

UTJECAJ PREVENTIVNIH PROGRAMA ZAGRIJAVANJA NA OZLJEDE DONJIH EKSTREMITETA

Đuričić, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:792981>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-03**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Maja Đuričić

**UTJECAJ PREVENTIVNIH PROGRAMA
ZAGRIJAVANJA**

NA

OZLJEDE DONJIH EKSTREMITETA

diplomski rad

Mentor:

doc. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić

Zagreb, lipanj 2021.

UTJECAJ PREVENTIVNIH PROGRAMA ZAGRIJAVANJA NA OZLJEDE DONJIH EKSTREMITETA

SAŽETAK

Cilj je ovoga rada objasniti i opisati mogućnosti smanjenja rizika ozljeđivanja donjih ekstremiteta primjenom preventivnih programa zagrijavanja te na temelju znanstveno-utemeljenih programa zagrijavanja, uz čiju je primjenu moguće smanjiti rizik nastanka ozljeda donjih ekstremiteta, predložiti i opisati primjer preventivnoga programa. Do ozljeda u individualnim i ekipnim sportovima dolazi zbog neadekvatnoga zagrijavanja, nepoznavanja strukture treninga te pripreme koje trening ili utakmica zahtijevaju, ozljeda nastalih pretreniranošću ili nedovoljno razvijenim određenim motoričkim sposobnostima. Nerjetko se događa da se preventivski trening zagrijavanja ne uvrsti u trenažni proces ili se zagrijavanja preskaču. Opisani preventivni programi zagrijavanja mogu biti vrlo korisni prilikom planiranja i programiranja treninga, unapređenja određenih motoričkih sposobnosti te se njima može utjecati na smanjenje rizika od ozljeda donjih ekstremiteta.

Ključne riječi: smanjenje rizika od ozljeda, prevencija, preventivski trening, trenažni proces, motoričke sposobnosti

EFFECTS OF PREVENTIVE WARM-UP PROGRAMS ABOUT LOWER EXTREMITIES INJURIES

ABSTRACT

Goal of this project is explain and describe how to lower the risk of injuries of lower extremities by using preventive programs of warm-ups and on the scientifically based foundation and with this application lower the risk of injuries of lower extremities, propose and describe an example of preventive program. Injuries in individual and group sports come from inadequate warm-up, not knowing the structure of training and preparation for tasks which training or match provide, injuries that come because of overtraining or insufficiently developed motorabilities. It often happens that the preventive warm-up training is not listed in process or it is skipped entirely. Described preventive warm-up programs can be very useful during the training plans, improvements of certain motor abilities and by them affect on lowering the risk of injuries of lower extremities.

Key words : reducing the risk of injury, prevention, preventive training, training process, motor abilities

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ZAGRIJAVANJE U PREVENCIJI OZLJEDA DONJIH EKSTREMITETA.....	2
3. PREVENTIVNI PROGRAMI	4
3.1. FIFA 11	6
3.2. FIFA 11 +.....	8
3.3. PEP – prevencija ozljede i poboljšanje izvedbe.....	11
3.4. <i>Sportmetrics</i>	13
3.5. <i>HarmoKnee</i>	16
4. PREVENTIVNI PROGRAM ZAGRIJAVANJA U RUKOMETU	19
4.1. Neuromuskularno zagrijavanje.....	21
4.2. Primjer programa.....	22
5. ZAKLJUČAK	33
6. LITERATURA.....	35

1. UVOD

Ozljede u sportu sastavni su dio svakoga sporta te utječu na psihičko kao i na fizičko zdravlje, povećavaju anksioznost te smanjuju motiviranost za sportom i daljnju mogućnosti bavljenja i promicanja sporta. Sport za ljude znači zdravlje, ugodu, aktivan život, no ozljede su neizbježne te se s njima treba znati nositi. Također, vrlo je bitno provoditi aktivnosti koje umanjuju mogućnost nastanka ozljede, a to se postiže poznavanjem unutarnjih i vanjskih čimbenika nastanka ozljeda kao i adekvatnim provođenjem zagrijavanja u svrhu postizanja odgovarajuće tjelesne temperature i spremnošću organizma za provođenje sportskih aktivnosti. Autori Bauer i Steiner (2009) ukazuju da su u Europi sportske ozljede veliki problem za zdravstvo i da je 14 % svih medicinskih liječenih ozljeda u periodu od 2005. do 2007. godine povezano sa sportom. Sportske ozljede udaljavaju sportaša od treninga, natjecanja i izravno utječu na uspjeh u natjecanju. Sportske aktivnosti svakodnevnica su ljudi koji vode zdrav i aktivan život.

„Istraživanja pokazuju da je najizloženiji dio tijela ozljedama i kod muškaraca i kod žena gležanj (23 % od ukupnog broja ozljeda) te koljeno (23 %). Broj sportskih ozljeda, njihova lokacija, ozbiljnost te njihove posljedice mijenjaju se s obzirom na biomehaničke karakteristike pojedinoga sporta, dob i spol sportaša te uvjete u kojima se određena sportska aktivnost odvija“ (Janković, Trošt, 2006).

„Na koji način planiramo i programiramo preventivni trening zagrijavanja, bilo da se radi o sportskim specifičnim trenažnim programima ili nekim drugima, ovisit će o vještini poznavanja unutrašnjih i vanjskih rizičnih faktora ozljeđivanja, razumijevanju mehanizma nastanka ozljede te o shvaćanju njihova međusobnoga djelovanja. Kako bi svaki trener mogao planirati preventivni program vježbanja te poduzeti ostale mjere prevencije ozljeđivanja sportaša, potrebno je prije svega definirati koji su razlozi i na koji način dolazi do sportske ozljede. Stoga, cilj ovog rada jest prikazati rizične faktore ozljeđivanja, mehanizme nastanka ozljede, opisati specifične kretne strukture zbog kojih ozljeda nastaje, ukazati na važnost zagrijavanja te važnost provedbe preventivnih programa zagrijavanja s ciljem sprječavanja ozljeda donjih ekstremiteta“ (Janković, Trošt, 2006).

2. ZAGRIJAVANJE U PREVENCIJI OZLJEDA DONJIH EKSTREMITETA

Zagrijavanje se provodi za pripremu fiziološkog sustava, te fizičke i mentalne napore koje sportaš doživljava za vrijeme treninga s ciljem sprječavanja nastanka ozljeda. Smatra se da se zagrijavanjem dovodi sportaša u fiziološko stanje koje će mu poboljšati sportsku uspješnosti i omogućiti mu da djeluje na najvišoj mogućoj razini tijekom provedbe aktivnosti (Elam, 1986). Također, smatra se da zagrijavanje, osim poboljšanja izvedbe motoričke aktivnosti, smanjuje i rizik od ozljede (Bašić, Bašić, Škegro, 2006).

„Možemo reći da je sportski trening planirani i programirani transformacijski proces kojim se inicijalno stanje, opisano skupom pokazatelja treniranosti, mijenja u novo, željeno stanje u skladu sa strukturom čimbenika uspješnosti u pojedinome sportu, individualnim obilježjima svakog sportaša uključenoga u trenažni proces, periodizacijom treninga, kalendarom natjecanja i dopustivim mjerama oporavka“ (Milanović, 2013). Zagrijavanje je veoma važan dio svakog treninga i natjecanja. Procesom zagrijavanja sportaši se pripremaju za fizičke i mentalne napore koji ih očekuju za vrijeme aktivnosti. Stoga trening mora osigurati optimalan razvoj sposobnosti, osobina i znanja karakterističnih za sportove koje karakteriziraju brzinu, nagle promjene smjera kretanja, odnosno agilnost, različite skokove, doskoke, ali i kontakt sa suigračima te kombinaciju sposobnosti s visokim energetske zahtjevima. Sportski bi trening trebao osigurati i prevenciju od ozljeda sportaša, a mogući način prevencije svih ozljeda, a pogotovo ozljeda donjih ekstremiteta jest pomno osmišljeno zagrijavanje. Planiranje preventivnih vježbi tijekom zagrijavanja osigurava redovitost provođenja preventivnih vježbi.

Tehnike zagrijavanja prvenstveno se koriste za povećanje tjelesne temperature i klasificirane su u 3 glavne kategorije: (a) pasivno zagrijavanje - povećava temperaturu nekim vanjskim sredstvima; (b) opće zagrijavanje - povećava temperaturu nespecifičnim pokretima tijela; i (c) specifično zagrijavanje - povećava temperaturu koristeći slične dijelove tijela koji će se koristiti u sljedećim, napornijim aktivnostima. Čini se da je najbolje od njih specifično zagrijavanje jer ova metoda omogućuje probu aktivnosti ili događaja. Intenzitet i trajanje zagrijavanja moraju se prilagoditi fizičkim mogućnostima sportaša i, uzimajući u obzir čimbenike okoliša, mogu promijeniti temperaturni odgovor (Åman, Forssbland, Larsen 2017). Čini se da zagrijavanje također smanjuje učestalost i vjerojatnost sportskih ozljeda mišićno-koštanog sustava (Åman, Forssbland, Larsen 2017). Preventivno zagrijavanje na samom početku, neposredno prije formalnog sportskog treninga, podrazumijeva aktivaciju onih mišićnih skupina koje će najviše biti uključene tijekom treninga te one stabilizacijske mišićne skupine koje pripomažu u

spriječavanju nastanka ozljeda, bilo s rekvizitima (medicinske lopte, pliometrijske kutije, gumene trake, BOSU lopte itd.) ili bez njih. Cilj zagrijavanja uz podizanje tjelesne temperature jest u poboljšanju ravnoteže, propriocepcije, koordinacije, snage i brzine te se na taj način osigurava i kvalitetnija priprema sportaša za sportske aktivnosti niskoga, srednjega ili visokoga intenziteta. Aktivno zagrijavanje često uključuje i aktivnosti istezanja. Istezanje tijekom zagrijavanja bilo je tradicionalno pasivno, ali se posljednjih desetljeća preusmjerilo na dinamičnije vježbe (Behm, Blazevich, Kay, McHugh 2016). Nema dovoljno dostupnih podataka da bi se zaključilo o učinku uključivanja istezanja u rutinu zagrijavanja na prevenciju ozljeda, neki su autori sugerirali da bi ovakva praksa mogla smanjiti rizik od ozljeda (Behm, Blazevich, Kay, McHugh 2016). Doista, pasivnim istezanjem smanjuje se pasivna napetost mišićno-tetivne jedinice. Štoviše, zabilježeno je da zagrijavanje smanjuje veličinu odgođene mišićne bolnosti (DOMS) 48 sati nakon vježbanja koje uključuje visoko ekscentričnu komponentu (Behm, Blazevich, Kay, McHugh 2016).

