natkoljenice ili kukovima, a 62% od njih su istegnuća aduktora (Nicholas i Tyler, 2002). Najčešće se ova istegnuća mišića kod nogometaša nalaze u muskulotendinoznom spoju mišića *m. adductor longus* ili *m. gracilis*. Obično se istegnuća mišića javljaju u dominantnoj nozi nogometaša (Hägglund, Waldén, Ekstrand, 2013). Tipično, istegnuće se događa u mišićima koji su prenapregnuti ili pokidani. Obično klinički nalazi uključuju bol pri palpaciji insercije *m. aduktora longusa* na pubičnoj kosti i/ili bol pri adukciji

s odporom. Neravnoteža između skupina mišića abduktora i aduktora jedan je od čimbenika rizika za ozljede prepona povezane s aduktorima (Candela i sur., 2019).

## 2. Prevencija mišićnih ozljeda u nogometu

Primarna prevencija (PP) je preventivna strategija usvojena kako bi se spriječila pojava prve ozljede mišića, dok je sekundarna prevencija (SP) strategija prevencije koja se provodi nakon jedne ili više lezija na istoj mišićnoj skupini, kako bi se izbjeglo ponavljanje. Važno je razlikovati primarnu prevenciju i sekundarnu prevenciju. Uistinu, primarni preventivni program mora slijediti općenite ključne točke za bilo koji razmatrani mišić/mišićnu skupinu, dok sekundarni preventivni program treba uzeti u obzir broj, anatomske lokacije i težinu prethodnih ozljeda te mora biti strukturiran u skladu s tim. Drugim riječima, sekundarna prevencija mora u većoj mjeri biti individualizirana i specifičnija od primarne prevencije (Valle i Hamilton, 2015).

### 2.1. Prevencija ozljeda *hamstringsa*

Ozljede *hamstringsa* se najčešće se događaju tijekom sprinta, ali također najčešće putem klizanja (pretjerano istežanje), promjena smjera i udaranja. Utvrđeno je da su višestruki intrinzični čimbenici rizika s velikom varijacijom u važnosti, od kojih su neki nepromjenjivi, uključujući dob, spol, etničko podrijetlo i povijest ozljeda. Mogući promjenjivi intrinzični čimbenici rizika uključuju snagu tetive koljena i okolnih lumbo-zdjeličnih mišića, asimetriju snage, toleranciju na umor, strukturu mišića, raspon pokreta (ROM), nedostatak ili prekomjernu brzinu sprint i tehnika izvedbe sprinta. Stoga, prema današnjim standardima, temeljna optimalna strategija za upravljanje ozljedama *hamstringsa* je višefaktorska (Woods i sue., 2004). Strategije treninga trebaju biti kontekstualizirane prema općim zahtjevima sporta i promjenama unutar samog sporta. Praktičari i znanstvenici osporavaju do koje mjere se svaki intrinzični čimbenik rizika može modificirati i kako bi svaki od njih trebao biti treniran (Ekstrand, Hägglund, Waldén, 2011). Programi višestruke intervencije unutar nogometa (tablica 1) imali su za cilj smanjiti rizik od ozljeda *hamstringsa* jednofaktornim sredstvima, s najvećim fokusom na oba i uspjeh dat izoliranju poboljšanja u ekscentričnoj snazi pregibača koljena (Orchard, Seward, Orchard, 2013).

Osim toga, ne postoje jednofaktorna ili multifaktorijska istraživanja o ozljedama *hamstringsa* koja su koristila sprint velikom brzinom kao metodu treninga. To je unatoč dokazima koji pokazuju da su potencijalni nedostatak optimalne kinematike sprinta, nedostatak

izloženosti sprintu pri maksimalnoj brzini i čak niža sprinterska izvedba čimbenici rizika povezani s donjim dijelom tijela i ozljedama *hamstringsa* u timskim sportovima (Alonso i sur., 2010). Uključivanje sprinterskog rada dodatno je uvjerljivo zbog činjenice da se sposobnost sprinta smatra jednim od ključnih testova izvedbe koji razlikuje kvalitetne i manje kvalitetne nogometaše. Mišićna aktivnost tetiva koljena u sprintu nadmašuje uobičajene vježbe jačanja tetiva koljena, što podupire njihovu upotrebu kao vremenski učinkovitog načina treniranja za izvedbu i istovremeno smanjenje rizika od ozljeda (Askling i sur., 2002).

