

Review

## OPĆA KONDICIJSKA PRIPREMA U FUNKCIJI ZAŠTITE ZDRAVLJA SPORTAŠA

Dragan MILANOVIĆ, Sanja ŠALAJ i Cvita GREGOV

*Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska**Primljeno u svibnju 2012.**Prihvaćeno u kolovozu 2012.*

Zdravstveni rizik u treningu i vrhunskom sportu najčešće se odnosi na akutne ozljede. Akutne ozljede su ozljede nastale uslijed jednokratnih i jasno definiranih rizičnih situacija, a rastu proporcionalno s ukupnim vremenom provedenim na treningu. Raspon težine akutnih ozljeda kreće se od blagih, kao što su iščašenja i istegnuća pa do onih ozbiljnih za koje je potrebna i hospitalizacija. Rizik od akutnih ozljeda varira ovisno o sportu - od gotovo sigurnih sportova izdržljivosti pa do ekstremno rizičnih disciplina poput motociklizma. Broj ozljeda u sportskim igrama leži negdje između te dvije krajnosti. Prije započinjanja mjera ili programa prevencije sportskih ozljeda treba precizno utvrditi problem: pojavu ozljeda i njihov broj, vremenski trend, težinu ozljeda i njihove posljedice. Drugi je korak utvrđivanje etiologije, faktora rizika i mehanizama ozljeđivanja. Treći je korak prevencije sportskih ozljeda uvođenje preventivnih mjera ili trenažnog programa. Tri su se strategije prevencije ozljeda pokazale uspješnima: 1) korištenje opreme koja smanjuje rizik od ozljeđivanja, 2) primjena (i promjena) pravila igre i 3) programi vježbanja usmjereni na smanjenje učestalosti ozljeda i rizika od ozljeđivanja. Tu spadaju i programi opće kondicijske (fizičke) pripreme kojima je ujedno i cilj prevencija sportskih ozljeda. To su sadržaji usmjereni na razvoj jakosti, snage, ravnoteže, fleksibilnosti, brzine i agilnosti, kao i konstantna edukacija trenera i sportaša o mehanizmima ozljeđivanja uz inzistiranje na pravilnoj, poželjnoj tehnici izvođenja vježbi. S obzirom na to da se programima kondicijske pripreme uvelike može utjecati na smanjenje učestalosti ozljeda i faktora rizika (osobito akutnih), cilj je ovog rada predstaviti dosadašnje spoznaje o implementaciji i učincima programa kondicijskog treninga usmjerenih upravo na smanjenje učestalosti akutnih ozljeda i utjecaj na faktore rizika od ozljeđivanja. Pregledom do sada objavljene literature na engleskom jeziku odabrano je 60 radova i to 38 vezanih uz učinke programa vježbanja na smanjenje učestalosti ozljeđivanja i 22 uz faktore rizika od ozljeđivanja. Uspješnost programa kondicijske (fizičke) pripreme u prevenciji ozljeda odnosno zaštiti zdravlja sportaša jasno je vidljivo iz određenih istraživanja u čak 87 % manjoj učestalosti ozljeda kod onih koji su provodili preventivni trenažni program, u odnosu na one koji nisu. Na temelju pregleda i analize rezultata istraživanja s ciljem prevencije ozljeda kod sportaša se može preporučiti višestrano kondicijski usmjeren preventivni trening koji se sastoji se od pliometrijskih podražaja, vježbi primarne jakosti, vježbi ravnoteže, vježbi s opterećenjem, vježbe za razvoj brzine i agilnosti, te učenje tehnika promjene smjera i doskoka. Osim poboljšanja u motoričkim sposobnostima (jakost, skočnost, brzina, dinamička ravnoteža, nestanak mišićnog disbalansa), uz primjenu takvih programa unapređuje se i više biomehaničkih faktora povezanih sa smanjenjem rizika od ozljeđivanja, a smanjuje se i učestalost ozljeda.

**KLJUČNE RIJEČI:** kondicijski trening, ozljeda, prevencija, program, sport

Brojne su i znanstveno dokazane dobrobiti tjelesnoga vježbanja na zdravlje čovjeka. Vrhunski sport, dugoročno gledano, pozitivno utječe na zdravlje (1). Naime, bivši vrhunski sportaši manje su podložni

kroničnim oboljenjima i osjećaju se zdravijima od osoba koje se nisu bavile sportom. No, ne postoji razina tjelesne aktivnosti u kojoj su dobrobiti maksimalne, a da rizika nema. Iako možemo govoriti

o dobrobitima sporta u budućem životu sportaša, nije zanemariv zdravstveni rizik tijekom bavljenja sportom. Zdravstveni rizik u treningu i vrhunskom sportu najčešće se odnosi na akutne ozljede. Akutne ozljede su ozljede nastale uslijed jednokratnih i jasno definiranih rizičnih situacija, a rastu proporcionalno s ukupnim vremenom provedenim na treningu (2). Drugi tip ozljeda čest u sportu jesu kronične ozljede koje nastaju kao posljedica dugoročne akumulacije oštećenja koštanih, ligamentnih i tetivnih struktura lokomotornoga sustava (3). Također, u sportu postoje i veliki rizici za pojavu kroničnih ozljeda pa i nekih kronične bolesti. Najčešće kronične ozljede jesu: stres frakture, tendinitis, oštećenja epifiznih zona rasta, lateralni i medijalni epikondilitis („teniski lakat“ i „golferski lakat“), patelarni tendinitis („skakačko koljeno“), plantarni fascitis, tendinitis ahilove tetive, tendinitis rotatorne manžete i lumbalni bolni sindrom (3), a kronične bolesti koje se javljaju jesu osteoartritis i dijabetes (1).

Raspon težine akutnih ozljeda kreće se od blagih, kao što su iščašenja i istegnuća pa do onih ozbiljnih za koje je potrebna i hospitalizacija. Rizik od akutnih ozljeda varira ovisno o sportu - od gotovo sigurnih sportova izdržljivosti pa do ekstremno rizičnih disciplina poput motociklizma (4). Broj ozljeda u sportskim igrama leži negdje između te dvije krajnosti. Dodatna opasnost može biti i bavljenje sportom osoba oboljelih od kroničnih bolesti kao što su astma (bronhokonstrikcija uslijed izlaganja zraku u naporima), dijabetes (oslobađanjem inzulina uslijed aktivnosti može doći do hipoglikemije) itd., a rizične su i osobe s nasljednim srčanim manama. Posljedice srčanih mana mogu biti nagle smrti na terenu (5). Ponekad se kao faktori rizika navode spol i dob. Kod sportašica veći je rizik amenoreje, poremećaja hranjenja kao i osteoporoze, osobito u sportovima gdje je niža tjelesna težina ili postotak masti poželjan. Moguća su čak i oštećenja dna zdjelice kao posljedica visoko intenzivnih treninga, što dovodi do problema tijekom trudnoće i poroda kao i do inkontinencije (6). Kada je riječ o djeci, u sportu se vrlo često postavlja pitanje rizičnosti velikih trenažnih opterećenja na epifizne zone rasta kosti. Uzrok oštećenjima epifiza kod djece i mladih sportaša najčešće je prekomjerno trenažno ili natjecateljsko opterećenje u odnosu na njihov organizam (7), koje se može izbjeći ako proces treninga provode kvalitetni stručni kadrovi. U vrhunskom sportu zdravstveni rizici se povezuju i s korištenjem dopińskih sredstava. Prva longitudinalna istraživanja upućuju na postojanje specifičnih rizika

od obolijevanja i smrti među onima koji su koristili anaboličke steroide (8).

Ozljede koje sportaša mogu privremeno ili trajno ukloniti sa sportskih terena predstavljaju značajan gubitak za samog sportaša, sportsku ekipu i društvo u cjelini: moguća su dugoročna oštećenja organizma sportaša, gubitak sezone i stipendija, pogoršanje rezultata ekipe, a i financijski trošak ozbiljne ozljede nije zanemariv (9). S obzirom da je liječenje sportskih ozljeda vrlo često teško, skupo i vremenski zahtjevno, preventivne strategije i aktivnosti opravdane su i s medicinskog i ekonomskog aspekta (4). Prava prevencija ozljeda može se ostvariti na temelju promjena kod svih pojedinaca koji su uključeni u brigu o sportaševoj sigurnosti i zdravlju (10).