Adekvatnom primjenom navedenoga može se zaključiti da se, uz pravilno provođenje zagrijavanja koje uključuje snagu, propriocepciju, stabilnost i vježbe skokova i doskoka, odnosno neuromuskularni trening usmjeren na prevenciju, može dovesti do poboljšanja sportske izvedbe te utjecati na smanjenje ozljeda.

3. PREVENTIVNI PROGRAMI

Pokazalo se da se u programima prevencije sportskih ozljeda mora voditi računa o rizičnim faktorima i mehanizmima nastanka ozljeda. Prema Šimek, Jukić i Trošt (2006) usmjerenost preventivnih programa na smanjivanje ozljeda donjih ekstremiteta sastoji se od:

- funkcionalne dijagnostike
- razvoja jakosti – trening sa opterećenjem
- razvoja propriocepcije i ravnoteže
- primjeni vježbi istezanja
- kompleksnog neuromuskularnog treninga (trening jakosti, skočnosti, brzine/agilnosti)
- edukacije sportaša o mehanizmima ozljeđivanja te
- preporuka za konstrukciju i provedbu preventivnog treninga

Prilikom planiranja i programiranja preventivnoga treninga potrebno je funkcionalnom dijagnostikom utvrditi zdravstveno stanje sportaša, rizične faktore nastanka ozljede te mehanizme nastanka koji će olakšati izradu programa. Također, bitno je provoditi trening snage stalnim povećanjem opterećenja s ciljem jačanja svih velikih mišićnih skupina kao i trening agilnosti u kojemu nagle promjene smjera kretanja, ubrzanje i zaustavljanje te kombinacija skokova i iznenadnih promjena smjera kretanja karakteriziraju pojedini sport. Kod preventivnog programa potrebno je i osigurati vježbe ravnoteže i propriocepcije sa rekvizitima ili bez njih te osigurati njihovu progresiju opterećenja koja se sastoji od raznih ravnotežnih položaja ruku i nogu, s otvorenim ili zatvorenim očima, narušavanja ravnotežnog položaja od strane partnera bilo to dobacivanjem lopte, radu u parovima, naskocima i saskocima. Trening brzine kao što su to različiti zadaci trčanja u različitim smjerovima, ubrzanjima i maksimalnim trčanjem, od točke do točke također je bitan kod prevencije ozljeda donjih ekstremiteta. Preventivni trenažni programi trebali bi se provoditi na svakome treningu kao dio uvodno- pripremnoga dijela treninga kada je sportaš odmoran te ima najviše koncentracije, bilo da se radi o individualnome ili ekipnome treningu. Upravo takav način pristupa prevenciji ozljeda pružit će sportašima najviše informacija i ukazati na važnost preventivnih treninga te smanjiti broj ozljeda (Šimek, Jukić, Trošt 2006)

Standardizirani programi prevencije ozljeda razlikuju se od individualiziranih programa po tome što su djelomično ili u potpunosti izvedeni na igralištu prije početka trening ili natjecateljske igre i provode se kroz natjecateljsku sezonu (Pressley i sur., 2005). Primjerice, Fédération Internationale de Football Association (FIFA) i Federalni medicinski centar za procjenu i istraživanje (F-MARC) razvili su i procijenili FIFU 11+, program usmjeren na prevenciju ozljeda u nogometu. Program 11+ sastoji se od vježbi temeljenih na dokazima za poboljšanje stabilnosti trupa, ravnoteže, dinamičke stabilizacije i čvrstoće tetive (Bizzini, Junge, Dvorak 2015). Višestruka randomizirana kontrolirana ispitivanja pokazala su da primjena FIFA-e 11+ može rezultirati smanjenjem učestalosti ozljeda amaterskih nogometaša (Bizzini, Junge, Dvorak 2015).

Nekoliko sustavnih pregleda ispitalo je opću učinkovitost programa prevencije ozljeda i dalo preporuke za trening mladih sportaša (Lauersen, Bertelsen, Andersen 2014). Međutim, zajednička točka rasprave među ovim pregledima je potreba da se utvrdi kako programi smanjuju ozljede. Trenutno, primjena programa prevencije ozljeda na temelju vježbanja može smanjiti stope ozljeda i do 46 % u organiziranim sportovima za mlade (Shultz i sur., 2013). Iako su mnoge ozljede zadobivene tijekom bavljenja sportom traumatične i neizbježne, to još uvijek ostavlja veliki postotak ozljeda ne kojima se bave postojeći programi. Razumijevanje odnosa između programa prevencije i unutarnjih čimbenika rizika kojima se bave omogućit će kliničarima, trenerima i istraživačima da razviju učinkovitije i djelotvornije programe prevencije ozljeda. Svrha ovoga rada sveobuhvatna je procjena učinaka postojećih programa prevencije ozljeda mladih na promjenjive vlastite čimbenike rizika povezane s izvedbom donjih ekstremiteta kod mladih sportaša. Utvrđivanje i kvantificiranje učinaka preventivnih programa na promjenu ovih suštinskih čimbenika rizika potaknut će razvoj dodatnih strategija prevencije ozljeda za mlade sportaše.

Među obuhvaćenim studijama korišteni su razni programi prevencije ozljeda. Jedan od korištenih programa bio je FIFA 11 (FIFA 11 i FIFA 11+), koji se sastoji od 15 do 20 minuta programa koji naglašava stabilnost trupa, snagu mišića donjih ekstremiteta, ravnotežu i koordinaciju. Tipična učestalost FIFA-e 11 je između 2 i 5 puta tjedno, a traje 6 do 12 tjedana tijekom sezone (Steffen, Bakka, Myklebust, Bahr 2008). Ostale intervencije uključivale su mješoviti pristup programima prevencije ozljeda. Među preostalim istraživanjima, 2 su koristile varijacije programa prevencije ozljeda prednjeg križnog ligamenta 1 opći program prevencije ozljeda donjih ekstremiteta i 1 neuromuskularno zagrijavanje (Rössler i sur., 2014). Sve studije koje su dokumentirale intenzitet imale su intenzitet treninga, koja se kretala od

niskog do visokog s tipičnim trajanjem od 10 do 15 minuta. Uobičajena učestalost treninga bila je 2 do 3 puta tjedno, iako je izvedena 1 intervencija samo za jednu sesiju s tromjesečnim i devetomjesečnim praćenjem. Što se tiče vremena provođenja preventivnih programa među pojedinačnim studijama, istražitelji su angažirali aktivne igrače u njihove aktivnosti. Svi su se preventivni programi provodili tijekom sezona igrača uz njihov formalni trening.

3.1. FIFA 11

"The 11" razvio je F-MARC, medicinsko istraživački centar The Federation Internationale de Football Association (FIFA). "The 11" sadrži deset fizičkih vježbi i također promovira Fair Play. Vježbe se fokusiraju na stabilizaciju trupa, ekscentrični trening mišića bedara, proprioceptivni trening, dinamičku stabilizaciju i pliometriju s ravnim poravnavanjem nogu. Program ne zahtijeva tehničku opremu osim lopte, a može se dovršiti za 10 - 15 minuta.

Na Novom Zelandu svi nogometaši i treneri dobivaju ili imaju besplatan pristup "The 11". Međutim, velik je dio igrača juniora (mlađih od 14 godina), kojima "The 11" izvorno nije bio namijenjen. Stoga je primarni cilj ovog početnog istraživanja bio utvrditi prikladnost i učinkovitost programa prevencije ozljeda "11" u razvoju tjelesnih kompetencija kod mladih nogometaša. Sekundarni je cilj bio steći uvid u percepciju mladih igrača o programu "The 11". Zaključno, kao što je prikazano u Tablici 1, program pokazuje da je "The 11", s manjim izmjenama, prikladan i učinkovit alat za poboljšanje karakteristika fizičkih performansi mladih nogometaša specifičnih za nogomet. S obzirom na razinu pridržavanja i povratne informacije igrača, možda će biti potrebna daljnja prilagodba / izmjena trenutnoga programa kako bi se u potpunosti spoznala poboljšanja performansi i potencijalne prednosti prevencije ozljeda od "The 11", kroz poboljšano pridržavanje i užitek igrača. Prednosti programa uključuju poboljšane performanse i također prevencija ozljeda. Uz to, kad poštuju Fair Play, možete dalje smanjiti rizik od ozljeda sebe i drugih igrača.