Iako je vjerojatno potreban opći višefaktorijski pristup smanjenju rizika od ozljeda, nogometaši se značajno se razlikuju po tome koliko čimbenika rizika posjeduju. Stoga, iz perspektive holističkog upravljanja ozljedama, višefaktorijski pristup treba biti individualiziran (Woods i sur., 2004). Konkretno, individualizacija je pristup gdje se trening prema određenom zajedničkom ishodu, kao što je smanjenje pojave ozljeda (npr. programi smanjenja rizika od ozljeda), konstruira do određene mjere neovisno za svakog igrača. To se radi tako da se prvo procijeni koji podražaji treninga su potrebni određenom pojedincu na temelju kategorija testova 'probira'. Individualizacija se također može učiniti jednostavnom manipulacijom obujma treninga određenih podražaja ili čak i unutar odabira vježbi ovisno o situaciji (Ekstrand i sur., 2016).

Tablica 1. Metodologije treninga za prevenciju ozljeda hamstringsa

Metodologija	Utjecaj	Znanstveno obrazloženje upotrebe	Bilješke
Istezanje	Konfliktan	Poboljšava apsorpciju sila istezanja od strane mišićno-tetivne jedinice	U svakom slučaju preporuča se njegovo uključivanje u višestruki intervencijski program
Nordijski pregib	Dobar	Dobra za poboljšanje ekscentrične jakosti <i>hamstringsa</i>	Za integraciju s biartikularnim vježbama za tetive
Specifični anaerobno-laktatni trening	Dostatan	Reproducirati u kontroliranim situacijama mehaničke i metaboličke uvjete predispozicije za ozljede	Koristiti samo kod nogometaša s dobrom specifičnom obukom
Izokinetički trening	Dobar	Poboljšanje jakosti <i>hamstringsa</i>	Zbog svoje izvrsne ponovljivosti također je pouzdan referentni test
Izoinercijalni trening	Dobar	Poboljšanje snage <i>hamstringsa</i>	Može uzrokovati značajnu odgođenu bol u mišićima
Trening izdržljivosti	Dobar	Za održavanje dobre razine kondicije	Predstavlja važnu strategiju za primarnu i sekundarnu prevenciju ozljeda <i>hamstringsa</i>

Izvor: prilagodio autor prema Bisciotti i sur., 2019.

### Vježba nordijski pregib

Što se tiče vježbi koje treba uključiti u program prevencije ozljeda mišića *hamstringsa*, nedvojbeno je vrijedno spomenuti *Nordic hamstring* vježbu (NH) (slika 5), koja je jedina vježba koja pokazuje dobru validaciju (Engebretsen i sur., 2010). Redovito vježbanje NH (tablica 2) rezultira povećanjem ekscentrične snage *hamstringsa*, a izvođenje ne zahtijeva posebnu opremu i stoga se lako može uključiti u normalne rutinske vježbe na terenu. Međutim, važno je zapamtiti da se posebno nogometaši (ali i sportaši općenito) slabo pridržavaju