Prije započinjanja mjera ili programa prevencije sportskih ozljeda, treba precizno utvrditi problem: pojavu ozljeda i njihov broj, vremenski trend, težinu ozljeda i njihove posljedice. Drugi korak je utvrđivanje etiologije, faktora rizika i mehanizama ozljeđivanja. Tablica 1 prikazuje koje se regije tijela najčešće ozljeđuju u sportu, uz karakteristike ozljeda, faktore rizika i mehanizme ozljeđivanja. Treći korak prevencije sportskih ozljeda je uvođenje preventivnih mjera ili trenažnog programa (4). Tri su se strategije prevencije ozljeda pokazale uspješnim: 1) korištenje opreme koja smanjuje rizik od ozljeđivanja, 2) primjena (i promjena) pravila igre i 3) programi vježbanja usmjereni na smanjenje učestalosti ozljeda i rizika od ozljeđivanja (10). Tu spadaju i programi opće kondicijske (fizičke) pripreme kojima je ujedno i cilj prevencija sportskih ozljeda. To su sadržaji usmjereni na razvoj jakosti, snage, ravnoteže, fleksibilnosti, brzine i agilnosti, kao i konstantna edukacija trenera i sportaša o mehanizmima ozljeđivanja uz inzistiranje na pravilnoj, poželjnoj tehnici izvođenja vježbi.

S obzirom na to da se programima kondicijske pripreme uvelike može utjecati na smanjenje učestalosti ozljeda i faktora rizika (osobito akutnih), cilj je ovoga rada predstaviti dosadašnje spoznaje o implementaciji i učincima programa kondicijskoga treninga usmjerenih upravo na smanjenje učestalosti akutnih ozljeda i utjecaj na čimbenike rizika od ozljeđivanja.

## METODE

### *Pretraga literature*

Dva su neovisna istraživača (S.Š. i C.G.) provela elektronsku pretragu članaka objavljenih na engleskom

**Tablica 1** Sportske ozljede prema različitim tjelesnim regijama, karakteristikama, faktorima rizika, mehanizmima nastanka i potencijalnim preventivnim strategijama (10)

Sport	Pojavnost, težina, karakteristike ozljede	Čimbenik rizika	Mehanizam nastanka	Prevenicijska strategija
<b>Glava</b>	Konjički sportovi, hokej na ledu, skijanje, snowboarding, nogomet, američki nogomet, boks	Rijetka (u 90 % slučajeva lakša) Potresi mozga Kognitivna oštećenja uzrokovana repetitivnim blagim traumama glave	Udarac protivničkog igrača (glavom u glavu, udarac laktom ili rukom) Pad Sudar	Upotreba kacige (nema podataka iz natjecateljskog sporta) Modifikacija pravila
<b>Rame</b>	Sve vrste nogometa, hokej na ledu, rukomet, bejzbol, skijanje, snowboarding, klizanje, biciklizam	Véćinom lakše ozljede Kontuzije tkiva Distokacije ramena Frakture ključne kosti Distokacije akromioklavikularnog ili sternoklavikularnog zgloba Frakture gornjeg dijela humerusa	Udarac u rame Prijenos sile kroz ruku Padovi	Nema istraživanja u literaturi Najvjerovatnije pomoću jastučića za ramena koji bi trebali rasuti sile, zatim pomoću ispravnih tehnika padanja te modifikacije tehnike i pravila
<b>Lakat</b>	Američki nogomet, ragbi, borilački sportovi, skok u vis, skijaški skokovi, gimnastika, alpsko skijanje, brzo klizanje, biciklizam, olimpijsko dizanje utega, boks, bacanje kugle, bacanje koplja, sportovi s reketom	Ozljede kostiju Istegnuća i ruptur ligamenta Oštećenja zglobne čahure Kontuzije mišića Abrazije kože Frakture Dislokacije Ozljede neurovaskularnih struktura	Pad Sudar Sila oko lakta (pad na pruženu ruku) Hiperekstenzija s dodatnim djelovanjem sile	Ograničen broj istraživanja Učenje ispravne tehnika padova Modifikacija pravila
<b>Zglob šake</b>	Snowboarding, skijanje, odbojka, rukomet, košarka	Istegnuća prstiju i zgloba šake Puknuća i oštećenja ligamenata (skijaški palac, odbojkaški palac) Frakture prstiju i zgloba šake	Aktivnosti s puno padova/ nesreća (gubitak ravnoteže) Hiperekstenzija prsta tijekom udarca lopte	Štitnici za zglob šake Usvajanje ispravne tehnike padova Izbjegavanje prizemljenja na opruženu ruku Profilaktičke trake (taping) (ekipni sportovi – za one s prijašnjim ozljedama ligamenata)
<b>Kuk/prepone</b>	Nogomet, ragbi, američki nogomet, hokej na ledu, brzo klizanje, plivanje, atletika	Ozljede su česte i prelaze u sindrome prenaprezanja Istegnuća mišića i tetiva	Kretanje poput udarca nogom, brzih promjena smjera, ubrzanja i zaustavljanja Ekscentrične kontrakcije (forsirana abdukcija) Jake koncentrične kontrakcije	Adekvatna rehabilitacija primarne ozljede prije povratka u sustav treninga i natjecanja Održavanje funkcionalne fleksibilnosti i opsega pokreta u zglobu kuka Specifični trening jakosti aduktora (statični, koncentrični i ekscentrični) Stabilizacija jezgre tijela i zdjeljenih mišića

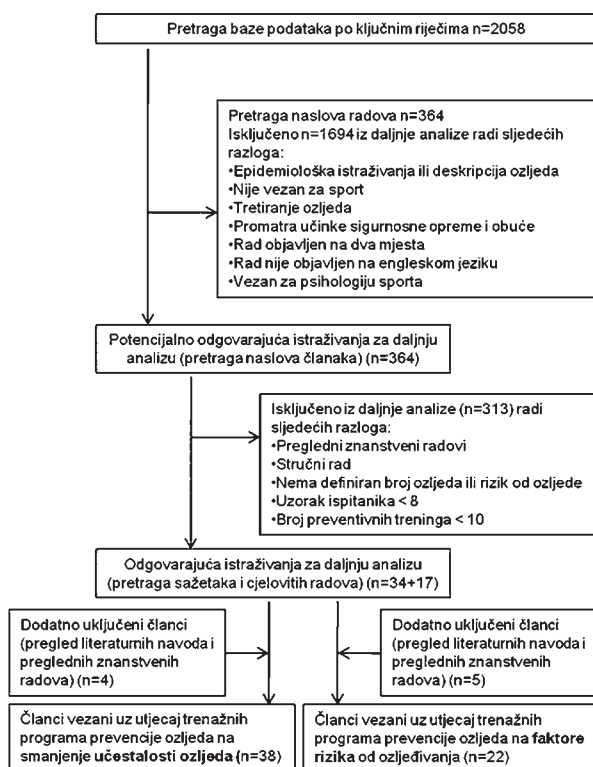
Tablica 1 - nastavak

Sport	Pojavnost, težina, karakteristike ozljede	Čimbenik rizika	Mehanizam nastanka	Prevenzijska strategija
<b>Natkoljenica</b> Mnogi sportovi	<p>Nejčešće ozljede (istegnute hamstringe)</p> <p>Kontuzije prednje i lateralne strane natkoljenice</p> <p>Istegnuta kvadricepsa</p> <p>Istegnute hamstringa</p>	<p>Prijašnje istegnute hamstringa</p> <p>Dob (starije osobe su izložnije)</p> <p>Smanjena jakost hamstringa</p> <p>Loš omjer hamstringa i kvadricepsa</p> <p>Kontralateralna razlika u jakosti hamstringa</p> <p>Loša fleksibilnost hamstringa</p>	<p>Maksimalni sprint ili ekscentrično preopterećenje (faza kasnog zamaha noge)</p> <p>Neposredno prije doticaja s tlom pri čemu se hamstring ekscentrično aktivira da bi se usporilo kretanje i pri doticaju noge s tlom, odnosno prelasku iz ekscentrične u koncentričnu fazu)</p> <p>Nagla ubrzanja i usporavanja</p> <p>Promjene smjera kretanja</p> <p>Udarci nogom</p>	<p>Trening ekscentrične jakosti hamstringa</p> <p>Ne istezanje jer se najčešće istegnuta događaju tijekom sprinta kada hamstring ne prelazi svoj maksimalni opseg</p>
<b>Koljeno</b> Sportovi koji uključuju pivotiranje, nogomet, američki nogomet i ostale vrste, košarka, rukomet, alpsko skijanje	<p>Česte i teške</p> <p>Puknuća kolateralnih i križnih ligamenata</p> <p>Puknuća meniska</p> <p>Oštećenja hrskavice i kosti</p> <p>Puknuće prednje ukrčižene sveze koje uzrokuje pojavu ranog osteoartrisa</p>	<p>Prijašnja ozljeda</p> <p>Ženski spol (36 puta veća vjerojatnost nekontaktnih ozljede prednje ukrčižene sveze)</p> <p>Povećano opterećenje pri pokretu valgusa koljena</p> <p>Mehanizam kvadriceps ladice</p> <p>Položaj i orijentacija koljena</p> <p>Q kut</p> <p>Geometrija koljena</p> <p>Duljina natkoljenice</p> <p>Predivulacijski period u žena</p> <p>Deficiti u neuromuskularnoj kontroli trupa</p> <p>Veliko trenje tenisica i podloge</p>	<p>Nekontaktna ozljede</p> <p>Manevri postavljanja stopala i promjene smjera (<i>plant and cut</i>)</p> <p>Kontakt s protivnikom i perturbacije s njime</p> <p>Neposredno prije ozljede</p> <p>Kombinacija vanjske rotacije i valgusa – impindžment</p> <p>Umetanja rotacija potkoljenice (tibe) pri opruženom koljenu</p> <p>Fantomsko stopalo – unutarnja rotacija pri dubokoj fleksiji i mehanizam prednje ladice uzrokovan pancericom</p>	<p>Modifikacija dinamičnih biomehaničkih faktora rizika</p> <p>Uspješni programi mijenjaju dinamično opterećenje koljenog zgloba kroz neuromuskularni trening</p> <p>Izbjegavanje valgusa koljena i doskok s flektiranim koljenom radi upijanja sile reakcije podloge</p> <p>Pliometrijski trening – cilja sigurne razine valgus stresa u koljenu promjenu obrazaca neuromuskularne kontrole</p> <p>Dinamična kontrola donjih ekstremiteta</p> <p>Povratna informacija o pravilnom pokretu (poravnanje donjih ekstremiteta i doskok na obje noge)</p> <p>+ Neuromuskularni trening</p> <p>+ balans trening (nije učinkovit samostalno)</p> <p>Povećanje svijesti trenera i sportaša o rizičnim situacijama</p>
<b>Gležanj</b> Nogomet, odbojka	<p>Česta, lakša</p> <p>Istegnuta ligamenata</p>	<p>Prethodno istegnute u posljednjih 12 mjeseci (25 puta veći rizik)</p> <p>Labavost zgloba</p> <p>Smanjena dorzi fleksija</p>	<p>Promjene smjera, trčanje, loša pripremljenost na nogu protivnika ili suigrača</p> <p>Krivi doskok nakon udara protivnika po medijalnoj strani stopala (nogomet)</p> <p>Forsirana plantarna fleksija (udarac protivnika) nakon pokušaja udara po lopti (nogomet)</p> <p>Doskok na mreži (odbojka)</p> <p>Doskok na blokaša na suigračovo stoplo pri bloku od više osoba (odbojka)</p>	<p>Propriocepcija gležnja</p> <p>Vanijski povezi i trake (samo kod prethodno ozlijeđenih)</p> <p>Balans trening</p>

