

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
ZDRAVSTVENA FAKULTETA  
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

**Keli Mikulin**

**UČINKOVITOST PREVENTIVNEGA VADBENEGA  
PROGRAMA PEP ZA ZMANJŠEVANJE POŠKODB  
KOLENA PRI ŠPORTNICAH – pregled literature**  
(diplomsko delo)

**EFFICIENCY OF A PEP PREVENTIVE EXERCISE  
PROGRAM FOR REDUCING KNEE INJURIES  
AMONG FEMALE ATHLETE – literature review**  
(diploma work)

**Mentorica: pred. Mojca Divjak**

**Somentorica: asist. dr. Polona Palma**

**Recenzent: doc. dr. Renata Vauhnik**

**Ljubljana, 2018**



## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici in somentorici za strokovno pomoč in podporo pri nastajanju diplomskega dela. Zahvaljujem se vsem profesorjem in kliničnim mentorjem, ki so sooblikovali mojo študijsko pot in mi pokazali, kako pomemben je poklic fizioterapevta. Iskreno se zahvaljujem tudi svojim najbližjim, ki so me skozi celoten študij podpirali, mi pomagali in se z mano veselili uspehov. Rada bi se zahvalila tudi sošolkam Petri, Maji, Nini in Katji, ker smo vsa tri leta vedno držale skupaj in druga drugo bodrile.



## IZVLEČEK

**Uvod:** Akutne poškodbe spodnjega uda, zlasti poškodbe gležnja in kolena, predstavljajo pogost in resen problem pri ekipnih športih. Športnice imajo v primerjavi s športniki 3–5-krat višje tveganje za resno poškodbo kolena pri športih, kot so nogomet, košarka in odbojka. Število nekontaktnih poškodb sprednje križne vezi pri dekletih je v primerjavi z moškimi kar 2–8-krat večje. Za zmanjšanje ekonomskih in psiholoških dejavnikov po poškodbi spodnjega uda obstaja veliko preventivnih vadbenih programov. Eden izmed teh je program za preprečevanje poškodb in izboljšanje izvedbe (angl. *Prevent injury and enhance performance* – PEP). Živčno-mišični preventivni vadbeni program je ključen pri zmanjšanju tveganja za poškodbe gležnja ali kolena. **Namen:** Namen diplomskega dela je na osnovi pregleda objavljene strokovne in znanstvene literature analizirati učinkovitost preventivnega vadbenega programa PEP za zmanjševanje poškodb kolena pri nogometašicah in košarkaricah. **Metode dela:** Uporabljena je bila opisna metoda dela s pregledom ter analizo strokovne in znanstvene literature. Literatura je bila iskana v angleškem jeziku v podatkovnih zbirkah PubMed, Pedro, Cochrane Library in Dikul. Samostojno ali v kombinaciji so bile uporabljene naslednje ključne besede: *PEP program, prevent injury and enhance performance program, knee injury, ACL injury, neuro-muscular prevention program, female, sport injury*. **Rezultati:** V diplomsko delo je bilo vključenih osem raziskav, katerih rezultati so porazdeljeni v posamezne kategorije glede na izvedene meritve. Preučevali smo vpliv programa PEP na zmanjšanje števila poškodb kolena, na različne parametre pri doskoku, na mišično ravnovesje med zadnjimi stegenskimi mišicami in mišico kvadriceps in na višino vertikalnega skoka. **Razprava in zaključek:** Ugotovljeno je bilo, da lahko program PEP zmanjša incidenco poškodb kolena oz. sprednje križne vezi. Poleg tega lahko izboljša kinematiko spodnjega uda pri globinskem skoku ter izboljša mišično ravnovesje zadnjih stegenkih mišic in mišice kvadriceps. Nima pa vpliva na višino vertikalnega skoka ali izboljšanje izvedbe športnih aktivnosti.

**Ključne besede:** program PEP, poškodba kolena, poškodba sprednje križne vezi, živčno-mišični preventivni program, športnice.



## ABSTRACT

**Introduction:** Acute damage to the lower limb, especially ankle and knee injury, is a common and serious problem for team sports. Female athletes have a 3 to 5-fold higher risk of serious knee injury in sports such as football, basketball and volleyball compared to male athletes. The number of non-contact anterior cruciate ligament injury in women is 2 to 8 times higher than in males. To reduce economic and psychological factors after damage to the lower limb, there are many preventive exercise programs. One of these is the prevention of injury and enhancement of performance (PEP). Furthermore the neuromuscular preventive exercise program is essential in reducing the risk of ankle or knee injury. **Purpose:** To analyse effects of PEP program on the prevention of knee injuries in female football and basketball players based on the review of scientific literature. **Methods:** The used articles were collected from PubMed, Pedro, Cochrane Library and Dikul. Articles were published between 2000 and 2018 and written in English. The following key words were used alone or in combination: PEP program, prevent injury and enhancement performance program, knee injury, ACL injury, neuro-muscular prevention program, female, sport injury. **Results:** Eight studies were included in the thesis of which the results are distributed by individual categories according to the performed measurements. We studied the impact of the PEP program on reducing the number of knee injuries, the different parameters of landing from a jump, the muscle balance between the posterior thigh muscle and the quadriceps and also the height of the vertical jump. **Discussion and Conclusion:** It has been found that the PEP program can reduce the incidence of knee injury especially the anterior cruciate ligament. In addition, it can improve the lower limb kinematics in depth jumps and improve the muscle balance of the posterior thigh muscles and quadriceps. However it does not affect the height of the vertical jump or the improvement in the performance of the activities of athletes.