redovnog plana treninga preventivnih vježbi, zbog čega bi se vježbe uvijek trebale izvoditi pod nadzorom kvalificiranog trenera (Engebretsen i sur., 2010). Nadalje, zanimljiv aspekt NH je da on također predstavlja izvrstan test za podjelu subjekata u dvije različite kategorije prema ekscentričnoj sili *hamstringsa*. Diskriminirajući čimbenik je moći ili ne postići i održati pravilno izvođenje samo do zgloba pod kutom od 30 stupnjeva mjereno na razini zgloba koljena. Prema tome, dvije kategorije su: U prvu kategoriju umetnut ćemo subjekte koji su definirani kao "oni koji imaju dobru funkcionalnost *hamstringsa*" i koji mogu postići kut zgloba koljena jednak 30 stupnjeva, istovremeno održavajući ispravno izvođenje vježbe (Engebretsen i sur., 2010). U drugu kategoriju uključit sve subjekte koji su definirani kao „oni koji nemaju dobru funkcionalnost *hamstringsa*” i ne mogu održati pravilno izvođenje vježbe do postizanja kuta koljenskog zgloba od 30 stupnjeva (Engebretsen i sur., 2010).

Tablica 2. Raspored izvođenja NH vježbe

Tjedan	Tjedni broj treninga	Serije	Ponavljanja	Opterećenje
1	1	2	5	Povećanje opterećenja dopušteno je samo kada je sportaš u stanju lako kontrolirati ekscentričnu fazu. Kada sportaš postigne 12 ponavljanja, opterećenje se može povećati kroz: (1) povećanje početne brzine, (2) potisak u razini ramena
2	2	2	6	
3	3	3	6-8	
4	3	3	8-10	
5-10	3	3	12-10-8	

Izvor: prilagodio autor prema Mjolsnes i sur., 2004.

U istraživanju Petersena i sur. (2011) uvođenje NH vježbe u preventivni program u trajanju od 10 tjedana smanjilo je incidenciju ozljeda *hamstringsa* za čak 70%. Van der Horst i suradnici (2015) dokazali su da je NH vježba značajno smanjila ozljede *hamstringsa* kod danskih elitnih, subelitnih i amaterskih igrača, odnosno nizozemskih amaterskih igrača (Van der Horst i sur., 2015).



*Slika 5. Nordic hamstring vježba.*

*Izvor: <https://www.menshealth.com/fitness/a37926181/nordic-hamstring-curl-30-day-challenge/> (15.03.2024.)*

## **2.2. Prevencija ozljeda *m. quadriceps***

Program FIFA 11+ sastoji se od tri dijela (27 vježbi). Početni dio uključuje vježbe trčanja u kombinaciji s aktivnim istezanjem (prvi dio). Slijedi šest različitih skupova vježbi za razvoj snage, ravnoteže, kontrole mišića i stabilnosti trupa (drugi dio). Završni dio sastoji se od vježbi trčanja u kombinaciji s vježbama specifičnim za nogomet (3. dio). Različite razine težine poboljšavaju učinkovitost programa i omogućuju igračima da se individualno prilagode programu. Ukupno trajanje programa je 20 do 25 minuta (tablica 3). Intervencijski program treba se provoditi tri puta tjedno kao program zagrijavanja prije početka redovnog treninga.

Tablica 3. Program FIFA 11+

Vježba	Trajanje
Prvi dio: trčanje Različite kombinacije trčanja (ravno naprijed, kruženje natkoljenicama prema van, kruženje natkoljenicama prema unutra, kontakt ramenom („rempiranje“), trčanje naprijed-nazad).	8 minuta
Drugi dio: Snaga, pliometrija i ravnoteža Podizanje kukova u ležećem položaju prema gore s osloncem na podlaktice, statičko zadržavanje položaja 20-30 sekundi. Naizmjenično podizanje nogu iz ranije navedenog položaja. Podizanje kukova iz bočnog ležećeg položaja. Donja noga je savijena pod 90°, gornja noga je postavljena na klupu. Podizanje kukova i zadržavanje položaja 20-30 sekundi. Nordijska vježba pregibanja. Ravnoteža na jednoj nozi s dodavanjem lopte rukama partneru. Čučnjevi s podignutim nožnim prstima. Iskoraci u hodu. Jednonožni čučnjevi. Skakanje: vertikalni skokovi, bočni skokovi, skokovi naprijed nazad sunožno.	10 minuta
Treći dio: vježbe trčanja Trčanje s visokim podizanjem natkoljenica i laganom amortizacijom na prstima. Lagano trčanje s promjenom smjera kretanja.	2 minute