jeziku do svibnja 2012. godine u bazi SCOPUS koja između ostaloga obuhvaća i baze Pubmed i Embase od 1996. godine. Korištene ključne riječi pretrage bile su „prevention“, „preventive“, „prevalence“, „program“, „intervention“, „training“, „injury“ i „sport“. Osim toga, iz dobivenih članaka te preglednih radova, pretražio se popis literature.

### Odabir istraživanja

Iz popisa pretragom dobivenih istraživanja po naslovu i sažetku odabrani su članci u kojima je istraživana učinak programa vježbanja na a) smanjenje učestalosti ozljeda i b) faktore rizika od ozljeđivanja. Odabrani su oni članci u kojima je jasno izražen učinak na broj ozljeda ili smanjen rizik od ozljeđivanja, te u kojima je trenažni protokol jasno definiran, a sadržavao je vježbe koji čine opću fizičku pripremu. Jasno izražen učinak na broj ozljeda podrazumijevao je definiranje a) stope ozljeda (po ispitaniku, po 1000 izlaganja ili 1000 sati izlaganja po ozljedi) ili b) omjer rizika i 95 % interval pouzdanosti. Dva istraživača (S.Š. i C.G.) neovisno su ekstrahirala podatke o karakteristikama istraživanja, ispitivanoj populaciji, trenažnoj intervenciji, analizi podataka i izlaznoj varijabli.



Slika 1 Dijagram odabira istraživanja

## REZULTATI

Proces odabira istraživanja i objašnjenje isključenja na svakoj razini prikazano je dijagramom (slika 1). Od ukupnog broja članaka dobivenih pretragom (N=2066), 364 su pregledavanjem sažetka odabrana u užu odabir od su čega 34 odabrana kao značajna za prevenciju ozljeda sportaša putem trenažnog programa. Četiri su članka dodatno uvrštena nakon pregleda literaturnih navoda u odabranim istraživanjima ili preglednim znanstvenim radovima nakon čega je ukupan broj članaka vezanih uz smanjenje učestalosti ozljeda bio 38. Što se tiče članaka o učincima programa prevencije ozljeda na čimbenike rizika od ozljeđivanja, odabrana su istraživanja vezana uz preventivne programe za veće i/ili češće ozljede donjih ekstremiteta: 17 članaka na temelju pregledavanja sažetaka, a 5 je dodatno uvršteno pregledavanjem literaturnih navoda u odabranim istraživanjima ili preglednim znanstvenim radovima čime je ukupan broj članaka iznosio 22.

Istraživanja o prevenciji ozljeda sportaša podijeljena su u dvije osnovne grupe a) učinci programa vježbanja na smanjenje učestalosti ozljeda i b) učinci programa vježbanja na smanjenje rizika od ozljeđivanja.

### Učinci programa vježbanja na smanjenje učestalosti ozljeda

Uzorak ispitanika sačinjavali su muškarci, žene i djeca-adolescenti, raspona godina od 11 do 32, njihov prosječan broj bio je 882 (raspon 30 do 5703) (tablica 2). Ispitanici su sudjelovali u organiziranom sportu (sportski klubovi) u košarci, nogometu, odbojci, rukometu, hokeju, *floorball*-u i jedrenju. Programe vježbanja usmjerene na smanjenje učestalosti ozljeda provodili su svi klubovi godinu dana nakon utvrđenoga omjera ozljeda u pojedinom sportu ili ispitanici eksperimentalne skupine, dok je kontrolna skupina provodila uobičajeni trenažni program. Programi treninga u analiziranim istraživanjima sastojali su se od vježbi ravnoteže [10], jakosti [6] te istezanja [3] ili višestrano usmjerenih programa kondicijske pripreme [16] (vježbe ravnoteže, jakosti, istezanja, pliometrijske vježbe, trčanja, promjene smjera kretanja, učenje tehnike doskoka i dr.). U četiri istraživanja naglašena je i važnost učenja tehnike pojedine vježbe u okviru trenažnog programa.

Tablica 2. Učinci programa opće kondicijske pripreme na smanjenje broja ozljeda

Istraživanje	Sport	Ispitnici: broj (E/K), spol (M/Ž), dob	Trenažni program	Trajanje programa	Rezultati, OR ili RR (95 % interval pouzdanosti)	Ufjecaj na:
Tropp i sur. (11)	Nogomet	144/180 M	Ravnoteža, zračni jastuk	6 mjeseci	OR=0,24 (0,10-0,57)	Uganaća gležnja
Van Mechelen (12)	Trčanje	210/211 M	Zagrijavanje i istezanje	16 tjedana	RR=1,19 (0,71-1,99)	Ozljede donjih ekstremiteta i leđa
Caraffa i sur. (13)	Nogomet	300/300 M	Dinamička ravnoteža, proprioceptivni trening	3-7x tjedno, 3 sezone	RR=0,15	Ozljede prednje ukržižene sveže
Hewett i sur. (9)	Nogomet, košarka, odbojka	366 Ž/897 M i Ž	Višestrano kondicijski usmjeren (istezanje, jačanje, plimetrija)	3x tjedno, 6 tjedana	RR=0,25 (0,06-1,15)	Ozljede prednje ukržižene sveže
Holme i sur. (14)	Sportaši nižeg ranga	46/46 M, 21-32 god	Ravnoteža, jakost	2x tjedno, 12 mjeseci	22 % manje ozljeda u E	Ponovljeno uganaće gležnja
Wedderkoop i sur. (15)	Rukomet	111/126 M, 16-18 god	Višestrano usmjeren (zračni jastuk, funkcionalno zagrijavanje)	10 mjeseci	OR=0,20 (0,10-0,41)	Sportske ozljede
Heidt i sur. (16)	Nogomet	42/258, 14-18 god	Višestrano kondicijski usmjeren	12 mjeseci	OR=0,33 (0,13-0,81)	Sportske ozljede
Soderman i sur. (17)	Nogomet	121/100 M, 15-25 god	Ravnoteža, balans daske	7 mjeseci	OR=1,25 (0,62-2,52)	Ozljede donjih ekstremiteta
Junge (18)	Nogomet	14 ekipa, 14-19 god	Zagrijavanje, fleksibilnost, stabilnost	12 mjeseci	21 % manje ozljeda u E	Sportske ozljede
Tyler i sur. (19)	Hokej	33 M	Jakost primiteača natkoljenice	6 tjedana	RR=0,71	Ozljede primiteača natkoljenice
Askling i sur. (20)	Nogomet	30 M, 24-26 god	Ekscentrični trening jakosti	10 tjedana	26 % manje ozljeda u E	Ozljede stražnje strane natkoljenice
Myklebust i sur. (21)	Rukomet	855+850	Ravnoteža, živčanomišićna kontrola, tehnika promjene smjera i skoka	1+1 sezona	Nakon prve sezone 0,51 (0,19-1,35) Nakon druge sezone 0,37 (0,13-1,05)	Sportske ozljede
Wedderkoop i sur. (22)	Rukomet	8677 M, 14-16 god	Višestrano kondicijski usmjeren (zračni jastuk, jakost)	9 mjeseci	OR=0,29 (0,11-0,77)	Sportske ozljede
Vérhagen i sur. (23)	Odbojka	641/486 M, 21-27 god	Ravnoteža, balans daske	36 tjedana	OR=1,06 (0,78-1,45)	Ozljede gležnja
Olsen i sur. (24)	Rukomet	1873 M i Ž, 15-17 god	Višestrano kondicijski usmjeren (trčanje, promjene smjera, doskok, ravnoteža, jakost i snaga)	8 mjeseci	0,53 (0,35-0,81)	Ozljede gležnja i koljena
Mandelbaum i sur. (25)	Nogomet	1885/3818 Ž	Tehnika doskoka, jakost, istezanje, specifična agilnost	2 sezone	RR=0,255	Ozljede prednje ukržižene sveže
Verrall i sur. (26)	Australski nogomet	70 M	Istezanje, specifične vježbe i naglasak na povećanju anaerobnog intervalnog treninga	4 godine	Smanjenje ozljeda s 1,7/1000 igrača tjedno na 0,7/1000 igrača tjedno nakon programa	Ozljede stražnje strane natkoljenice
Pfeiffer i sur. (27)	Nogomet, košarka, odbojka	577/862 Ž	Mehanika kretanja (promjene smjera kretanja, usporevanje, plimetrija)	2x tjedno, 9 tjedana	OR=2,05 Trenažni program nije utjecao na smanjeni broj ozljeda	Ozljede prednje ukržižene sveže
McGuine i Keene (28)	Košarka, nogomet	765 M i Ž, 16,5 god	Ravnoteža (stajanje na jednoj nozi, balans daske)	3-5x tjedno, tijekom sezone	RR=0,56	Uganaća gležnja
Stasinopoulos (29)	Odbojka	18+17+17 20-26 god	Tehnički trening, b) Proprioceptivni trening, c) Ortoza	1 sezona	A i B trening su učinkoviti u prevenciji ozljeda	Sportske ozljede