Tablica 1. Fifa 11 preventivni program zagrijavanja

	VJEŽBE		TRAJANJE
Stabilizacija trupa, ekscentrični trening, propriocepcija, pliometrija	1. Upor prednji na rukama s podizanjem 1 noge u zrak 2. Upor bočni na rukama s podizanjem 1 noge u zrak 3. Nordic Hamstring 4. Stajanje na jednoj nozi sa suprotnom rukom u predručenju, drugom u zaručenju 5. Stajanje na jednoj nozi i dodavanje lopte s prsiju 6. Stajanje na jednoj nozi i provlačenje lopte ispod suprotne noge 7. Skokovi preko linije: Bočno Naprijed-nazad 8. Cik-cak kretanje na postavljene kapice 9. Skokovi s noge na nogu u kretanju 10. Čučnjevi s podizanjem prstiju od poda	30 sec jedna noga 30 sec druga noga 30 sec jedna noga 30 sec druga noga 5 ponavljanja 15 ponavljanja jedna noga 15 ponavljanja druga noga 10 ponavljanja jedna noga 10 ponavljanja druga noga 10 ponavljanja jedna noga 10 ponavljanja druga noga 10 ponavljanja jedna noga 10 ponavljanja druga noga 10 ponavljanja 10 ponavljanja 2 ponavljanja 2 ponavljanja (10 metara) 10 ponavljanja	10-15 minuta

Izvor: Vlastita izrada autora prema www.fifa.com

3.2. FIFA 11 +

FIFA 11+ jedna je od najčešće korištenih programa zagrijavanja za prevenciju ozljeda kod mladih nogometaša (Soligard i sur., 2008). Program FIFA 11+ osmišljen je kao "zagrijavanje" prije treninga prije nogometnih treninga, s namjerom da se osigura odgovarajuća tehnika i poboljšana neuromuskularna koordinacija. Međutim, moglo bi se pretpostaviti da bi trening u umornom stanju (post-trening) mogao pomoći igračima da nauče kontrolirati svoje pokrete dok su u ovom umornom stanju, pružajući tako mehanizam za smanjenje ozljeda (F-MARC, 2005). Razvila ga je skupina FIFA-inih stručnjaka (F-MARC, 2005) kao strukturirani program zagrijavanja usmjeren na minimiziranje rizika od ozljeda najčešćih ozljeda u nogometu (tj. uganuća gležnja i koljena, sojevi aduktora i tetive). Izvještavaju neka istraživanja (Soligard i sur., 2008) o upotrebi programa FIFA 11+ kod adolescenata muškog spola i ženske nogometašice (u dobi 13-19 godina), sa smanjenjem ozljeda u rasponu od 21 % do 32 %. Stoga, različite vježbe ili faktori možda su odgovorni za učinkovitost FIFA-e 11+ u sprečavanju ozljeda. Vježba koja se koristi u preventivnim protokolima, kao što je FIFA 11+, također su pokazale da imaju učinke na performanse među mladima nogometašima (u dobi od 9-18 godina), poput agilnosti, skakanja poboljšanja visine ili funkcionalne ravnoteže (Steffen, Emery, Romiti 2013). Postoje neki dokazi da program vježbanja nakon treninga povećava fleksibilnost mišića više nego ako se izvodi kao pred-trening i time pomaže u smanjenju ozljeda mišića i poboljšanju izvedba. Međutim, mnogi nogometaši i treneri ne uključuju vježbe nakon treninga kao dio njihovog treninga sesije. Iako vježbe nakon treninga mogu biti slične vježbama prije treninga, razlikuju se samo po nižoj razini intenziteta i može se završiti za otprilike 10 minuta (Bae, Cho, HwangBo, 2012).

Prema Bizzini, Junge i Dvorak (2015) program FIFA 11+, koristi se prije i poslije treninga. Vježbe se temelje na tri glavna modula vježbanja: serije trčanja i aktivnog istezanja; jačanje nogu i trupa te brzina promjene smjera kretanja kao što je prikazano u Tablici 2. Glavni fokus ovih vježbi je jačanje trupa i mišića nogu, te poboljšanja koordinacije, ravnoteže, agilnosti te statičke i dinamičke neuromuskularne kontrole. Jedan je od rijetkih strukturiranih programa prevencije ozljeda temeljenih na vježbanju koji su trenutno dostupni u nogometu.

Tablica 2. Fifa 11+ preventivni program zagrijavanja

	VJEŽBE	SERIJE
1. DIO	TRČANJE 8 minuta	
	1. Trčanje ravno naprijed	2
	2. Trčanje <i>hip out</i>	2
	3. Trčanje <i>hip in</i>	2
	4. Trčanje, u paru	2
	5. Trčanje, skok s dodirom ramena s partnerom	2
	6. Sprint naprijed-nazad	2
2. DIO	SNAGA/PLIOMETRIJA/RAVNOTEŽA 10 min	
	7.1 Upor prednji na rukama	3
	7.2 Upor prednji na rukama s naizmjeničnim podizanjem noge	3
	7.3 Upor prednji na rukama s podizanjem i držanjem 1 noge u zraku	3
	8.1 Bočni upor na rukama	3
	8.2 Bočni upor s otvaranjem i zatvaranjem kuka	3
	8.3 Bočni upor na rukama s podizanjem 1 noge	3
	9.1 Upor klečeći aktivacija m.stražnje strane natkoljenice	1
	9.2 Upor klečeći spuštanje u poziciju skleka (jačanje m.stražnje strane natkoljenice)	1
	9.3 Upor klečeći spuštanje u poziciju skleka-podizanje u početnu poziciju	1
	10.1 Stajanje na jednoj nozi, držanje lopte	2
	10.2 Stajanje na jednoj nozi, bacanje lopte	2
	10.3 Stajanje na jednoj nozi, izbacivanje iz ravnoteže od strane partnera	2
	11.1 Čučnjevi	2
	11.2 Hodanje u iskoraku	2
	11.2 Jednonožni čučanj	2
	12.1 Vertikalni skokovi	2
	12.2 Bočni skokovi	2
	12.3 Skokovi na pliometrijsku kutiju	2

TRČANJE/AGILNOST 2 min		
	13. Trčanje 25m	2
3. DIO	14. Trčanje, doskok	2
	15. Trčanje, promjena smjera kretanja	2

Vlastita izrada autora prema F-MARC, (2005).

Program FIFA 11+ kombinirao je kardiovaskularnu aktivaciju i preventivne neuromuskularne vježbe i sastojale su se od 3 dijela. Prvi dio: šest vježbi trčanja usporenom brzinom u kombinaciji s aktivnim istezanje i kontrolirani kontakti; drugi dio: šest vježbi fokusiranja na trupu i donjim ekstremitetima snage, ravnoteže, pliometrijske i komponente agilnosti (svaka vježba imala je tri stupnja napredovanja); i treći dio: tri vježbe trčanja i na umjerenoj i na velikoj brzini u kombinaciji s promjenama smjera (COD). COD je sposobnost postizanja jedne od najvažnijih komponenti u nogometu, uglavnom ovisi o nekoliko odrednica kao što su tehnika, antropometrija, ravno sprintanje i snaga (Rössler i sur., 2014).

Ovi primjeri vježbi prije i poslije treninga ukazali su da se upotrebom FIFA 11+ programa imalo veliki utjecaj na smanjenje ozljeda. Pokazalo se da je izvođenje programa FIFA 11+ poboljšalo neuromišićnu kontrolu, vrijeme stabilizacije i snagu fleksora koljena. Nadalje, vidljivo su poboljšanja u statičkoj / dinamičkoj ravnoteži i snazi mišića bedara u muškom nogometu te futsalu nakon izvođenja programa FIFA 11+. Mandelbaum, Silvers, Watanabe, Knarr i Garret (2005) utvrdili su da je program ravnoteže značajno povećao sposobnost ravnoteže kada se izvodio prije i nakon nogometnog treninga; poboljšanje sposobnosti ravnoteže bilo je znatno veća kada je izveden program ravnoteže nakon treninga. Program FIFA 11+ prije i poslije treninga može pružiti dodatnu usredotočenost i na stabilnost trupa, ravnotežu i neuromuskularnu kontrolu. Ti faktori vjerojatno su ključni mehanizmi za objašnjenje prevencije ozljeda novog FIFA 11+ programa prije i poslije treninga. Ovaj primjer programa sugerira da timovi koji koriste program prevencije ozljeda prije i poslije treninga FIFA 11+ može dugoročno smanjiti stope ozljeda.

3.3. PEP – prevencija ozljede i poboljšanje izvedbe

Dokumentirano je da žene imaju četiri do šest puta veći rizik od ozljeda koljena nego muškarci te razlika u spolu za ozljedu koja zahvaća *prednju ukriženu svezu* (engl. *anterior cruciate ligament* - ACL) još je veća (Hewett, 2006). Zabilježeno je između 0,3 i 0,8 ozljeda na 1000 sportaša na fakultetu, srednjoškolskom i školskom ženskom nogometu. ACL je česta ozljeda koja nastaje kao rezultat trčanja, skakanja i promjene pravca kretanja. Osim toga, strukturni, hormonski i neuromuskularni čimbenici također su uključeni u ozljede ACL-a (Hewett, 2006).

Nekoliko je članaka izvijestilo da određene metode treninga, poput pliometrije, istezanja, izometrije i vježbi napreznja smanjuju učestalost ove ozljede (Noyes, Barber-Westin, Tutalo Smith, Campbell 2013). Mandelbaum, Silvers, Watanabe, Knarr i Garret (2005) predložili su program sprječavanja ozljeda i poboljšanje izvedbe (PEP) koji je sugerirao da bi se ozljede mogle smanjiti posebnom vrstom treninga kao što je prikazano u Tablici 3, koji uključuje ekscentrične, izometrične i koncentrične pokrete i za tetive i za kvadriiceps. PEP naglašava upotrebu pravilne tehnike tijekom svih vježbi i pravilno držanje tijekom skokova, posebice vertikalnih skokova te pravilnog doskoka. Program traje oko 20 minuta. Gotovo svi preventivni programi usredotočeni su na smanjenje valgusa koljena tijekom doskoka podučavanjem neuromuskularne kontrole donjih ekstremiteta, a razmatrali su i ulogu slabosti primicača kukova u biomehanici skokova jer se mijenja omjer tetiva / kvadriicepsa s pliometrijskim programom (Noyes, Barber-Westin, Tutalo Smith, Campbell 2013). Čak je i Mandelbaumov PEP program predložio da se trening odnosi na propriocepciju za stabilizaciju zgloba. Vrlo je mali broj autora koji slabost koljena spominju kao faktor rizika za ACL. Usprkos tome, ne postoje studije koje se odnose na promjene u mišićnom napreznju ili omjeru mišića tetive / kvadriicepsa kao rezultat treninga s PEP programom (Noyes, Barber-Westin, Tutalo Smith, Campbell 2013).