*HarmoKnee* program prevencije ozljeda sastoji se od pet dijelova. Program počinje vježbama zagrijavanja pri malim brzinama, nakon čega slijedi aktivacija mišića, ravnoteža, snaga i završava komponentama stabilnosti trupa. Za izvođenje programa potrebno je otprilike 20-25 minuta (Kiani i sur., 2010). Slično kao kod 11+, *HarmoKnee* se također izvodi tri puta tjedno kao zagrijavanje prije početka redovnog vježbanja (Tablica 4).



Tablica 4. HarmoKnee program prevencije ozljede m. quadriceps

Vježba	Trajanje
Trčanje ( $\geq 4-6$ min), trčanje unatrag na prstima (oko 1 min), preskakanje vijače (oko 30 s), tehnika obrambenog kretanja (bekovski ples) (oko 30 s), jedan na jedan ( $\geq 2$ min)	10 minuta
Aktivacija mišića Aktivacija mišića potkoljenice, m. quadriceps, mišića hamstrings, mišića pregibača kuka, mišića aduktora natkoljenice, mišića kuka i donjeg dijela leđa (6 stavki, svaka stavka 4 s za svaku nogu/stranu)	2 minute
Ravnoteža Skokovi s dvije noge naprijed i nazad, bočni skokovi s jednom nogom, skokovi s jednom nogom naprijed i natrag, skok s dvije noge s loptom ili bez nje (po izboru), (4 stavke, svaka stavka otprilike 30 s)	2 minute
Snaga Iskoraci u hodu i u mjestu, savijanje koljena (u parovima) (ležeći položaj, partner gura stopala unazad a igrač koji leži se opire tom pokretu), čučanj s podignutim nožnim prstima	4 minute
Jačanje trupa Trbušnjaci, plank, podizanje kukova iz upora na podlakticama	3 minute

Fifa 11+ i HarmoKnee programi dokazano povećavaju snagu m. quadriceps u dominantnim i nedominantnim nogama. Zbog povećanja tjelesne temperature, protoka krvi u mišiće, elastičnosti mišića i aktivnosti neurona izvođenjem ovog programa poboljšava se snaga m. quadriceps. Ova dva programa usredotočeni su na stabilnost trupa, ravnotežu i neuromišićnu kontrolu specifičnu za nogometne vještine, čime se potiču ispravni obrasci kretanja. Isto tako, programi se usredotočuju na kontrolu tijela koja sprječava pretjerani valgus koljena tijekom nogometnih aktivnosti. Istraživanja su pokazala da kada su ovi čimbenici uključeni u preventivne programe, stopa ozljeda m. quadriceps je smanjena (Kiani i sur., 2010).

### 2.3. Prevencija ozljeda aduktora natkoljenice

Prethodna ozljeda prepona ili nedostatak snage adukcije kuka identificirani su kao značajan faktor rizika za novu ozljedu aduktora natkoljenice. Prevencija ozljeda aduktora natkoljenice sastoji se od aktivnih vježbi snage i koordinacije, s naglaskom na aduktore i trbušne mišiće, budući da su to čimbenici rizika koji se mogu mijenjati (Engebretsen i sur., 2010). Program vježbanja uključuje vježbe jačanja i koordinacije za aduktore i mišiće oko zdjelice. Pokazalo se učinkovitim u liječenju dugotrajne boli u preponama. Slično, čini se da program jačanja aduktora prije sezone smanjuje učestalost istegnuća aduktora u skupini profesionalnih hokejaša (Tyler i sur., 2002). Stoga se čini razumnim pretpostaviti da se ozljede aduktora natkoljenice u sportu mogu spriječiti posebnim strategijama prevencije usmjerenim na relevantne čimbenike rizika i mehanizme ozljeda.