Tablica 2 - nastavak

Istraživanje	Sport	Ispitanici: broj (E/K), spol (M/Ž), dob	Trenažni program	Trajanje programa	Rezultati, OR ili RR (95 % interval pouzdanosti)	Utjecaj na:
Cumps i sur. (30)	Košarka	56 M i Ž	Ravnoteža	3x tjedno, 22 tjedna	RR=0,30 (0,11-0,84)	Ugamuća gležnja
Emery i sur. (31)	Košarka	920 M i Ž, 12-18 god	Ravnoteža (specifične vježbe, balans daske)	5-7x tjedno, 12 mjeseci	RR=0,71 (0,50-0,99)	Sportske ozljede
Mohammadi (32)	Nogomet	80 M 24,6 god	a) Proprioceptivne vježbe, b) vježbe jakosti ili c) ortoza	1 sezona	a) 0,13 (0,003-0,93) b) 0,5 (0,11-1,87)	Sportske ozljede
Engelbreiten i sur. (33)	Nogomet	508 M	Jakost aduktora, stražnje strane natkoljenice, koljena i skočnog zgloba	3x tjedno, 10 tjedana	Trenažni program nije smanjio rizik	Sportske ozljede
Gilchrist i sur. (34)	Nogomet	852/583 Ž, 19,9 god	Višestrano kondicijski usmjeren (trčanje, istezanje, jačanje, pliometrija, agilnost)	3x tjedno, 12 tjedana	41 % ukupno manji broj ozljeda u E 70 % manje nekontaktnih ozljeda u E	Ozljede prednje ukrizne sveze
Pasanen i sur. (35)	Floorball	457 Ž, 23,8 god	Višestrano kondicijski usmjeren (tehnika trčanja, ravnoteža, pliometrija, jačanje, istezanje)	2-3x tjedno, 16 tjedana	RR=0,34 (0,20 - 0,57)	Ozljede donjih ekstremiteta
Steffen i sur. (36)	Nogomet	2092 Ž, 13-17 god	Višestrano kondicijski usmjeren (stabilnost trupa, ravnoteža, jačanje, pliometrija)	8 mjeseci	Bez razlika RR=1,0 (0,8-1,2)	Sportske ozljede
Soligard i sur. (37)	Nogomet	1892 Ž, 13-17 god	Živčanomišićna kontrola, jakost, svjesnost tijela	8 mjeseci	RR=0,68 (0,48 - 0,98)	Ozljede donjih ekstremiteta
Amason i sur. (38)	Nogomet	30 ekipa	a) trening fleksibilnost b) ekscentrični trening jakosti	4 sezone	a) Nema razlika b) RR 0,43	Sportske ozljede
Hadala i Barrios (39)	Jedrenje	30 M	Istezanje, jakost i stabilnost + fizioterapijski postupci	3 sezone	RR=0,35	Sportske ozljede
Kraemer i Knobloch (40)	Nogomet	24 Ž (21 god)	Specifični nogometni proprioceptivni trening	3 godine	Smanjenje nekontaktnih ozljeda hamstringa od 22,4 na 8,2/1000 sati (P=0,021); skakačkog koljena od 3,0 do 1,0/1000 sati (P=0,022) i upale ahilove tetive od 1,5 do 0,0/1000 sati (P=0,035).	Ozljede stražnje strane natkoljenice, skakačko koljeno, upala ahilove tetive
Eils i sur. (41)	Košarka	232 M i Ž	Proprioceptivni trening	1 sezona	35 % manji rizik	Ozljede gležnja
Emery i sur. (31)	Nogomet	380/364 M i Ž, 13-18 god	Živčanomišićni trening: ekscentrična jakost, agilnost, skočnost, ravnoteža	1 sezona	0,62 (0,39 - 0,99)	Sportske ozljede
Hölmich i sur. (42)	Nogomet	1211 M	Jakost (koncentrično i ekscentrično), koordinacija, vježbe stabilizacije zdjelice	1 sezona	RR=0,69 (0,40-1,19)	Ozljede primicača natkoljenice
LaBella i sur. (43)	Nogomet i košarka	1492 srednjoškolskih sportašica (Ž)	Neuromuskularno zagrijavanje	1 sezona 20 min po treningu	Smanjenje akutnih nekontaktnih ozljeda za 56 % i nekontaktnih istegnuća gležnja za 66 %	Ozljede gležnja i koljena
Petersen i sur. (44)	Nogomet	461/481 M	Ekscentrični trening jakosti	10 tjedana	Nova ozljeda RR=0,410 (0,18-0,93) Ponovljena ozljeda RR=0,137 (0,03-0,50)	Ozljede stražnje strane natkoljenice
Longo i sur. (45)	Košarka	80/41, 11-19 god	11+ preventivni program treninga	9 mjeseci	Manji broj ozljeda kod E	Sportske ozljede
Schache (46)	Nogomet	942 M	Uobičajeni trening + Nordijska vježba za mišiće hamstringa (Nordic curl)	1-3 x tjedno, 27 treninga ukupno	Manji broj ozljeda u E (E 15 : K 52)	Ozljede stražnje strane natkoljenice

### *Učinci programa vježbanja na rizik od ozljeđivanja*

U drugu su grupu odabrana ona istraživanja (tablica 3) u kojima je broj ispitanika bio veći od 8, a prosječan broj bio je 33 (raspon 8-124). Programe vježbanja provodila je eksperimentalna skupina, dok je kontrolna skupina provodila uobičajeni trenažni program. U malom broju istraživanja nije bilo kontrolne grupe. Programi treninga sastojali su se uglavnom od višestrano usmjerenih vježbi opće kondicijske (fizičke) pripreme [18], a vrlo rijetko od izoliranih programa ravnoteže i propriocepcije [2], jakosti [1] ili skočnosti [1].

## RASPRAVA

Dosadašnja istraživanja pokazuju da ozljede ligamenata skočnog zgloba čine 15-45 % od ukupnog broja sportskih ozljeda, a osobito se javljaju u sportovima gdje su učestali skokovi i brze promjene smjera kretanja, kao što je slučaj u sportskim igrama (69). Ozljede koljena, osobito ozljede prednje ukrižene sveze postaju sve veća briga u sportu, osobito u sportskim igrama i kod sportašica. Naime, ozljede prednje ukrižene sveze su čak 4-6 puta češće kod žena nego kod muškaraca (70).

U sportskim igrama najveći dio preventivnih programa usmjeren je na donje ekstremitete. U sportovima poput, primjerice, plivanja, vaterpola, tenisa i gimnastike trenažni programi mogu biti usmjereni i na prevenciju ozljeda ramena (71), "teniskog" lakta (72) i šake (73).