Tablica 3. PEP-Prevent injury and Enhance Performance

	VJEŽBE	TRAJANJE
1. DIO	ZAGRIJAVANJE	2 minute
	1. Trčanje prema naprijed	30 sec
	2. Trčanje unatraske	30 sec
	3. Niski skip	30 sec
	4. Visoki skip	30 sec
2. DIO	SNAGA	5 minuta
	5. Iskoraci u kretanju	1 minuta
	6. <i>Nordic Hamstring</i>	1 minuta
	7. Podizanje na prste	1 minuta
	8. Aktivacija gluteusa rastezljivom gumom	1 minuta
	9. Hodanje u polučučnju s rastezljivom gumom	1 minuta
3. DIO	PLIOMETRIJA	3 minute
	10. Bočni skokovi preko niske prepone	30 sec
	11. Skokovi naprijed-nazad preko niske prepone	30 sec
	12. Jednonožni skokovi preko niske prepone	30 sec
	13. Vertikalni skokovi	30 sec
	14. Skokovi u iskorak	30 sec
4. DIO	AGILNOST	3 minute
	15. Trčanje prema naprijed sa naglim zaustavljanjem	1 minuta
	16. Cik-cak trčanje	1 minuta
	17. Trčanje s promjenom smjera kretanja	1 minuta
5. DIO	ISTEZANJE	5 minuta
	18. Istezanje lista	2x30 sec
	19. Istezanje stražnje strane natkoljenice	2x30 sec
	20. Istezanje prednje strane natkoljenice	2x30 sec
	21. Istezanje pregibača kuka	2x30 sec
	22. Istezanje unutrašnje strane natkoljenice	2x30 sec

Izvor: Vlastita izrada autora prema Mandelbaum i sur., (2005)

Ovaj preventivni program sastoji se od zagrijavanja, istezanja, jačanja, pliometrije i sport specifične promjene za rješavanje potencijalnih nedostataka u snazi i koordinaciji stabilizirajući mišiće oko zgloba koljena. Važno je koristiti pravilnu tehniku tijekom svih vježbi. Treneri trebaju naglasiti pravilno držanje tijela, vertikalne skokove bez pretjeranog

bočnog pomicanja te naglasak na amortizaciju prilikom doskoka. Ovaj bi se program trebao provoditi 3 puta tjedno (Mandelbaum i sur., 2005).

PEP program namijenjen je za sportaše i sportaše starije od 12 godina. Može se sigurno koristiti program s mlađim sportašima izradom dolje opisanih izmjena: Uz pliometrijske aktivnosti, preporučljivo je da mlađi sportaši preskoče vizualnu crtu na terenu (vezni red, krajnja crta ili bočna crta). Naglasak ove aktivnosti je tehnika doskoka – ne visina predmeta preko kojeg sportaš preskače. Uz to, mlađi sportaši trebali bi pliometrijske aktivnosti izvoditi s doskokom na obje noge istovremeno. Opet, naglasak je na doskoku i kontroli koljena (ne dopuštajući koljenima da se uvlače prema unutra i savijanje koljena i bokova kako bi prihvatili silu prilikom doskoka). U ovom programu ponavljanja nisu naglašena - vrijeme jest. Preporuča se 5 ponavljanja sa savršenom biomehaničkom tehnikom u zadanom vremenskom razdoblju za razliku od deset ponavljanja narušenom tehnikom (<https://physio4all.com.au/>)

3.4. SPORTSMETIRCS

Sportsmetrics je prvi program treninga koji je znanstveno dokazao poboljšanje neuromuskularnih problema sportaša kod snage koljena i podučavanje sportaša kako doskočiti, amortizirati i zauzeti siguran položaj uz pravilno postavljanje tijela. Program je osmislio dr. Frank Noyes i dobio je međunarodno priznanje za objavljene studije o sposobnosti smanjenja ozbiljnih ozljeda koljena kod sportaša koji treniraju sa *Sportsmetrics*. Program treninga je šest tjedni program treninga skokova koji se provodi tri puta tjedno naizmjeničnim danima. Svaka sesija je otprilike jedan i pol sat i uključuje sljedeće komponente:

1. Dinamičko zagrijavanje: priprema tijela funkcionalnim aktivnostima. Podiže temperaturu tijela, povećava protok krvi u mišićima i poboljšava fleksibilnost, ravnotežu i koordinaciju.
2. Pliometrija / trening skokova: Pliometrija, srž programa *Sportsmetrics*, koristi se za fokusiranje na ispravne tehnike skokova i podijeljeni su u tri dvotjedne faze. Svaka faza ima drugačiji fokus treninga i vježbe se mijenjaju prema tome. Pliometrija razvija kontrolu i snagu mišića koji su presudni za smanjenje rizika od ozljeda koljena i povećanje visine skoka.

3. Trening brzine i agilnosti: Naglašava držanje i formu tijela tijekom izvođenja pokreta sprinta i promjene smjera kretanja. Cilj treninga brzine i agilnosti je pripremiti tijelo i povećati razinu vještine.
4. Trening snage s visokim intenzitetom: S naglaskom na pravilno držanje tijela i formu, *Sportsmetrics* nudi strukturirane (još uvijek prilagodljiv) smjer treninga snage. Ovaj se dio usredotočuje na razvoj osnovne snage i ukupno poboljšanje mišićne učinkovitost. To se može učiniti sa ili bez slobodnih utega.
5. Trening fleksibilnosti: istežanje je neophodno za postizanje maksimalne duljine mišića, omogućujući mišićima da rade snagom kroz čitav opseg pokreta. To je važno za smanjenje ozljeda i bolnost mišića nakon treninga (Noyes i sur., 2013).

Razvijeni su mnogi programi treninga koji su poboljšati kondiciju i vještinu igrača i hipotetski spriječili ozljede (Fernandez-Rio, Terrados, Fernandez-Garcia, Suman 2010). Samo jedna studija do danas procjenjivala je indekse uspješnosti kod žena košarkaši koji koriste program treninga *Sportsmetrics* (Wilkerson i sur., 2004). Vjeruje se da je razvijena čvrstoća tetiva jedan važan čimbenik u prevenciji ozljeda ligamenta koljena kod sportašica (Giugliano i Solomon, 2007). Primjer neuromuskularnog treninga *Sportsmetrics* za sportašice koje su se bavile raznim sportovima sastojao se od dinamičnog zagrijavanja, trening skokova, trening snage i fleksibilnost. Tijekom vremena, igrači i treneri zatražili su izmjenu programa uključiti dodatne vježbe i vježbe specifične za sport dizajniran za poboljšanje brzine, agilnosti, snage (gornji ekstremitet, donji ekstremitet i trup) i aerobne kondicije. Osim toga, drugi su istražitelji primijetili da bi se najviše poboljšala usklađenost s programima obuke za prevenciju ozljeda ako programi budu namjenjeni za poboljšanje izvedbe i neuromuskularne prekvalifikacije (Kelly, 2010). Stoga, povećanjem usklađenosti i sudjelovanja igrača, razvili su se specifični sportski programi za natjecatelje u košarci, nogometu, odbojci, i tenisu (Barber-Westin, Hermeto, Noyes 2010). Principi neuromuskularne prekvalifikacije *Sportsmetrics* dokazano smanjuje stopu n ozljeda ACL kod sportašica, zajedno s ostalim sportskim vježbama. Za košarku, analiza igara pokazuje važnost izdržljivosti, mišićne snage, brzine, agilnosti i sposobnosti skakanja. Kao što je prikazano u Tablici 4, *Sportsmetrics* je program trening koji poboljšava neuromuskularni i indekse uspješnosti, dopuštajući tako preporuke za program iz prevencije ozljeda sa stajališta poboljšanja izvedbe. Program se može koristiti i kao zagrijavanje sa svrhom prevencije ozljeda, traje 20 minuta te se koriste prethodno navedene vježbe.

Tablica 4. Sportsmetrics košarkaški program

	SKOKOVI	AGILNOST	AKCELERACIJA/BRZINA	LJESTVE/BRZINA REAKCIJE/ DOT JUMP
1. TJEDAN	Visoki skok uručanjem s dodiranjem zida 20 s Sunožan skok s visoko podizanjem koljena 20 s Čučanj skok 10 s Skokovi preko prepreka 20 s Skok u dalj 5 ponavljanja Skok s noge na nogu u mjestu 20 s	Čunjevi Kordinacijske ljestve	Visoki skip u uporu prednjem Sprint naprijed-nazad s zaustavljanjem na liniji "Samoubojica"	Kordinacijske ljestve: Visoki skip Izbačaj medicinke u dalj <i>Dot drill:</i> sunožni skokovi
2. TJEDAN	Vježbe iz 1. tjedna s povećanjem od 5 s Skok u dalj 10 ponavljanja	<i>Tip drill</i> Skip indijanski poskoci visoki skip s međuposkokom	Visoki skip u uporu prednjem Sprint naprijed-nazad "Samoubojica"	Kordinacijske ljestve: unutar - van bočno objema nogama <i>Dot drill:</i> Iskorak skokom
3. TJEDAN	Visoki skok uzručanjem s dodiranjem zida 25 s Sunožan skok s visoko podizanjem koljena 20 s Povezano skok u dalj-skok u vis 5 ponavljanja Čučanj skok 15 s Prepone 25 s svaka noga Lijevo-desno 25 s Naprijed-nazad 25 s Jednonožni skok 5 ponavljanja Skok u iskorak 25 s Skokovi s noge na nogu u kretanju	Square drill Poskoci u 5 točaka Sunožnim skokom pivotiranje kroz ljestve	Visoki skip u uporu prednjem Skok sunožno-sprint "Samoubojica" bočno kretanje	Kordinacijske ljestve: dijagonalno Sunožni skok-jednonožni doskok <i>Dot drill:</i> Iskorak skokom
4. TJEDAN	Vježbe iz 3. tjedna s povećanjem od 5 s Vježbe iz 3. tjedna s povećanjem od 3 ponavljanja	Korak dokorak između linija Sut i sprint	Visoki skip u uporu prednjem Sprint s dodiranjem kapice Sprint 25m	Kordinacijske ljestve: unutra - van <i>Dot drills:</i> jednonožni skokovi
5. TJEDAN	Wall jump 20 s Čučanj skok 25 s Skokovi preko niskih prepona 30 s Jednonožni troskok 5 ponavljanja Sunožni skok-jednonožni doskok 3 dužine	Tip drill <i>Irish "D"</i>	Visoki skip u uporu prednjem Sprint 180 Niski skip-sprint	Kordinacijske ljestve: škarice bočno <i>Dot drills:</i> svi skokovi
6. TJEDAN	Vježbe iz 5. tjedna s povećanjem od 5 s Vježbe iz 5. tjedna s povećanjem od 5 ponavljanja	<i>T-drills:</i> 5-10-5 <i>Kill the grass</i>	Visoki skip u uporu prednjem Sprint 360 Sprint 25m	Kordinacijske ljestve: dijagonalno kretanje Jednonožni čučanj Skok i okret za 180° Skok u iskorak <i>Dot drills:</i> svi skokovi

Vlastita izrada autora prema Noyes i sur., (2013).