Skupni podaci za učinkovitost programa snage aduktora u muškom nogometu otkrili su smanjenje rizika od ozljeda aduktora natkoljenice za 22%. Vježbe u ovim intervencijama uključivale su koncentrične i ekscentrične kontrakcije aduktora u koordinaciji s trbušnim mišićima kako bi se ciljalo na slabost aduktora kuka (Engebretsen i sur., 2010).

Za razliku od uskog fokusa na izolirane čimbenike rizika, smanjenje pojave ozljeda kuka i aduktora natkoljenice ili na neki drugi način može se najbolje postići fokusiranjem na globalni neuromuskularni trening u kombinaciji s individualiziranim i kontekstualno specifičnim 'prevencijskim' programima koji izbjegavaju pogrešku opterećenja pri vježbanju (Thorborg i sur., 2017). Uz zajedničke regionalne čimbenike (mobilnost, snaga, motorička kontrola, izmijenjena distribucija sile, tolerancija tkiva, itd.) globalni principi su prikladni za primjenu za programe smanjenja ozljeda aduktora natkoljenice (slika 6). U konačnici, postizanje manje ozljeda može se oslanjati na odgovarajući obujam i pridržavanje treninga u ovim strategijama smanjenja rizika, najspecifičnije, na primjereno doziranu i izvedenu vježbu (Lauersen i sur., 2018). Unatoč ovoj radnoj hipotezi, općenito dobro planiran, uravnotežen i izveden program vježbanja može biti zaštitni bez obzira na gore navedene ciljane konstrukte. Razvijanje brojnih kvaliteta unutar varijabli snage i aerobnog kapaciteta mogu biti ključni modifikatori u smanjenju sportaševog rizika za ozljede aduktora natkoljenice bez obzira na čimbenike rizika (Lauersen i sur., 2018). Objektivni podaci dobiveni povijesno putem tradicionalnih metoda probira možda neće biti prediktivni u klasičnoj ideologiji prevencije, ali mogu nastaviti imati sekundarnu vrijednost u uspostavljanju osnovnih profila i koristiti se za praćenje napretka i promjena u dinamičkom sustavu sportaša za informiranje o kliničkom

razmišljanju i skrbi za sportaše (Wollin, Thorborg, Pizzari, 2018). Profili praćenja snage i metrike opterećenja tjelovježbom pojavljuju se kao preporučena praksa utemeljena na dokazima za smanjenje sekundarnog rizika što kliničarima omogućuje donošenje odluka o programiranju u stvarnom vremenu za smanjenje rizika (Wollin i sur., 2018). Priroda doziranja zahtijeva daljnje ispitivanje, budući da odgovarajuća početna vrijednost i minimalna učinkovita doza tjelovježbe mogu poslužiti kao zaštita (Cuthbert i sur., 2019). Vremensko određivanje doze u odnosu na dan utakmice i u odnosu na vrijeme aktivnosti može osigurati poboljšanu adherenciju i učinkovitost (Cuthbert i sur., 2019).



*Slika 6. Vježbe za prevenciju ozljeda prepona*

*Izvor: prilagodio autor prema Short i sur., 2021.*

Slika 6. prikazuje vježbe prevencije ozljede prepona. A. Lokalna snaga kukova i trupa putem aduktorne bočne daske B. Funkcionalne vježbe uključuju dominantne vježbe s jednom nogom za koljeno i kuk, ovdje prikazane bočnim iskorakom C. Osnovna motorička kontrola složenog jednonožnog pokreta (Y-Balance) D. Aktivna potpomognuta vježba mobilnosti s obzirom na morfologiju kukova i lumbozdjelice pojedinca E. Kombinirana motorička kontrola pokreta specifična za sport. Sportski trening uključujući vježbanje i dodatni trening brzine, agilnosti i brzine može uključivati praćenje i treniranje željene mehanike uz uspostavljanje sportske kondicije. Ciljevi segmentalnog kretanja u sagitalnoj ravnini uključuju povećanu dorzalnu fleksiju gležnja i smanjenu fleksiju koljena, prednji nagib zdjelice, fleksiju kuka i