U analiziranim istraživanjima predstavljeni su programi vježbanja koji se provode s ciljem prevencije ozljeda. U trenažnim programima primjenjuje se sve širi spektar aktivnosti usmjerenih na razvoj jakosti, fleksibilnosti, ravnoteže, brzine i agilnosti (opće fizičke pripreme), tehnike izvođenja vježbi kao i konstantna edukacija sportaša o mehanizmima ozljeđivanja.

### *Učinci programa opće kondicijske pripreme usmjereni na razvoj jakosti*

Istraživanja nisu još u potpunosti potvrdila na dovoljno velikom uzorku ispitanika da trenažni protokoli s opterećenjem smanjuju učestalost ozljeda u nekom sportu. Trening s opterećenjem može utjecati na zaštitu sportaša od ozljeda zbog pozitivnih promjena koje se javljaju u kostima, ligamentima i tetivama te mišićima nakon primjene takvog treninga

(74, 75). Trening s opterećenjem povećava gustoću, a onda i čvrstoću kostiju, a i što je veća razina jakosti donjeg dijela tijela, smanjuje se učestalost stres fraktura (75). Isto tako, pod utjecajem treninga s opterećenjem dolazi do povećanja veličine i jakosti ligamenata i tetiva, čini se zbog povećanja udjela kolagena u njima, što se zbiva proporcionalno povećanju mišićne mase (75). Trening s opterećenjem ima važnu ulogu i u smanjenju rizika koštano-mišićnih ozljeda koje su vezane za mišićnu neravnotežu; tj. za omjer jakosti agonista u odnosu na antagoniste ili omjer jakosti iste mišićne skupine desnog i lijevog ekstremiteta. Korekcije postojeće neravnoteže primjenom treninga s opterećenjem važne su za smanjenje individualnog rizika od ozljeđivanja. Osim toga, treningom jakosti može se utjecati na poboljšanje posturalne stabilnosti, smanjenje valgusa koljena te neuromuskularne kontrole tijekom doskoka (48, 51, 59). U svjesnim i ponavljanim pokretima jaki mišići mogu imati ulogu stabilizatora zglobova i "skinuti" opterećenje s ligamenata, što može smanjiti mogućnost ozljeđivanja. Upravno se manjak jakosti navodi kao čimbenik rizika za ozljede mišića stražnje strane natkoljenice (20). Od šest istraživanja u kojima je razmatran utjecaj treninga jakosti na smanjenje učestalosti ozljeda sportaša, samo u jednom istraživanju nisu dobivene razlike u broju ozljeda kod onih koji su provodili trenažni program u odnosu na one koji nisu (33). Trening jakosti, a osobito ekscentrični trening jakosti pokazao se učinkovit u prevenciji ozljeda (smanjenje učestalosti ozljeda od 50-59%), prije svega mišićnih ozljeda stražnje strane natkoljenice i primicača natkoljenice (19, 20, 32, 38, 44).

### *Učinci programa opće kondicijske pripreme usmjereni na razvoj ravnoteže i propriocepcije*

Uspostava i održavanje funkcionalne stabilnosti zglobova tijekom dinamičkih aktivnosti u sportu nužan je preduvjet smanjenja ozljeda, koji su istraživači pokušali osigurati kroz trening ravnoteže i propriocepcije. U analiziranim istraživanjima utvrđeni su učinci treninga na ravnotežnim daskama na učestalost ozljeda donjih ekstremiteta. Vježbe su se uglavnom provodile u okviru zagrijavanja, na početku treninga, kratkog trajanja, ali velikom frekvencijom, i to svakodnevno. U 11 istraživanja koja su promatrala učinke treninga ravnoteže i propriocepcije u dva istraživanju učestalost ozljeda donjih ekstremiteta se nije razlikovalo između trenažne i kontrolne grupe (23, 17). U ostalim istraživanjima učestalost ozljeđivanja kod grupe koja je provodila trening



**Tablica 3** Učinci preventivjski usmjerenih programa opće kondicijske pripreme na na modifikaciju faktora rizika od sportskih ozljeda donjih ekstremiteta

Referenca	Ciljani čimbenik rizika	Ispitanici/naert istraživanja	Protokol treninga	Rezultati
Chimera i sur. (47)	Disbalans u koaktivaciji mišića (agonist/antagonist) u specifičnim sportskim vježbama	18 nogometašica i hokejašica na travi Kontrolna grupa Pre i post test	Pliometrijske vježbe 2x tjedno 20-30 min/danu 6 tjedana	↑ predaktivacija mišića aduktora kuka; ↑ omjera aduktora/abduktora pri koaktivaciji
Paterno i sur. (49)	Posturalna stabilnost koja omogućuje snažnu, učinkovitu i sigurnu izvedbu općih sportskih kretnji. Labavost u sagitalnoj i frontalnoj ravnini Posturalna kontrola	41 nogometašica, košarkašica Bez kontrolne grupe Pre i post test	Ravnoteža, jakost mišića kuk/zdjelica/trup, pliometrija, trening s opterećenjem Presezona 3x tjedno 90 min/treningu 6 tjedana	↑ ukupna stabilnost u obje ravnine i u sagitalnoj ravnini ↔ stabilnosti koljena u frontalnoj ravnini ↑ sveukupne posturalne stabilnosti ↔ sveukupna i posturalna stabilnost u medijalnolateralnoj ravnini
Holm i sur. (49)	Dinamička ravnoteža	35 rukometašica (23 ±2,5 god)	Neuromuskularni trening 57 tjedana pripremnog perioda + 1 sezona 3 x tjedno 15 minuta po treningu	↑ Dinamička ravnoteža
Lephart i sur. (50)	Neuromuskularno i biomehanički uzrokovana loša dinamična stabilnost koljena. Jakost mišića i vrijeme aktivacije Mehanika prizemljenja/doskoka	27 (14 pliometrijska; 13 osnovna jakost) Nogometašice i košarkašice Bez kontrolne grupe Pre i post test Randomizirano ( <i>random cohort</i> )	Pliometrijski trening vs. Training osnovne jakosti 8 tjedana 3 x tjedno 30 min/danu Faza I – obje grupe isti trening (6 vježbi fleksibilnosti, jakosti i ravnoteže za donje ekstremitete) Faza II – Integrirani trening pliometrijskih vježbi i vježbi agilnosti (Pliometrijska grupa); Samo povećanje trajanja treninga u odnosu na faz I (Grupa jakosti)	↑ izokinetička jakost i inicijalna i vršna fleksija koljena i kuka, Vrijeme do vršne fleksije koljena tijekom zadatka (obje grupe) ↑ vršna EMG predaktivacija gluteusa mediusa i integrirani EMG gluteusa mediusa tijekom predaktivacijskog perioda i perioda reakcije (obje grupe) ↑ jakost ekstenzora koljena (obje grupe) ↑ doskok s većom fleksijom u kuku/koljenu
Myer i sur. (51)	Disbalans u koaktivaciji mišića; Povećano vrijeme predaktivacije; Smanjena jakost; Mehanika opterećenja u koljenu u frontalnoj ravnini pri doskoku; Mehanika u sagitalnoj ravnini tijekom vertikalnog skoka i poboljšanje izvedbe	53 (12 kontrolnih sportašica; 41 eksperimentalna) Nogometašice, košarkašice i odbojkašice; Kontrolna skupina Pre post test ( <i>prospective control trial</i> )	Trening pliometrije, jakosti jezgre tijela (core), ravnoteže, brzine i trening s opterećenjem. 6 tjedana 3x tjedno 90min/treningu Instruktor je biomehanički analizirao izvedbu svakog pojedinca te ima davao povratne informacije tijekom i nakon treninga	↑ jakost u čučnju, potisku s ravne klupe, duljinu jednoonožnog skoka, vertikalnog skoka, brzinu, kut fleksije u koljenu pri doskoku ↓ Valgus koljena i varus moment sile
Pollard i sur. (52)	Povećana unutarnja rotacija kuka, adukcija kuka i kolaps valgusa koljena pri doskoku	18 nogometašica starih 15-17 godina Nema kontrolne skupine Pre post testiranje	Prevenicijski program tijekom natjecateljske sezone kao sastavni dio pripreme prije nogometnog treninga (5 vježbi istezanja, 3 jakosti, 5 pliometrijskih i 3 vježbe agilnosti) 20 minuta	↓ unutarnje rotacije kuka pri doskoku ↑ abdukcije kuka pri doskoku ↔ valgus koljena i kutovi u koljenu