Program kombinira komponente programa prevencije ozljeda ACL za skok i trening snage s drugim vježbama i vježbama za poboljšanje brzine, agilnosti, ukupne snage i aerobne kondicije. Namijenjen je srednjoškolskim košarkašicama s ciljem poboljšanja neuromuskularne izvedbe te smanjenja ozljeda koljena tijekom košarkaškog treninga i utakmice.

3.5. HARMOKNEE

Preventivni program zagrijavanja *HarmoKnee* dizajnirali su Kiani i suradnici (2010). Cilj ovog preventivnog programa prikazanog u Tablici 5 je povećati ukupnu svijest o riziku od ozljeda, pružiti strukturirani protokol zagrijavanja i povećati snagu. Program može poboljšati obrazac kretanja i smanjiti ozljede donjih ekstremiteta. Protokol treninga sastoji se od pet dijelova: zagrijavanje, aktivacija mišića, ravnoteža, snaga i stabilnost. Ukupno trajanje programa bilo je 20 do 25 minuta. Slično 11+, *HarmoKnee* se također izvodio tri puta tjedno (F-MARC 2005). Jedan od važnih elemenata ugrađenih u oba programa je vježba ravnoteže. Vježba ravnoteže predstavlja dodatni izazov za održavanje stabilnosti (Soligard i sur., 2008).

Istraživanja ukazuju na pozitivan učinak programa *HarmoKnee* na čimbenike rizika ravnoteže i propriocepcije te utjecaja na poboljšanje statičke i dinamičke ravnoteže kod nogometašica. Nekoliko istraživanja uspješno je provedeno na jednu ili više komponenata vježbanja, uključujući pliometrijske, ravnotežne, proprioceptivne, snage, trčanje i promjene smjera kretanja, kako bi se spriječile ozljede u nogometašicama (Soligard i sur., 2008). Stoga, primjenom *Harmoknee* preventivnog programa zagrijavanja pokazalo se da je 77% smanjena učestalost ozljeda koljena (Kiani i sur., 2010).

Tablica 5. HarmoKnee preventivni program zagrijavanja

VJEŽBE		TRAJANJE
1. DIO	ZAGRIJAVANJE 1. Trčanje 2. Trčanje unatraške 3. Visoki skip 4. Tehnika obrane 5. 1 na 1	10 minuta 5 minute 1 minuta 30 sec 30 sec 3 minute
2. DIO	AKTIVACIJA MIŠIĆA 6. Aktivacija m.lista 7. Aktivacija m. prednje strane natkoljenice 8. Aktivacija m.stražnje strane natkoljenice 9. Aktivacija m.fleksora kuka 10. Aktivacija m.prepona 11. Aktivacija m.donjih leđa	2 minute 4 sec svaka noga
3. DIO	RAVNOTEŽA 12. Sunožni skokovi naprijed-nazad 13. Jednonožni skokovi u mjestu 14. Jednonožni skokovi naprijed-nazad 15. Sunožni skokovi s loptom	2 minute 30 sec
4. DIO	SNAGA 16. Ispadi u mjestu 17. Fleksija stražnje strane natkoljenice 18. Jednonožni čučanj	4 minute 15 ponavljanja svaka noga 12 ponavljanja 12 ponavljanja
5. DIO	STABILNOST TRUPA 19. Trbušnjaci 20. Upor prednji na podlakticama 21. Most	4minute 2x12 ponavljanja 2x20 sec 2x12 ponavljanja

Izvor: Vlastita izrada autora prema Kiani i sur., (2010).

Program se sastoji od 5 dijelova: zagrijavanja, aktivacije mišića, ravnoteže, snage te stabilnosti trupa. Kombinacija izvođenja vježbi u 5 dijelova rezultira smanjenju ozljeda koljena. Provodi se kao zagrijavanje neposredno prije formalnog treninga u trajanju od 20 do 25 minuta te se isti izvodi 3 puta tjedno. Višestrani je nogometni program prevencije koji uključuje ravnotežu,

stabilnost trupa te komponente neuromuskularne kontrole. Također, trening ravnoteže može dovesti do neuronskih prilagodbi specifičnih za zadatak koje mogu suzbiti ekscitabilnost kralježničkog refleksa, poput refleksa istezanja tijekom izvođenja posturalnih zadataka, što dovodi do manje destabilizirajućih pokreta i poboljšanja ravnoteže. Takve prilagodbe mogu utjecati na motoričke reakcije i mogu poboljšati proprioceptivne komponente.

Prije provedbe *Harmoknee* preventivnog programa zagrijavanja izvodili su se testovi ravnoteže. Za procjenu proprioceptivne koristi korišten je Biodex izokinetički dinamometar (Biodex 3, 20 Ramsay Rode, Shirley, New York), dinamička ravnoteža testirana je pomoću Star Excursion Balance Testa (SEBT) koji se sastoji od 8 smjerova: prednji, anteromedijalni, medijalni, posteromedijalni, stražnji, posterolateralni, bočni i antrolateralni. Testirala se i statička ravnoteža gdje je sportaš morao stajati na dominantnoj nozi, sa otvorenim i zatvorenim očima.

4. PREVENTIVNI PROGRAM ZAGRIJAVANJA U RUKOMETU

„U fiziološkom smislu, rukomet je iznimno zahtjevan kontaktni sport jer se sastoji od naizmjeničnih intervala visoko intenzivnih 15 - 30 sekundnih aktivnosti i manje intenzivnih 20-sekundnih aktivnosti. Ova činjenica najčešće rezultira tipičnim akutnim traumatskim događajima poput kontuzija, razderotina, istegnuća, dislokacija i fraktura. Međutim, rukometaši nisu pošteđeni ni kroničnih ozljeda u obliku sindroma prenaprezanja koji su najčešće posljedica teških i napornih treninga s ponavljajućim kretnjama bacanja lopte, plivanja ili udaraca nogom. Eksplozivnost pokreta uz česti tjelesni kontakt među igračima upućuju na to da u rukometu postoji velika mogućnost nastanka akutnih ozljeda. Statistike pokazuju da se akutne ozljede pojavljuju u 80% slučajeva, a najčešće je riječ o uganuću zgloba, istegnuću ili djelomičnom rastegnuću ligamenata, ozljedi tetiva ili mišića. Kronične ozljede (sindromi prenaprezanja) pojavljuju se u 15% slučajeva, dok je u preostalih 5% slučajeva riječ o obnovljenoj akutnoj ozljedi nakon provedene rehabilitacije“ (T. Madžar prema Bergeron i sur., 2015).

Programi za sprečavanje ozljeda sastavni su dio treninga u rekreacijskim i profesionalnim sportovima (Ioannidis, 2017). Pružanje prednosti za poboljšanje učinka uz prevenciju ozljeda može pomoći prilagoditi stavove trenera i sportaša prema primjeni prevencije ozljeda u svakodnevnu rutinu. Čini se da uobičajeno razmišljanje i igrača i trenera sugerira da IPP-ovi moraju biti specifični za nečiji sport kako bi se omogućilo poboljšanje performansi. Prevencija ozljede trebala bi biti primarni cilj sportaša u timskim sportovima svih dobnih skupina i nivoa sudjelovanja (npr. Rekreativci, poluprofesionalci, profesionalci) jer ozljeda dovodi do invaliditeta u radu, gubitka vremena za igranje, velikog financijskog tereta za poslodavca sportaša, kao i zdravstveni sustav i povećani rizik od ponovnog ozljeda i kroničnosti (Esteve, Rathleff, Bagur-Calafat 2015). Međutim, ostaje nejasno koje su kombinacije komponenata vježbanja najučinkovitije u prevenciji ozljeda donjih ekstremiteta. Da bi se identificirale najučinkovitije kombinacije vježbi, potrebna je sinteza dostupnih podataka na visokoj razini u obliku sustavnih pregleda (Ioannidis, 2017).

Cilj ovog rada bio je identificirati najučinkovitije kombinacije elemenata vježbanja za programe treninga za sprečavanje ozljeda donjih ekstremiteta kod sportaša u timskim sportovima te na temelju umjerenih do visokokvalitetnih sustavnih pregleda i metaanaliza, otkriveno je da su višekomponentne intervencije vježbanja bile učinkovite u smanjenju učestalosti ozljeda donjih ekstremiteta. Najčešći elementi programa neuromuskularnog treninga bile su kombinacija vježbi snage i ravnoteže. Pokazano je i da kombinacija agilnosti i

pliometrijskih vježbi doprinose smanjenju ozljeda povezano s kukovima i koljenima (Ioannidis, 2017). Kombinacija pliometrijskih vježbi i agilnosti može stoga zaštititi zglob koljena tijekom dinamičnih pokreta i biti korisna u smanjenju ACL ozljeda kada je uključena u programe prevencije ozljeda (Ioannidis, 2017).

Višekomponentni programi vježbanja donjih ekstremiteta bili su učinkoviti u sprječavanju ozljeda donjih ekstremiteta, koljena, ACL-a i gležnja u timskim sportovima za sve dobne razine i spol (Ioannidis, 2017). Čini se da su vježbe snage i ravnoteže mišića najčešće komponente programa prevencije ozljeda donjih ekstremiteta. Da bismo olakšali usvajanje i održivu uporabu treninga za prevenciju ozljeda s visokom vjernošću, moramo razumjeti prepreke i voditelje u provođenju programa u određenom sportskom kontekstu. Prethodna istraživanja u ekipnim sportovima mladih fokusirale su se na trenere koji održavaju trening za prevenciju ozljeda. Iako su treneri ključni izvođači programa, integriranje treninga za prevenciju ozljeda u redovite trening rutine tima zahtijeva promjenu ponašanja brojnih sudionika, uključujući igrače, trenere, klubove i predstavnike organizacija, uz povećanu svijest i znanje među pojedincima u široj zajednici (Ioannidis, 2017).