fleksiju trupa. Ciljevi segmentalnog kretanja u frontalnoj ravnini uključuju smanjenu rotaciju trupa i bočnu fleksiju, valgus koljena u spuštеноj zdjelici i vanjsku rotaciju stopala. F. Funkcionalna vježba koja uvježbava pokrete kukova, trupa i složene pokrete kao što je prikazano mrtvim dizanjem s heksbarom G. Snaga adukcije jedna je od varijabli koja se može pratiti, kao i druge metrike kao što su dodatna mjerenja snage, raspon pokreta i varijable opterećenja pri vježbanju (tj. volumen, intenzitet itd.) (Short i sur., 2021).

### 3. Zaključak

Mišićne ozljede česte su u nogometu, pogotovo na amaterskoj razini gdje igrači nisu adekvatno kondicijski pripremljeni za zahtjevne fizičke napore koje nogometna igra iziskuje. Baš iz tog razloga, puno više amaterskih igrača ozljeđuje se na utakmicama, a ne na treninzima. Donji dio tijela u nogometu pod najvećim je opterećenjem što pokazuje i činjenica da su donji ekstremiteti regija tijela koja je najviše podložna ozljedama kod nogometaša. Najčešće ozlijeđeni mišići u amaterskom nogometu, ali i profesionalnom, su mišići *hamstringsa*, aduktori natkoljenice i *m. quadriceps*. Ozljede *m. triceps surae* i trbušnog zida su vrlo rijetke ozljede u amaterskom nogometu. Prevencija mišićnih ozljeda u nogometu iziskuje opći višefaktorijski pristup. Svaki nogometaš ima individualne čimbenike rizika koji ga dodatno predisponiraju za određenu mišićnu ozljedu. Stoga se u sklopu preventivnih programa radi na snazi, ravnoteži, stabilnosti trupa i poboljšanju neuromišićne kontrole. U sklopu preventivskih programa potrebno je što više vježbe približiti specifičnim nogometnim kretanjama kako bi se potakli ispravni oblici kretanja u samoj sportskoj aktivnosti.

## 4. Literatura

1. Alonso, J. M., Tscholl, P. M., Engebretsen, L., Mountjoy, M., Dvorak, J., i Junge, A. (2010). Occurrence of injuries and illnesses during the 2009 IAAF World Athletics Championships. *British journal of sports medicine*, 44(15), 1100-1105.
2. Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., i 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.
3. Askling, C., Lund, H., Saartok, T., i Thorstensson, A. (2002). Self-reported hamstring injuries in student-dancers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(4), 230-235.
4. Bisciotti, G. N., Chamari, K., Cena, E., Carimati, G., Bisciotti, A., Bisciotti, A., ... i Volpi, P. (2019). Hamstring injuries prevention in soccer: a narrative review of current literature. *Joints*, 7(03), 115-126.
5. Brukner, P., Nealon, A., Morgan, C., Burgess, D., i Dunn, A. (2014). Recurrent hamstring muscle injury: applying the limited evidence in the professional football setting with a seven-point programme. *British journal of sports medicine*, 48(11), 929-938.
6. Candela, V., De Carli, A., Longo, U. G., Sturm, S., Bruni, G., Salvatore, G., i Denaro, V. (2019). Hip and groin pain in soccer players. *Joints*, 7(04), 182-187.
7. Cuthbert, M., Ripley, N., McMahon, J. J., Evans, M., Haff, G. G., i Comfort, P. (2020). The effect of Nordic hamstring exercise intervention volume on eccentric strength and muscle architecture adaptations: a systematic review and meta-analyses. *Sports Medicine*, 50, 83-99.
8. Darby, I. A., Zakuan, N., Billet, F., i Desmoulière, A. (2016). The myofibroblast, a key cell in normal and pathological tissue repair. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 73, 1145-1157.
9. Delos, D., Maak, T. G., i Rodeo, S. A. (2013). Muscle injuries in athletes: enhancing recovery through scientific understanding and novel therapies. *Sports Health*, 5(4), 346-352.