Tablica 3 - nastavak

Referenca	Ciljani čimbenik rizika	Ispitani/naert istraživanja	Protokol treninga	Rezultati
Louw i sur. (53)	Tehnika doskoka nakon skok šuta (kut fleksije u koljenu, sile reakcije podloge i negativan rad)	10 košarkaša  Kontrolna grupa Pre i post test	Neuromuskularni program 6 tjedana	↑ Tehnika doskoka nakon skok šuta
Grandstrand i sur. (54)	Mehanika doskoka Razmak koljena	21 nogometašica  Pre i post test Kontrolna grupa	Preventivni i razvojni program treninga  8 tjedana 2 x tjedno	↔ Razmak između koljena
Holcomb i sur. (55)	Izmijenjeni izokinetički omjer hamstringa i kvadricepsa	12 nogometašica Bez kontrolne skupine Pre i post test	Standardni šestotjedni trening u pripremnom periodu s dodatne dvije vježbe izoliranog jačanja hamstringa  6 tjedana 4x tjedno	↑ funkcionalnog (hamstring ekscentrično : kvadriceps koncentrično) omjera
Myer i sur. (56)	Povećani moment abdukcije koljena pri doskoku	27 nogometašica i košarkašica  Kontrolna grupa Pre post test	Neuromuskularni trenazni program  7 tjedana 3 x tjedno	↓ Moment abdukcije koljena pri doskoku u visokorizičnoj grupi ↔ Moment abdukcije koljena pri doskoku u niskorizičnoj grupi
Chappell i Limpisvasti (57)	Dinamički valgus momenti koljena, povećani kutovi pri fleksiji koljena, i povećana fleksija kuka tijekom kontakta s podlogom pri zadacima dubinski skok ( <i>drop jump</i> ) i zaustavljanje-skok ( <i>stop jump</i> )	30 nogometašica i košarkašica  Bez kontrolne grupe Pre i post test	Kombinacija vježbi jakosti, jezgre, dinamičke stabilnosti i ravnoteže, skokova i plometrijskih vježbi  6 tjedana 6 x tjedno 10 vježbi dnevno 15 minuta prije treninga	↓ valgus moment koljena – zaustavljanje-skok (kontakt s podlogom) ↑ kut fleksije koljena – dubinski skok (kontakt s podlogom) ↑ izvedba skokova
Herman i sur. (58)	Anteriorna tibijalna smična sila, vertikalna sila reakcije podloge, moment valgusa koljena, moment ekstenzije koljena, moment adukcije kuka, moment unutarnje rotacije kuka – tijekom faze prizemeštenja u zadatku <i>stop jump</i>	66 (33 eksperimentalna grupa; 33 kontrolna) Niža razina, srednjoškolska košarka, nogomet  Kontrolna grupa Pre i post test ( <i>prospective controlled cohort trial</i> )	Trening s elastičnim trakama i velikim loptama za mišice kvadricepsa, hamstringa, gluteusa mediusa i gluteusa maximusa  9 tjedana 3 x tjedno	↑ jakost ↔ biomehanika doskoka

Tablica 3 - nastavak

Referenca	Ciljani čimbenik rizika	Ispitanici/nacrt istraživanja	Protokol treninga	Rezultati
Zebis i sur. (59)	Neuromuskularni obrasci koji povećavaju kutove opruženog koljena te kutove valgusa koljena pri doskoku	20 (12 vrhunskih nogometašica i osam rukometašica) Pre i post test (sezona bez preventivnog treninga) i pre i post test sezone s preventivnim treningom ( <i>prospective controlled trial</i> )	Jedna sezona preventivnog neuromuskularnog treninga s ciljem poboljšanja: svjesnosti i neuromuskularne kontrole mišića kuka, koljena i gležnja tijekom izvedbe stajanja, trčanja, <i>cuttinga</i> , skokova i doskoka s istovremenim vođenjem lopte; Balans daska i strunjača	↑ elektromiografska aktivnost mišića semitendinosusa prije i tijekom doskoka ↔ elektromiografska aktivnost mišića kvadricepsa prije i tijekom doskoka
Dempsey i sur. (60)	Valgus opterećenje koljena pri bočnom prodoru	Sportaši iz timskih sportova ( <i>controlled trial</i> )	2 x tjedno po 20 minuta Modificirana tehnika bočnog koraka prodora ( <i>cutting movement</i> )	↓ valgus moment koljena ↑ tehnika bočnog koraka prodora ( <i>cutting movement</i> )
Valovich McLeod i sur. (61)	Ravnoteža	62 košarkašice (37+25) Kontrolna grupa Pre i post test <i>Non-randomized controlled trial</i>	6 tjedana Neuromuskularni trening (plimetrijske vježbe, funkcionalna jakost, ravnoteža i stabilizacija na velikoj lopti)	↑ Ravnoteža
Oliver i Di Brezzo (62)	Jakost u jednoonožnom čučnju Trbušnjaci u 1 minuti	26 odbojkašica i nogometašica (NCAA) Kontrolna grupa Pre i post test	Funkcionalni trening ravnoteže na balans dasci s 1 sezona 4x tjedno 10 min po treningu	↑ Jakost u jednoonožnom čučnju, trbušnjaci u 1 minuti
Brito i sur. (63)	Izokinetička jakost ekstenzora i fleksora koljena; Dinamička kontrola	20 nogometaša (22.3 ± 4.2 god) Pre i post test Bez kontrolne grupe	Fifa 11+ preventivni program 10 tjedana 3 x tjedno	↑ Izokinetička jakost ekstenzora i fleksora koljena; ↑ Omjer hamstring/kvadriceps ↑ Dinamička kontrola
Kynsburg i sur. (64)	Osjet pozicioniranja u gležnju (mjera propriocepcije)	10 rukometašica (eksperimentalna grupa) 10 sportašica iz ostalih sportova (kontrolna grupa)	Proprioceptivni trening (koji je već pokazao pozitivne efekte na smanjenje broja ozljeda)	↑ Propriocepcija u sva četiri smjera ( <i>ankle position sense</i> ) (p<0.0001)
Ortiz i sur. (65)	Jakost i fleksibilnost; kutovi i momenti u koljenu tijekom jednoonožnog dubinskog skoka i jednoonožnog čučnja	30 nogometašica (2 tima – jedan eksperimentalni, drugi kontrolni) Pre i post test Kontrolna grupa	Preventivni trenazni program unutar regularnog treninga 6 tjedana	↑ Jakost kvadricepsa (p=0,004), fleksibilnost ↔ Ostale mjere jakosti i fleksibilnosti ↔ kutovi i momenti u koljenu tijekom jednoonožnog dubinskog skoka i jednoonožnog čučnja (s tendencijom rasta u eksperimentalnoj grupi)
Nagano i sur. (66)	Kinematika koljena pri jednoonožnom doskoku u horizontalnoj ravni, tibijalna rotacija, elektromiografija kvadricepsa i hamstringa	8 košarkašica Bez kontrolne grupe Pre i post test	Trening skokova i ravnoteže 5 tjedana	↑ fleksije koljena, aktivnosti hamstringa pri doskoku ↑ aktivnosti hamstringa prije kontakta s podlogom ↔ tibijalna rotacija varus/valgus kut

Tablica 3 - nastavak

Referenca	Ciljani čimbenik rizika	Ispitanici/naerct istraživanja	Protokol treninga	Rezultati
Noyes i sur. (67)	Neuromuskularni pokazatelji i pokazatelji sportske izvedbe (razmak između koljena pri doskoku; aerobna snaga, dubinski skok, trbušnjaci)	34 srednjoškolske odbojkašice (14,5 god. ± 1.0) Pre i post test Bez kontrolne grupe	Preventivno usmjeren trening skokova i jakosti s ostalim vježbama za poboljšanje brzine, agilnosti, opće jakosti i aerobne pripremljenosti 6 tjedana 3 x tjedno 90-120 minuta	↑ Razmak između koljena pri doskoku u dubinskom skoku ↑ maksimalna aerobna snaga, jakost trbušnih mišića (p=0,03), vertikalni skok (p=0,05).
Noyes i sur. (68)	Neuromuskularni pokazatelji i pokazatelji sportske izvedbe (razmak između koljena i gležnjeva pri doskoku; Aerobna snaga)	124 nogometašice Pre i post test Bez kontrolne grupe	Preventivno usmjeren trening skokova i jakosti s ostalim vježbama za poboljšanje brzine, agilnosti, opće jakosti i aerobne pripremljenosti 6 tjedana 3 x tjedno 90-120 minuta	↑ Razmak između koljena i gležnjeva pri doskoku ↑ maksimalna aerobna snaga, 37 m sprint test (p=0,02), vertikalni skok s dva koraka (p=0,04).

*↑ Smična sila (engl. Shear force) – Sila koja u koljenu nastaje uslijed klizanja femura po tibiji, te pritom uzrokuje naprezanje vezivnih tkiva najčešće u sagitalnoj ravnini.*

ravnateže i propriocepcije se smanjila za 29-87 %. Osim što uglavnom postoje pozitivni učinci proprioceptivnog treninga na smanjenje učestalosti ozljeda, učinci takvoga treninga vidljivi su i iz pozitivnih promjena nekih karakteristika čiji manjak predstavlja rizik za ozljedu. Naime, proprioceptivni trening i trening ravnoteže mogu poboljšati posturalnu kontrolu i stabilnost (49, 76), dok je manjak posturalne kontrole i stabilnosti jedan od rizika za ozljede skočnog zgloba (49). Isto tako, stabilnost na jednoj nozi može se poboljšati treningom koji uključuje održavanje ravnoteže na nestabilnim površinama (48). Treningom ravnoteže povećava se i jakost donjih ekstremiteta i smanjuje se neravnoteža desne i lijeve noge u stabilnosti (76). Naime, neravnoteža desne i lijeve noge potvrđena je kao čimbenik rizika za ozljedu prednjega križnog ligamenta (77), što pokazuje da se treningom ravnoteže može djelovati na prevenciju ozljeda.