Potaknuti ozljedama u rukometu (najčešće gležanj i koljeno) trenersko je osoblje iz Norveške rukometne federacije razvilo program zagrijavanja uz pomoć medicinskog osoblja iz istraživačkog centra za sportsku traumu u Oslu. Program je obuhvaćao četiri različita seta vježbi: snaga, pliometrija, skokovi i doskoci, propriocepcija. Na početku ligaške sezone (rujan), klubovi su dobili vježbenicu, pet dasaka za promjeru diska (promjer diska 38 cm; Norpro, Notodden, Norveška, 2000.) i pet prostirki za ravnotežu (40 × 50 cm², debljine 7 cm; Aluisse Airex, Sins, Švicarska, 2000.). Treneri su dobili upute da koriste program na početku svakog treninga za 15 uzastopnih treninga, a zatim jednom tjedno tijekom ostatka sezone. Glavni fokus vježbi bio je poboljšati svijest i kontrolu koljena i gležnja tijekom stajanja, trčanja, promjene smjera kretanja, skakanja i doskoka. Program se sastojao od vježbi s loptom, uključujući upotrebu balans ploče i podloge za ravnotežu za zagrijavanje, tehniku, ravnotežu i snagu. Primarni ishod definiran je kao akutna ozljeda koljena ili gležnja. Sekundarni ishod definiran je kao bilo kakva ozljeda donjih ekstremiteta. Strukturirani program zagrijavanja namijenjen je poboljšanju svijesti i kontrole koljena i gležnja tijekom doskoka i okretanja te smanjenju ozljeda donjih ekstremiteta u rukometu. Preventivni trening stoga treba uvesti kao prirodni dio programa sportskog treninga za mlade u svim sportovima.

Kao primjer preventivnog programa zagrijavanja trenerskog osoblja iz Norveške rukometne federacije te brojnih istraživanja koja ukazuju na najčešće ozljede koljena i gležnja u rukometu, potrebno je osmisliti neuromuskularni preventivni program zagrijavanja koji se sastoji od vježbi snage, propriocepcije, pliometrije te brzine i agilnosti.

4.1. Neuromuskularno zagrijavanje

Učinkovita primjena praktičnih strategija neuromuskularnog zagrijavanja može smanjiti učestalost ozljeda donjih ekstremiteta kod sportaša. To je obično strategija zagrijavanja koja uključuje istezanje, jačanje, vježbe ravnoteže, vježbe agilnosti specifične za sport i tehnike doskoka koje se primjenjuju dosljedno duže od tri uzastopna mjeseca. Kako bi se ove strategije optimizirale, mehanizmi njihove učinkovitosti zahtijevaju daljnju procjenu (Hübscher, Zech, Pfeifer 2010).

Pretpostavlja se da programi neuromuskularnih treninga poboljšavaju osjećaj položaja zgloba, poboljšavaju stabilnost zglobova i razvijaju zaštitne zglobne reflekse, u konačnici sprječavajući ozljede donjih ekstremiteta. Hübscher, Zech i Pfeifer 2010 nedavno su završili visokokvalitetni sustavni pregled programa neuromuskularnih treninga za prevenciju sportskih ozljeda. Metaanaliza je pokazala da multi-intervencijski programi mogu smanjiti ozljede donjih ekstremiteta, akutne ozljede koljena i gležnja, a programi ravnoteže i propriocepcije mogu smanjiti ozljede gležnja. Međutim, praktičnost ovih otkrića za mnoge pojedince, timove i klubove može biti ograničena zbog potrebe za kupnjom opreme (na primjer, balansnih ploča) i zahtjeva za dodatnim treninzima uz uobičajenu praksu i natjecanje. U tim bi slučajevima praktičnije rješenje bilo obuhvatiti programe neuromuskularnih treninga koji ne zahtijevaju dodatnu opremu i koji se mogu uključiti u rutine zagrijavanja ili trenutne rutine.

PLIOMETRIJA

Neuromuskularni trening pliometrijskog tipa prilagođen je ranijim interventnim istraživanjima koja su izvijestila o smanjenju čimbenika rizika od ozljeda donjih ekstremiteta (Hermassi i sur., 2017). Pliometrijski trening odvijao se 2 dana u tjednu neposredno prije uobičajenog rukometnog treninga. Svaki trening trajao je 20 minuta, uz 5 minuta standardnog zagrijavanja, 3 minute vježbe istezanja i 2 submaksimalne vježbe skoka (20 vertikalnih skokova, 10 skokova u dalj), 10 minuta specifičnog PT-a i 2 minuta prestanka (uključujući vježbe istezanja). Program obuke koji su se koristili bili su čučanj skok, skokovi preko prepreka, na pliometrijsku kutiju i iz nje, skokovi s noge na noge, vertikalnog skoka te skokovi s okretom za 180° koji se sastojao od 3 serije s 20 ponavljanja. Između setova i treninga bilo je 2 minute odmora i 72

sata odmora. Svi su treninzi bili u potpunosti nadgledani, a za svakog sudionika vođeni su dnevnicima.

PROPRIOCEPCIJA

Vježbe korištene u programu razvijene su na temelju prethodnih intervencijskih studija u timskom rukometu (Hermassi i sur., 2017) i ostalim sportovima, a testirane su i izmijenjene kako bi bile prikladne za timski rukomet. Fokus je na poravnanje kuka, koljena i gležnja - posebno položaj koljena preko nožnog prsta. Video analize mehanizama ozljeda prednjeg križnog ligamenta u rukometu ukazuju na to da bi igrači mogli imati koristi od toga što ne dopuštaju da koljeno ulegne medijalno tijekom naglih pokreta ili kada naglo mijenja brzinu. Stoga se program usredotočio na pravilnu tehniku pri izvođenju različitih vježbi promjena smjera kretanja, ciljajući na uži stav, kao i položaj koljena preko nožnog prsta. Nedavni podaci studije koja istražuje prevenciju ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod odraslih ženskih rukometašica pokazuju da program vježbi ravnoteže i agilnosti usredotočenih na kontrolu koljena ne samo da sprečava ozljede (Hermassi i sur., 2017), već i poboljšava dinamičku ravnotežu te da se taj učinak održava za najmanje 12 mjeseci. Jedna randomizirana studija elitnog muškog nogometa za starije muškarce također je pokazala značajno smanjenje stope ozljeda prednjeg križnog ligamenta kao rezultat programa vježbanja statičke ravnoteže pomoću daske za ravnotežu (Hermassi i sur., 2017).

4.2. Primjer programa

Preventivni program zagrijavanja u rukometu dizajniran je na primjeru *Harmoknee* i Fifa 11+ programa gdje je najveći fokus na vježbama za smanjenje ozljeda gležnja te prednje ukrižene sveze (ACL). Cilj je programa povećati svijest o riziku od ozljeda, pružiti preventivni protokol zagrijavanja te povećati ukupnu snagu donjih ekstremiteta. Program se sastoji od 5 dijelova: zagrijavanja, snage, propiocepcije, pliometrije, brzine i agilnosti. Program se provodi tri puta tjedno po 25 minuta, neposredno prije formalnog rukometnog treninga.

ZAGRIJAVANJE

Cilj zagrijavanja je podići temperaturu tijela te pripremiti tijelo na zahtjeve koji nas očekuju u daljnjem trenažnom procesu.

Vježba 1: Trčanje ravno naprijed

Trči se ravno naprijed od kapice do kapice koje su postavljene na udaljenosti 5 - 6 metara (Slika 1). Prilikom izvođenja vježbe potrebno je paziti na pravilan položaj tijela, trči se na prstima i pazi se na suprotnu ruku i suprotnu nogu. Vježba se izvodi 1 minutu.



Slika 1. Trčanje ravno naprijed

Vježba 2: Niski skip

Vježba se izvodi u kretanju od kapice do kapice koje su postavljene na udaljenosti 5 - 6 metara (Slika 2). Prilikom izvođenja vježbe potrebno je paziti na pravilnu poziciju tijela, poziciju stopala-prsti-peta te ruke koje prate ritam nogu (suprotna ruka, suprotna noga). Vježba se izvodi 1 minutu.



Slika 2. Niski skip

Vježba 3: Visoki skip

Vježba se izvodi u kretanju od kapice do kapice koje su postavljene na udaljenosti 5 - 6 metara (Slika 3). Prilikom izvođenja vježbe potrebno je visoko prednožno pogrčiti u zglobu koljena, održati pravilnu poziciju tijela te rukama pratiti ritam nogu (suprotna ruka, suprotna noga). Vježba se izvodi 1 minutu.



Slika 3. Visoki skip

Vježba 4: Jednonožni doskok

Vježba se izvodi u kretanju prema naprijed na udaljenosti 5 - 6 metara (Slika 4). Trči se ravno naprijed i svakih 1 -1,5 metar treba doskočiti na jednu nogu te zadržati položaj par sekundi pa nastaviti dalje trčati s ponavljanjem vježbe 1 minutu.



Slika 4. Jednonožni doskok

SNAGA

Vježba 5: Upor prednji na podlakticama

Iz ležećega položaja na trbuhu postavljaju se podlaktice u širini ramena te se podupirujući na podlakticama i stopalima podiže tijelo koje bi trebalo biti u ravnoj liniji (Slika 5). Potrebno je podvući trbuh te stisnuti gluteuse kako bi se na taj način učvrstilo i stabiliziralo tijelo i izbjeglo uvijanje leđa. Cilj je ove vježbe jačanje i stabilizacija trupa. Druga varijanta upora prednjeg na podlakticama izvodi se na način da se istovremeno podignu suprotna ruka i suprotna noga (Slika 5). Vježba se izvodi 2 puta po 30 sekundi.