10. Ekstrand, J., Häggglund, M., i Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1226-1232.
11. Ekstrand, J., Waldén, M., i Häggglund, 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.
12. Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., i Bahr, R. (2010). Intrinsic risk factors for groin injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *The American journal of sports medicine*, 38(10), 2051-2057.
13. Fujisaki, K., Akasaka, K., Otsudo, T., Hattori, H., Hasebe, Y., i Hall, T. (2022). Effects of a groin pain prevention program in male high school soccer players: A cluster-randomized controlled trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(5), 841.
14. Greig, M., i Siegler, J. C. (2009). Soccer-specific fatigue and eccentric hamstrings muscle strength. *Journal of athletic training*, 44(2), 180-184.
15. Häggglund, M., Waldén, M., i Ekstrand, J. (2013). Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. *The American journal of sports medicine*, 41(2), 327-335.
16. Hagiwara, M., Mashimo, S., i Shiraki, H. (2022). Epidemiological study of amateur soccer players: A 17-month study to determine injury and pain. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 11(2), 79-86.
17. Hamilton, B., Valle, X., Rodas, G., Til, L., Grive, R. P., Rincon, J. A. G., i Tol, J. L. (2015). Classification and grading of muscle injuries: a narrative review. *British journal of sports medicine*, 49(5), 306-306.
18. Herrero, H., Salinero, J. J., i Del Coso, J. (2014). Injuries among Spanish male amateur soccer players: a retrospective population study. *The American journal of sports medicine*, 42(1), 78-85.
19. Jankowski, R. J., Deasy, B. M., Cao, B., Gates, C., i Huard, J. (2002). The role of CD34 expression and cellular fusion in the regeneration capacity of myogenic progenitor cells. *Journal of Cell Science*, 115(22), 4361-4374.
20. Järvinen, T. A., Järvinen, T. L., Kääriäinen, M., Kalimo, H., i Järvinen, M. (2005). Muscle injuries: biology and treatment. *The American journal of sports medicine*, 33(5), 745-764.

21. Kary, J. M. (2010). Diagnosis and management of quadriceps strains and contusions. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 3(1-4), 26-31.
22. Kekelekis, A., Kounali, Z., Kofotolis, N., Clemente, F. M., i Kellis, E. (2023). Epidemiology of injuries in amateur male soccer players: a prospective one-year study. In *Healthcare* (Vol. 11, No. 3, p. 352). MDPI.
23. Kekelekis, A., Manuel Clemente, F., i Kellis, E. (2022). Muscle injury characteristics and incidence rates in men's amateur soccer: A one season prospective study. *Research in sports medicine*, 1-14.
24. Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., i Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of internal medicine*, 170(1), 43-49.
25. Kittel, R., Dittrich, M., Fleege, R., Lazik, D., i Wick, D. (2008). Effects of soccer-specific strains on the locomotor system. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-traumatologische Sportmedizin*, 22(3), 164-168.
26. Kordi, R., Hemmati, F., Heidarian, H., i Ziaee, V. (2011). Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on dirt field and artificial turf field by amateur football players. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3, 1-6.
27. Lauersen, J. B., Andersen, T. E., i Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 52(24), 1557-1563.
28. Laumonier, T., i Menetrey, J. (2016). Muscle injuries and strategies for improving their repair. *Journal of experimental orthopaedics*, 3(1), 15.
29. Mjølsnes R, Arnason A, Østhaugen T, Raastad T, Bahr R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 14(05):311–317
30. Nicholas, S. J., i Tyler, T. F. (2002). Adductor muscle strains in sport. *Sports Medicine*, 32, 339-344.
31. Noonan, T. J., i Garrett Jr, W. E. (1999). Muscle strain injury: diagnosis and treatment. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 7(4), 262-269.