#### *Učinci programa opće kondicijske pripreme - vježbe istezanja*

Iako se predlaže provedba vježbi istezanja prije natjecateljskih i trenažnih aktivnosti s ciljem prevencije ozljeda, istraživanjima o učincima istezanja na prevenciju ozljeda nisu dobiveni uvjerljivi rezultati. Van Mechelen i suradnici (12) proveli su istraživanje na trkačima i promatrali efekte programa istezanja nakon 16 tjedana. Učestalost ozljeđivanja nije se razlikovala kod onih koji su se istezali u odnosu na one u čijem treningu nije bilo istezanja. Slični rezultati dobiveni su i u istraživanju Arnasona i suradnika (38) gdje nije bilo pozitivnih učinaka istezanja na smanjenje učestalosti ozljeda. Samo je jedno istraživanje pokazalo pozitivne učinke zagrijavanja i istezanja kod nogometaša i smanjenje učestalosti ozljeda za 21 % kod trenažne grupe (18).

No, kao što je u različitim sportovima potreban različit stupanj fleksibilnosti pojedinih regija tijela, tako slaba fleksibilnost može u nekim sportovima biti uzrokom ozljede, dok u nekim drugim uopće neće biti čimbenik rizika. Nedovoljan je broj istraživanja na temelju kojih bi se mogli donijeti čvrsti zaključci. Potrebno je utvrditi učinke različitih vrsta istezanja na prevenciju ozljeda.

#### *Učinci programa opće kondicijske pripreme - kompleksni neuromuskularni trening*

Naravno, postoji mogućnost povezivanja više komponenata neuromuskularnog treninga koji će,

osim mogućeg smanjenja rizika od ozljeđivanja, dovesti i do poboljšanja motoričkih sposobnosti (70). U najvećem broju analiziranih istraživanja promatrani su upravo učinci takvih kompleksnih programa [16] na smanjenje učestalosti ozljeđivanja. U samo dva istraživanja nisu dobiveni značajni učinci (učestalost ozljeđivanja od 1,0 do 2,05) (27, 36), dok je u ostalih 13 istraživanja učestalost ozljeđivanja smanjena za 31 % do 80 % u grupi koja je provodila kompleksni trening u odnosu na kontrolnu grupu.

Višestranu kondicijski usmjeren trening sastojao se od pliometrijskih podražaja, vježbi primarne jakosti, vježbe ravnoteži, vježbe s opterećenjem i vježbe za razvoj brzine i agilnosti (48, 70). Osim poboljšanja u motoričkim sposobnostima (jakost, skočnost, brzina, dinamička ravnoteža, nestanak mišićnoga disbalansa), uz primjenu takvih programa unapređuje se i više biomehaničkih faktora povezanih sa smanjenjem rizika od ozljeđivanja: povećan opseg pokreta fleksije i ekstenzije potkoljenice, smanjenje valgus sila tijekom doskoka nakon vertikalnog skoka, dinamička stabilnost na jednoj nozi, predaktivacija mišića i drugo (48, 51, 57, 59, 66, 70). U većini istraživanja novijeg datuma preporuča se upravo takav način rada na prevenciji ozljeda u sportu.

Određen broj istraživanja [5] ima u okviru ovakvog programa treninga predviđenu i specifičnu edukaciju tehnike izvođenja pojedinih vježbi, prije svega skokova, doskoka i promjene smjera kretanja. Hewett i suradnici (9) smatraju da u trenažnom procesu treba sportašu osigurati stalne povratne informacije o pravilnoj tehnici izvođenja nekog zadatka (skoka, promjene smjera kretanja) primjenom verbalnih i slikovitih poruka. Autori također predlažu da bi trenažni program usmjeren na prevenciju ozljeda morao sadržavati i specifične aktivnosti za pojedinu sportsku granu, što će bolje pripremiti sportaša za višesmjerna kretanja i njihove ekstremitete na natjecateljske uvjete.

## ZAKLJUČAK

U ovom su radu predstavljeni rezultati istraživanja učinaka programa kondicijske pripreme na smanjenje učestalosti ozljeda i rizika od ozljeđivanja kod sportaša. Uspješnost višestranog programa kondicijske pripreme u prevenciji ozljeda jasno je vidljivo iz brojke od čak 87 % manjega broja ozljeda kod onih koji su provodili preventivni trenažni program, u odnosu na one koji nisu. No, prava prevencija ozljeda

znači puno više od provođenja samo programa vježbanja usmjerenog na rizične dijelove lokomotornog sustava čovjeka. Ona podrazumijeva i promjenu ponašanja ostalih sudionika u sportu o kojima ovisi sigurnost i zdravlje sportaša, poput trenera, sportskih klubova, sudaca, liječnika, fizioterapeuta, nutricionista pa i gledatelja. Kroz preventivnu strategiju koja uključuje uži krug suradnika oko sportaša moguće je već u ranim fazama sportske karijere prepoznati ograničenja, odnosno, potencijalne rizike od ozljeđivanja na temelju analize natjecateljske aktivnosti, zahtjeva sporta, mehanizama ozljeđivanja, građe ili sposobnosti sportaša i slično. Jedan od važnih ciljeva prevencije trebao bi biti stvaranje navike preventivnog vježbanja već na samom početku sportske karijere (10).

Na temelju pregleda i analize rezultata istraživanja, s ciljem prevencije ozljeda kod sportaša se može preporučiti višestrano kondicijski usmjeren preventivni trening koji se sastoji se od pliometrijskih podražaja, vježbi primarne jakosti, vježbi ravnoteže, vježbi s opterećenjem, vježbe za razvoj brzine i agilnosti, te učenje tehnika promjene smjera i doskoka. Osim poboljšanja u motoričkim sposobnostima (jakost, skočnost, brzina, dinamička ravnoteža, nestanak mišićnog disbalansa), uz primjenu takvih programa unapređuje se i više biomehaničkih faktora povezanih sa smanjenjem rizika od ozljeđivanja, a smanjuje se i učestalost ozljeđivanja.

## LITERATURA

- Kujala UM, Marti P, Kaprio J, Hernelahti M, Tikkanen H, Sarna S. Occurrence of chronic disease in former top-level athletes. Predominance of benefits, risks or selection effects? *Sports Med* 2003;33:553-61.
- Jones BH, Cowan DN, Knapik JJ. Exercise, training and injuries. *Sports Med* 1994;18:202-14.
- Pećina MM, Bojanić I. *Overuse Injuries of the Musculoskeletal System*. Boca Raton (FL): CRC Press; 2005.
- Parkkari J, Kujala UM, Kannus P. Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. *Sports Med* 2001;31:985-95.
- Mišigoj-Duraković M. *Tjelesno vježbanje i zdravlje*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu; 1999.
- Vitton V, Baumstarck-Barrau K, Brardjanian S, Caballe I, Bouvier M, Grimaud JC. Impact of high-level sport practice on anal incontinence in a healthy young female population. *J Womens Health (Larchmt)* 2011;20:757-63.
- Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJR, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland T. Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res* 2009;23(Suppl 5):S60-79.
- Pärssinen M, Kujala U, Vartiainen E, Sarna S, Seppälä T. Increased premature mortality of competitive powerlifters suspected to have used anabolic agents. *Int J Sports Med* 2000;21:225-7.
- Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 1999;27:699-706.
- Steffen K, Andersen TE, Krosshaug T, van Mechelen W, Myklebust G, Verhagen EA, Bahr R. ECSS Position Statement 2009: prevention of acute sports injuries. *Eur J Sport Sci* 2010;10:223-36.
- Tropp H, Askling C, Gillquist J. Prevention of ankle sprains. *Am J Sports Med* 1985;13:259-62.
- Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC, Voorn WJ, de Jongh HR. Prevention of running injuries by warm-up, cool-down, and stretching exercises. *Am J Sports Med* 1993;21:711-9.
- Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, Aisa G, Rizzo A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:19-21.
- Holme E, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjær M. The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:104-9.
- Wedderkopp N, Kalso M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:41-7.
- Heidt RS Jr, Sweeterman LM, Carlonas RL, Traub JA, Tekulve FX. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am J Sports Med* 2000;28:659-62.
- Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:356-63.
- Junge A, Rösch D, Peterson L, Graf-Baumann T, Dvorak J. Prevention of soccer injuries: A prospective intervention study in youth amateur players. *Am J Sports Med* 2002;30:652-9.
- Tyler TF, Nicholas SJ, Campbell RJ, Donellan S, McHugh MP. The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med* 2002;30:680-3.
- Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:244-50.
- Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sports Med* 2003;13:71-8.
- Wedderkopp N, Kalso M, Holm R, Froberg K. Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball: with and without ankle disc. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:371-5.