Slika 5. Upor prednji na podlakticama

Vježba 6: Upor bočni na podlacticama

Iz ležećega položaja na boku potrebno je postaviti lakat donje ili potporne ruke ispod ramena, s koljenom donje noge savijene po 90° (Slika 6). Iz tog položaja potrebno je podići gornji dio tijela dok rame, kuk i koljeno ne budu u ravnoj liniji. U tom položaju odložiti i uzručiti slobodnu nogu i ruku, uz zadržavanje kralježnice u neutralnom položaju. Položaj zadržati 30 sekundi, napraviti kratku pauzu, promjeniti stranu i ponoviti vježbu. Cilj ove vježbe je jačanje i stabilizacija trupa. Vježbu izvoditi 2 puta po 30 sekundi sa svake strane.



Slika 6. Upor bočni na podlacticama

Vježba 7: Jednonožni mali most

Iz ležećeg položaja na leđima potrebno se rukama i gornjim dijelom tijela poduprijeti o podlogu, postaviti stopala čvrsto na pod te saviti koljena po 90°. Istovremeno pružiti jednu nogu te podići kukove prema gore (Slika 7). Tijekom izvođenja vježbe potrebno je imati aktivne mišiće trupa i gluteus. Cilj ove vježbe je jačanje i stabilizacija trupa. Vježba se izvodi 2 puta po 30 sekundi.



Slika 7. Jednonožni mali most

Vježba 8: Nordic Hamstings

U uporu klečećem nagnuti se prema naprijed, kontrolirajući kretanje uz istovremeno održavanje tijelo potpuno ravno od ramena do koljena (Slika 8). Kada se više ne može držati

položaj pustiti se u poziciju upora na rukama. Cilj vježbe je jačanje stražnje strane natkoljenice. Vježba se izvodi 1 seriju od 10 ponavljanja.



Slika 8. Nordic Hamstrings

PROPRIOCEPCIJA (zračni jastuk)

Vježba 9: Stajanje na 1 nozi

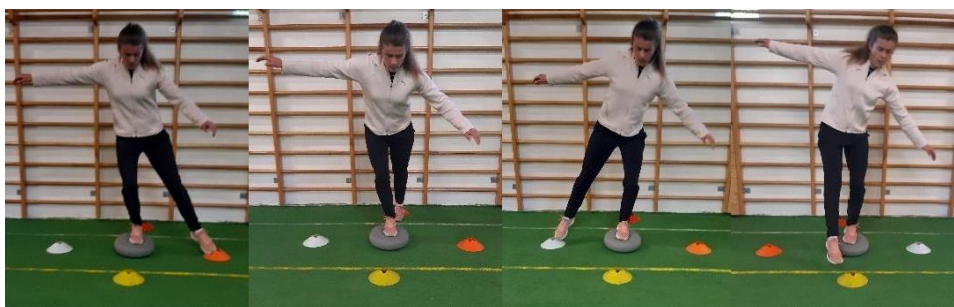
Na zračnom jastuku potrebno je održavati ravnotežu na jednoj nozi (Slika 9). Vježba se može izvoditi sa otvorenim i zatvorenim očima a cilj vježbe je, uz unapređenje ravnoteže, povećati stabilnost u zglobu gležnja. Nakon isteka vremena, mijenja se noga. Vježba se izvodi 1 minutu.



Slika 9. Stajanje na 1 nozi

Vježba 10: SEBT test dinamičke ravnoteže

Dinamički test koji zahtjeva snagu, fleksibilnost i propiocepciju. Koristi se za procjenu sposobnosti ravnoteže te za procjenu fizičkih performansi. Izvodi se u 8 smjerova: prednji, anteromedijalni, medijalni, posteromedijalni, stražnji, posterolateralni, bočni i anterolateralni. Modificirano (Slika 10) se izvodi na način da se održava ravnoteža na jednoj nozi dok se drugom nogom pokušava dosegnuti što je više moguće različitih smjerova. Vježba se ponavlja 1 sa svakom nogom.



Slika 10. SEBT test dinamičke ravnoteže

Vježba 11: Prednja vaga

U stajanju na jednoj nozi, potrebno je predručiti i suprotno zanožiti, spuštati se u poziciju vage te rukom dotaknuti oznaku na podu (Slika 11). Vježbu ponoviti na drugoj nozi s promjenom ruke. Vježba se izvodi 2 puta po 10 ponavljanja na svakoj nozi.



Slika 11. Prednja vaga

Vježba 12: Bacanje i hvatanje lopte

U stajanju na jednoj nozi partner nam baca loptu, potrebno ju je uhvatiti i baciti natrag partneru bez narušavanja ravnoteže (Slika 12). Cilj vježbe je održati cijelo vrijeme ravnotežu i poboljšati stabilizaciju gležnja. Vježba se izvodi i na drugoj nozi, 2 puta po 10 ponavljanja na svakoj nozi.



Slika 12. Bacanje i hvatanje lopte

Vježba 13: Izbacivanje iz ravnoteže

U stajanju na jednoj nozi, partner nam baca loptu čiji je smjer nepredvidiv, potrebno je uloviti loptu jednom rukom i prilikom izvođenja vježbe zadržavati ravnotežni položaj (Slika 13). Cilj ove vježbe je uhvatiti loptu bez narušavanja ravnoteže uz istovremeno postizanje stabilizacije gležnja. Vježba se izvodi 2 puta po 10 ponavljanja na svakoj nozi.



Slika 13. Izbacivanje iz ravnoteže

PLIOMETRIJA

Vježba 14: Vertikalni skokovi

Početni položaj je u polučučnju s rukama na kukovima ili u zaručenju. U toj poziciji izvodi se eksplozivni skok u vis te doskok u početnu poziciju (Slika 14). Vertikalnim skokom se mjeri

najviša točka koju sportaš može dotaknuti iz stojećeg položaja. Utječe na brzinu i eksplozivnost i izvodi se 1 seriju od 10 ponavljanja



Slika 14. Vertikalni skokovi

Vježba 15: Čučanj skok

Iz polučučnja uz zamah ruku skaće se visoko prema gore te doskače u istu poziciju uz kontinuirano izvođenje pokreta (Slika 15). Važno je da prilikom doskoka koljena ne odlaze prema unutra nego da prate smjer stopala te je jednako važno amortizirati doskok. Cilj vježbe je jačanje i stabilizacija koljena. Vježba se izvodi 1 seriju od 10 ponavljanja.



Slika 15. Čučanj-skok

Vježba 16: Skokovi preko prepona

Iz polučučnja uz zamah ruku sunožno se preskače prepona prema naprijed te bočno (Slika 16). Potrebno je amortizirati doskok i paziti da nam prilikom doskoka koljena prate smjer stopala. Vježbe skokova prema naprijed i bočno izvode se po 1 seriju od 10 ponavljanja.



Slika 16. Skokovi preko prepona

Vježba 17: Iskorak sa skokom

Iz početne pozicije u iskoraku pogled usmjeriti prema naprijed, izravnati leđa i zategnuti trbušne mišiće (Slika 17). Potrebno se snažno odraziti u vis, promijeniti nogu te doskočiti ponovno u poziciju iskoraka. Prilikom odraza pomaže nam zamah ruku koji daje dodatnu silu za veći i snažniji odraz. Pokret treba kontrolirati te prilikom doskoka paziti da koljeno ne “bježi“ u stranu. Cilj vježbe je postići stabilnost cijelog tijela te jačanje i stabilizacija koljena. Vježba se izvodi 1 seriju od 10 ponavljanja



Slika 17. Isokrak sa skokom

BRZINA I AGILNOST

Vježba 18: Sprint s promjenom smjera kretanja

Kapicama je označena dužina kojom se izvodi sprint na način da se krene iz mjesta na znak, maksimalno trči do suprotne kapice koja se nalazi na udaljenosti od 10 metara, promjeni se smjer kretanja i maksimalnim ubrzanjem vraća na početak (Slika 18). Cilj vježbe je izvoditi pokret specifičan rukometnoj igri i kretanju, ojačati i stabilizirati koljeno i gležanj te smanjiti mogućnost povrede prednjih križnih ligamenata. Vježba se izvodi 1 minutu s kratkim pauzama između ponavljanja.



Slika 18. Sprint s promjenom smjera kretanja

Vježba 19: Niski skip-sprint

Vježba se izvodi na način da se iz pozicije niskog skipa koji se izvodi u mjestu na znak kreće u sprint 5 - 6 metara (Slika 19). Cilj vježbe je uz brzinu i agilnost utjecati i na brzinu reakcije. Vježba se izvodi 1 minutu.



Slika 19. Niski skip-sprint

Vježba 20: Visoki skip-sprint

Vježba se izvodi na način da se iz pozicije visokog skipa koji se izvodi u mjestu na znak kreće se u sprint 5 - 6 metara (Slika 20). Vježbom se utječe i na brzinu reakcije i izvodi se 1 minutu.



Slika 20. Visoki skip-sprint

Vježba 21: Bočno-sprint

Kapice označavaju prostor u kojemu se sportaš kreće bočno. Na znak, iz bočnog kretanja kreće se u sprint 5 - 6 metara (Slika 21). Vježbom se uz brzinu i agilnost utječe i na brzinu reakcije. Izvodi se 1 minutu.



Slika 21. Bočno-sprint

Vježba 22: Cik-cak

Kapice su postavljene dijagonalno jedna od druge i označavaju smjer kojim se sportaš kreće. Vježba se izvodi trčeći cik-cak (zig-zag) s naglaskom na promjeni smjera kretanja (Slika 22). Cilj vježbe je specifičnim pokretima u rukometnoj igri i treningu smanjiti mogućnost povrede prednjih križnih ligamenata. Vježba se izvodi 1 minutu.



Slika 22. Cik-cak

5. ZAKLJUČAK

Tjelovježba predstavlja kamen temeljac u kvaliteti života osoba koje se bave sportom. Učinkovita prevencija sportskih ozljeda, kao jedini prevladavajući štetni učinak tjelesne aktivnosti, mogla bi imati koristi u širokome spektru pojedinaca uključenih u bilo koji oblik vježbanja.