32. Orchard, J. W., Seward, H., i Orchard, J. J. (2013). Results of 2 decades of injury surveillance and public release of data in the Australian Football League. *The American journal of sports medicine*, 41(4), 734-741.
33. Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., i Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *The American journal of sports medicine*, 28(5\_suppl), 51-57.
34. Relaix, F., i Zammit, P. S. (2012). Satellite cells are essential for skeletal muscle regeneration: the cell on the edge returns centre stage. *Development*, 139(16), 2845-2856.
35. Saartok, T. (1998). Muscle injuries associated with soccer. *Clinics in sports medicine*, 17(4), 811-817.
36. Schache, A. G., Dorn, T. W., Blanch, P. D., Brown, N. A., i Pandy, M. G. (2012). Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Medicine & science in sports & exercise*, 44(4), 647-658.
37. Schache, A. G., Dorn, T. W., Wrigley, T. V., Brown, N. A., i 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.
38. Schuermans, J., Van Tiggelen, D., Danneels, L., i Witvrouw, E. (2014). Biceps femoris and semitendinosus—teammates or competitors? New insights into hamstring injury mechanisms in male football players: a muscle functional MRI study. *British journal of sports medicine*, 48(22), 1599-1606.
39. Short, S. M., MacDonald, C. W., i Strack, D. (2021). Hip and groin injury prevention in elite athletes and team sport—Current challenges and opportunities. *International journal of sports physical therapy*, 16(1), 270.
40. Sprouse, B., Alty, J., Kemp, S., Cowie, C., Mehta, R., Tang, A., ... i Varley, I. (2020). The football association injury and illness surveillance study: the incidence, burden and severity of injuries and illness in men's and women's international football. *Sports medicine*, 1-20.
41. Thorborg, K., Krommes, K. K., Esteve, E., Clausen, M. B., Bartels, E. M., i Rathleff, M. S. (2017). Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. *British journal of sports medicine*, 51(7), 562-571.
42. Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Campbell, R. J., Donellan, S., i McHugh, M. P. (2002). The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in

- professional ice hockey players. *The American journal of sports medicine*, 30(5), 680-683.
43. Valle, X., Tol, J. L., Hamilton, B., Rodas, G., Malliaras, P., Malliaropoulos, N., ... i Jardi, J. (2015). Hamstring muscle injuries, a rehabilitation protocol purpose. *Asian journal of sports medicine*, 6(4).
44. Van Beijsterveldt, A. M. C., van de Port, I. G., Vereijken, A. J., i Backx, F. J. G. (2013). Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: a systematic review of prospective studies. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(3), 253-262.
45. van Beijsterveldt, A. M., Steffen, K., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., van de Port, I. G., i Backx, F. J. (2014). Soccer injuries and recovery in Dutch male amateur soccer players: results of a prospective cohort study. *Clinical journal of sport medicine*, 24(4), 337-342.
46. Van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., i Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1316-1323.
47. Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., Barnes, P. G., Fon, G. T., i Spriggins, A. J. (2001). Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *British journal of sports medicine*, 35(6), 435-439.
48. Waldén, M., Hägglund, M., i Ekstrand, J. (2005). Injuries in Swedish elite football—a prospective study on injury definitions, risk for injury and injury pattern during 2001. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 15(2), 118-125.
49. Wollin, M., Thorborg, K., i Pizzari, T. (2018). Monitoring the effect of football match congestion on hamstring strength and lower limb flexibility: Potential for secondary injury prevention?. *Physical Therapy in Sport*, 29, 14-18.
50. Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., i Hodson, A. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *British journal of sports medicine*, 38(1), 36-41.
51. Zhao, W., Lu, H., Wang, X., Ransohoff, R. M., i Zhou, L. (2016). CX3CR1 deficiency delays acute skeletal muscle injury repair by impairing macrophage functions. *The FASEB Journal*, 30(1), 380.