23. Verhagen E, van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med* 2004;32:1385-93.
24. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Br Med J* 2005;330:449.
25. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, Kirkendall DT, Garrett W Jr. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 2005;33:1003-10.
26. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG. The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *Br J Sports Med* 2005;39:363-8.
27. Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, Bond L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg* 2006;88:1769-74.
28. McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med* 2006;34:1103-11.
29. Stasinopoulos D. Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *Br J Sports Med* 2004;38:182-5.
30. Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball. *J Sports Sci Med* 2007;6:212-9.
31. Emery CA, Rose MS, McAllister JR, Meeuwisse WH. A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: a cluster randomized controlled trial. *Clin J Sport Med* 2007;17:17-24.
32. Mohammadi F. Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle inversion sprains in male soccer players. *Am J Sports Med* 2007;35:922-6.
33. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *Am J Sports Med* 2008;36:1052-60.
34. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, Watanabe DS, Dick RW, Dvorak J. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med* 2008;36:1476-83.
35. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Hilloskorpi H, Mäkinen T, Järvinen M, Kannus P. Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *Br J Sports Med* 2008;42:502-5.
36. Steffen K, Myklebust G, Olsen OE, Holme I, Bahr R. Preventing injuries in female youth football: a cluster-randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18:605-14.
37. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, Junge A, Dvorak J, Bahr R, Andersen TE. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *Br Med J* 2008;337:a2469.
38. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18:40-8.
39. Hadala M, Barrios C. Different strategies for sports injury prevention in an America's cup yachting crew. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1587-96.
40. Kraemer R, Knobloch K. A soccer-specific balance training program for hamstring muscle and patellar and achilles tendon injuries: an intervention study in premier league female soccer. *Am J Sports Med* 2009;37:1384-93.
41. Eils E, Schröter R, Schröderr M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:2098-105.
42. Hölmich P, Larsen K, Krogsgaard K, Glud C. Exercise program for prevention of groin pain in football players: a cluster-randomized trial. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20:814-21.
43. LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim KY, Peng J, Christoffel KK. Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011;165:1033-40.
44. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in Men's soccer: A cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011;39:2296-303.
45. Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: a cluster randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2012;40:996-1005.
46. Schache A. Eccentric hamstring muscle training can prevent hamstring injuries in soccer players. *J Physiother* 2012;58:58.
47. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. Effects of plyometric training on muscle activation strategies and performance in female athletes. *J Athl Train* 2004;39:24-31.
48. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004;34:305-16.
49. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med* 2004;14:88-94.
50. Lephart SM, Abt JP, Ferris CM, Sell TC, Nagai T, Myers JB, Irrgang JJ. Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a plyometric versus basic resistance program. *Br J Sports Med* 2005;39:932-8.
51. Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res* 2005;19:51-60.
52. Pollard CD, Braun B, Hamill J. Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity. *Clin Biomech* 2006;21:1060-66.
53. Louw Q, Grimmer K, Vaughan CL. Biomechanical outcomes of a knee neuromuscular exercise programme among adolescent basketball players: a pilot study. *Phys Ther Sport* 2006;7:65-73.

54. Grandstrand SL, Pfeiffer RP, Sabick MB, DeBeliso M, Shea KG. The effects of a commercially available warm-up program on landing mechanics in female youth soccer players. *J Strength Cond Res* 2006;20:331-5.
55. Holcomb WR, Rubley MD, Lee HJ, Guadagnoli MA. Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring: quadriceps strength ratios. *J Strength Cond Res* 2007;21:41-7.
56. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes. *BMC Musculoskeletal Disord* 2007;8:39.
57. Chappell JD, Limpisvasti O. Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *Am J Sports Med* 2008;36:1081-6.
58. Herman DC, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WE, Yu B, Padua DA. The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. *Am J Sports Med* 2008;36:733-40.
59. Zebis MK, Bencke J, Andersen LL, Døssing S, Alkjær T, Magnusson SP, Kjær M, Aagaard P. The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidestepping in female elite soccer and handball players. *Clin J Sport Med* 2008;18:329-37.
60. Dempsey AR, Lloyd DG, Elliott BC, Steele JR, Munro BJ. Changing sidestep cutting technique reduces knee valgus loading. *Am J Sports Med* 2009;37:2194-200.
61. Valovich McLeod TC, Armstrong T, Miller M, Sauers JL. Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. *J Sport Rehabil* 2009;18:465-81.
62. Oliver GD, Di Brezzo R. Functional balance training in collegiate women athletes. *J Strength Cond Res* 2009;23:2124-9.
63. Brito J, Figueiredo P, Fernandes L, Seabra A, Soares JM, Krustup P, Rebelo A. Isokinetic strength effects of FIFA's "the 11+" injury prevention training programme. *Isokinet Exerc Sci* 2010;18:211-5.
64. Kynsburg A, Panics G, Halasi T. Long-term neuromuscular training and ankle joint position sense. *Acta Physiol Hung* 2010;97:183-91.
65. Ortiz A, Trudelle-Jackson E, McConnell K, Wylie S. Effectiveness of a 6-week injury prevention program on kinematics and kinetic variables in adolescent female soccer players: A pilot study. *P R Health Sci J* 2010;29:40-8.
66. Nagano Y, Ida H, Aka M, Fukubayashi T. Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study. *Sports Med Arthrosc Rehab Ther Technol* 2011;3:14.
67. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T. A training program to improve neuromuscular indices in female high school volleyball players. *J Strength Cond Res* 2011;25:2151-60.
68. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Garrison TT. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *J Strength Cond Res* 2012;26:709-19.
69. Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1991-8.
70. Hewett TE, Ford KR, Myer GD. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *Am J Sports Med* 2006;34:490-8.
71. Camillieri G, Bonifazi M, Labianca L, Ferretti M, Ferretti A. Epidemiological study and prevention efficacy on shoulder injuries in Italian elite swimmers. U: 1<sup>st</sup> World Congress of Sports Injury Prevention; 23.-25. lipnja 2005. Oslo, Norveška. *Br J Sports Med* 2005;39:378.
72. Fleck SJ, Falkel JE. Value of resistance training for the reduction of sports injuries. *Sports Med* 1986;3:61-8.
73. Kasmi A, Kirikos P, Joos E, Meeusen R. Wrist pain in gymnasts, proprioceptive training as treatment and prevention. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29(Suppl 5):S257.
74. Kraemer WJ, Duncan ND, Volek JS. Resistance training and elite athletes: adaptations and program considerations. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:110-19.
75. ACSM Current Comment. Resistance training and injury prevention [pristup 2. svibnja 2012.]. Dostupno na <http://www.acsm.org/docs/current-comments/rtandip.pdf>
76. Heitkamp HC, Horstmann T, Mayer F, Weller J, Dickhuth HH. Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med* 2001;22:285-90.
77. Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med* 1991;19:76-81.



### *Summary*

#### BASIC PHYSICAL CONDITIONING IN ATHLETE'S HEALTH PROTECTION

There is probably no level of physical activity where benefits are maximal and risks are absent. Although sport has a positive long term effect on health, health risks during sport are not negligible. The risk of acute injury seems to vary enormously across various sports; most of endurance sports are safe compared to extremely high-risk disciplines, such as some forms of motor sports. Injury rates in popular team games, such as soccer, volleyball, basketball, and ice hockey, lie between these extremities. An important goal is to maximise the health benefits of sports, minimise direct and indirect costs associated with injuries, and develop and adopt injury prevention strategies. Before initiating a measure or programme for preventing sports injuries, the extent of the problem must be defined. Then, the mechanisms and factors involved need to be identified. Finally, measures likely to reduce the risk of injury should be introduced and their effect monitored. Effective sports injury prevention requires successful implementation of efficient interventions. Approaches that have been shown to be successful include: 1) using equipment designed to reduce injury risk, 2) adopting the rules of play, and 3) specific exercise programmes developed to reduce injury risk. The third category of prevention approaches covers multilateral physical conditioning programmes. These programmes include exercises that develop strength and power, balance, flexibility, agility and speed, as well as appropriate movement technique. The purpose of this paper was to review the existing literature on injury prevention training programmes. Sixty papers were selected and analysed: 38 on injury risk reduction and 22 on modifying risk factors through physical conditioning. The success of injury prevention training programmes is visible through the 87 %-reduction of injury rates in some of the analysed studies. Based on the reviewed papers on injury prevention programmes in athletes, complex neuromuscular training (plyometric, strength, balance, speed, and agility exercises, as well as cutting and jumping technique learning) can be recommended. This kind of a programme has a positive effect on different athlete's abilities, modifies neuromuscular and biomechanical risk factors, and reduces injury rates in different sports.

**KEY WORDS:** *conditioning training, injury, prevention, programme, sport*

#### CORRESPONDING AUTHOR:

Dragan Milanović  
Faculty of Kinesiology, University of Zagreb  
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia  
E-mail: *dragan.milanovic@kif.hr*