Primjena programa prevencije ozljeda na tjelovježbi za mlade sportaše može smanjiti stope ozljeda i do 46 %. Međutim, preostaje još 54% ozljeda kojima se postojeći preventivni programi ne bave već na njih utječu unutarnji i vanjski čimbenici nastanka ozljede. Iako vanjski čimbenici, poput vrste bavljenja sportom, mogu predstavljati neke aspekte učestalosti ozljeda, minimiziranje unutarnjih čimbenika rizika ulazi u okvir standardizirane ozljede kojima se bave preventivni programi. Takvi unutarnji čimbenici rizika uključuju snagu, koordinaciju, ravnotežu, fleksibilnost i slično. Iako možda nije razumno očekivati minimiziranje svih unutarnjih čimbenika rizika prilikom izrade programa prevencije ozljeda, poželjno je minimiziranje što većeg broja modificiranih čimbenika rizika kako bi se smanjile ozljede mladih sportaša. Rezultati trenutnoga rada pokazuju da se neki unutarnji čimbenici rizika, više nego drugi, bave postojećim programima prevencije, dok se neki čimbenici rizika ili ne mijenjaju ili se uopće ne ispituju. Mjere snage, koordinacije, stabilnosti, ravnoteže i brzine poboljšale su se nakon sudjelovanja u specifičnim programima prevencije ozljeda, s najdosljednijim poboljšanjima primijećenima u mjerama snage i ravnoteže (prosječno poboljšanje: 11,3 %). Ova su otkrića u skladu s prethodnim sustavnim pregledima koja su prikazana u ovome radu kroz različite programe prevencije ozljeda.

Osim brzine i izdržljivosti, postoje i dodatni čimbenici rizika od ozljeda koji se možda neće riješiti primjenom mjera ishoda izvedbe donjih ekstremiteta poput onih korištenih u studijama uključenim u ovaj rad. Ovi dodatni nužni čimbenici mogli bi se uzeti u obzir za budući razvoj programa. Primjeri uključuju oslabljeni tonus mišića, senzorni deficit, prisutnost boli i poremećenu psihološku i kognitivnu dobrobit. Psihološko stanje i razina anksioznosti privlače pažnju kada pokušavaju uspostaviti zdravu ravnotežu između natjecanja, uživanja u sportu, tjelesne spremnosti i cjeloživotnih lekcija za zdrav i aktivan životni stil mladih sportaša. Percipirani rizik i opažena sposobnost također su psihološki čimbenici rizika povezani s ozljedama kod adolescenata tijekom bavljenja sportom. Pokazalo se da je natjecateljska anksioznost povezana s pojavom ozljeda, a anksioznost je povezana sa smanjenom selektivnom pažnjom, lošom koncentracijom i povećanom odgovornošću na potencijalne prijetnje. Studije obuhvaćene trenutnim sustavnim pregledom nisu posebno procijenile učinkovitost programa

prevencije ozljeda na promjenu ovih potencijalno modificiranih čimbenika rizika. Kao takva, buduća programska evaluacija trebala bi razmotriti i druge aspekte tjelesnih performansi izvan snage i koordinacije i uključivati ispitivanje drugih potencijalno važnih aspekata kontrole pokreta, poput psiholoških i kognitivnih sposobnosti mladih sportaša.

Iako se dokazi i programi treninga snage kontinuirano razvijaju, suvremeni principi i preporuke ostaju važni za sadašnje sportaše i za usmjeravanje budućih istraživanja. Na temelju uključenih studija, preporuča se faza upoznavanja / tehnike prije faza postupnog napredovanja volumena i intenziteta. Ovaj će se pristup baviti ključnim parametrima i mehanizmima za akutne i prekomjerne ozljede kako za intervenciju vježbanja snage tako i za često istodobno sudjelovanje u sportu ili drugim fizičkim aktivnostima. Pokretanje izvan sezone ili manja zahtjevnost razdoblja mogu biti korisna, posebno u vezi s prekomjernom ozljedom. Pored toga, pokazale su se intervencije kako bi se spriječile ozljede, a također i poboljšale sportske performanse, što je važan aspekt za trenere i sportaše. Uz poznavanje rizičnih faktora ozljeđivanja, mehanizma nastanka ozljede te anatomske analizu donjih ekstremiteta potrebno je primijeniti odgovarajući preventivni program na svakom treningu kao zagrijavanje neposredno prije formalnog treninga kako bi sportaši stekli naviku, te se uz dodatne edukativne sadržaje osvijestili o važnosti prevencije. Prevencija sportske ozljede u sportu je složena, te bi trebalo ulagati u bolje procese, dodatno educirati trenere i sportske suradnike o važnosti prevencije, planiranju i programiranju treninga.

6. LITERATURA

- Åman, M., Forssblad, M., Larsen, K. (2017). Incidence and body location of reported acute sport injuries in seven sports using a national insurance database. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28, 1147-1158.
- Bae, C., Cho, S., HwangBo, G. (2012). Effects of different cool-down exercise methods on muscle strength and endurance of the lower extremities. *International Journal of Content*, 8, 97–102.
- Barber-Westin, S., Hermeto, A., Noyes, F. (2010). A 6-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2372-2382.
- Bašić, M., Bašić, D., Škegro, D. (2006). Primjena zagrijavanja u sportu. *Kondicijski trening*, 3(2), 30 – 35.
- Bauer R., Steiner, M. (2009). Injuries in the European Union, Statistics summary 2005- 2007, Vienna: Kuratorium für Verkehrssicherheit (Austrian Road Safety Board) Dostupno na: http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1402_allegato.pdf
- Behm, D., Blazevich, A., Kay, A., McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 41(1), 1-11.
- Bizzini, M., Junge, A., Dvorak, J. (2015). Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the football associations to invest in prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 803-806.
- Boham, M., Debeliso, M., Harris, C., Pfeiffer, R. (2014). Quadriceps-to hamstrings imbalances in female collegiate soccer athletes: Implication for injury. *Journal of Athletic Enhancement*, 3, 1-5.
- Elam, R. (1986) Warm-up and athletic performance: A physiological analysis. *Strength and Conditioning Journal*, 8 (2), 30–32
- Esteve, E., Rathleff, M., Bagur-Calafat, C. (2015). Prevention of groin injuries in sports: a systematic review with meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 785–91

- F-MARC (2005). FIFA Medical Assessment and Research Centre. Dostupno na: www.fifa.com
- Fernandez-Rio, J., Terrados, N., Fernandez-Garcia, B., Suman, O. (2010). Effects of vibration training on force production in female basketball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1373–1380.
- Giugliano, D. i Solomon, J. (2007). ACL tears in female athletes. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 18, 417–438.
- Hermassi, S., Chelly, M., Fieseler, G., Bartels, T., Schulze, S., Delank, KS., Shephard, R., Schwesig, R. (2017). Effects of In-Season Explosive Strength Training on Maximal Leg Strength, Jumping, Sprinting, and Intermittent Aerobic Performance in Male Handball Athletes. Randomized Controlled Trial. *Sportverletz Sportschaden*, 31(3), 167-173.
- Hewett, TE. (2006). Anterior cruciate ligament injures in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular intervention aimed at injury prevention. *The American journal of sports medicine*, 34, 490-8.
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K. (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42, 413–421.
- Ioannidis, J. (2017). Next-generation systematic reviews: prospective meta-analysis, individual-level data, networks and umbrella reviews. *British journal of sports medicine*, 51, 1456–8.
- Janković, S., Trošt, T. (2006). Rizični faktori ozljeđivanja i mehanizmi nastanka sportskih ozljeđaja. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša*, Zbornik radova 4. godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 24.25.02.2006. (str.13-20). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske
- Jukić, I. i Šimek, S. (2003). Kondicijski trening u funkciji prevencije ozljeđaja sportaša, *Zagrebački velesajam*, 21. I 22. veljače 2003.
- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., Michaëlsson, K. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of Internal Medicine*, 170, 43–49
- Kelly, A. (2010). Anterior cruciate ligament injury prevention. *Current Sports Medicine Reports*, 7, 255–262.

- Langevoort, G., Myklebus, G., Dvorak, J., Junge, A. (2007). Handball injuries during major international tournaments. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17, 400-7.
- Lauersen, J., Bertelsen, D., Andersen, L. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 871–7.
- Madžar, T. (2015). Psihološki predskazatelji sportskih ozljeda u profesionalnih nogometaša i rukometaša (disertacija). Medicinski fakultet, Zagreb
- Mandelbaum, B., Silvers, H., Watanabe, D., Knarr, DT., Garret, W. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injures in female athletes: 2-year follow up. *The American journal of sports medicine*, 33, 1003-10.
- Milanović, D. (2013). Teorija treninga. Zagreb: *Kineziologija sporta*
- Noyes, F., Barber-Westin, S., Tutalo Smith, S., Campbell, T. (2013). A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 340-51.
- PEP – Prevent Injury and Enhance Performance (2005). Dostupno na:
<https://physio4all.com.au/>
- Pressley, J., Barlow, B., Durkin, M., Jacko, S., Dominguez, D., Johnson, L. (2005). A national program for injury prevention in children and adolescents: the injury free coalition for kids. *Journal of Urban Health*, 82, 389-402.
- Rössler, R., Donath, L., Verhagen, E., Junge, A., Schweizer, T., Faude, O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 44, 1733-1748.
- Shultz, S., Olszewski, A., Ramsey, O., Schmitz, M., Wyatt, V., Cook, C. (2013). A systematic review of outcome tools used to measure lower leg conditions. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8, 838-848.
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M. (2008). warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 9, 337

- Steffen, K., Bakka, H., Myklebust, G., Bahr, R. (2008). Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(5), 596–604
- Šimek, S., Jukić, I., Trošt, T. (2006). Preventivni trenažni program. U Jukić, I., Milanović, D., Šimek, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša*, Zbornik radova 4. godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 24.25.02.2006. (str.119-129). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
- Wilkerson, G., Colston, M., Short, N., Neal, K., Hoewischer, P., Pixley, J. (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *Journal of Athletic Training*, 39, 17-23