**Keywords:** PEP program, knee injury, ACL injury, neuro-muscular prevention program, female athletes.





# KAZALO VSEBINE

1 UVOD .....	1
1.1 Funkcionalna anatomija kolena.....	1
1.2 Dejavniki tveganja za poškodbo SKV .....	3
1.3 Preventivni vadbeni programi za zmanjševanje poškodb kolena.....	4
1.4 Program PEP .....	6
2 NAMEN.....	8
3 METODE.....	9
4 REZULTATI .....	10
4.1 Značilnosti vključenih preiskovank .....	10
4.2 Značilnosti vadbenih programov.....	11
4.3 Rezultati vključenih raziskav .....	12
4.3.1 Vpliv programa PEP na število vseh poškodb kolena oz. SKV .....	12
4.3.2 Vpliv programa PEP na različne parametre pri doskoku .....	13
4.3.3 Vpliv programa PEP na mišično ravnovesje med fleksorji in ekstenzorji kolena .....	15
4.3.4 Vpliv programa PEP na višino vertikalnega skoka.....	16
5 RAZPRAVA .....	17
6 ZAKLJUČEK .....	22
7 LITERATURA .....	23
8 PRILOGE	
8.1. Program PEP	
8.2 Modificiran program PEP (SIPTP)	
8.3 Kombinacija programov PEP in The 11	



## KAZALO TABEL

Tabela 1: Značilnosti vključenih preiskovank.....	10
Tabela 2: Značilnosti vadbenih programov .....	12
Tabela 3: Vpliv PEP programa na število vseh poškodb kolena oz. SKV .....	13
Tabela 4: Vpliv PEP programa na različne parametre pri doskoku .....	14
Tabela 5: Vpliv PEP na mišično ravnovesje med ZSM in mišico kvadriceps .....	15
Tabela 6: Vpliv PEP programa na višino vertikalnega skoka .....	16



## SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

<b>PEP</b>	Program za preprečevanje poškodb in izboljšanje izvedbe (angl. <i>Prevent injury and enhance performance</i> )
<b>SKV</b>	Sprednja križna vez
<b>ZSM</b>	Zadnje stegenske mišice



# 1 UVOD

Telesna aktivnost je zelo koristna za zdravje (Pate et al., 1995), kljub temu pa profesionalno ali rekreativno sodelovanje v športu povečuje tveganje za skeletno-mišične poškodbe (Parkkari et al., 2004). Akutne poškodbe spodnjega uda, zlasti poškodbe gležnja in kolena, predstavljajo pogost in resen problem pri ekipnih športih. Športnice imajo v primerjavi s športniki 3–5-krat višje tveganje za resno poškodbo kolena pri športih, kot so nogomet, košarka in odbojka (Grimm et al., 2015). Med najpogostejše poškodbe kolena in gležnja spadajo zvini, izpahi in pretrganje ligamentov. Poškodba sprednje križne vezi (SKV) in zvin gležnja sta pogosto povezana z večjo obolevnostjo (npr. zgodnjim razvojem osteoartritisa) in dolgotrajno invalidnostjo (Hübscher et al., 2010).

Odkar je leta 1972 ženskim športnicam dovoljeno vključevanje v akademske in športne dogodke brez spolne diskriminacije, se je število športnic drastično povečalo, in sicer s 300.000 deklet (leta 1972) na 2,36 milijona. S tem se je povečala tudi izpostavljenost in incidenca poškodb kolena, predvsem nekontaktnih poškodb SKV. Število nekontaktnih poškodb SKV pri dekletih je v primerjavi z moškimi kar 2–8-krat večje, kar nakazuje na spolno specifične razlike pri izvajanju enakih športnih aktivnosti (Arendt, Dick, 1995).

Za zmanjšanje ekonomskih in psiholoških dejavnikov po poškodbi spodnjega uda obstaja potreba po razvoju praktičnih, časovno in ekonomično dostopnih preventivnih vadbenih programov, ki bi jih lahko trenerji z lahkoto vključili v ogrevalni del treninga. Živčno-mišični preventivni programi naj bi izboljšali občutek za položaj sklepa, povečali stabilnost sklepa in razvili varovalne mehanizme, s katerimi bi zmanjšali možnost poškodbe spodnjega uda (Hermans et al., 2012). Več študij je dokazalo, da je živčno-mišični preventivni program ključen pri zmanjšanju tveganja za poškodbe gležnja ali kolena, težave pa se pojavijo pri interpretaciji posameznih ugotovitev zaradi metodološke heterogenosti študij (Pasanen et al., 2008).

## 1.1 Funkcionalna anatomija kolena

Kolenski sklep je največji in najbolj zapleteno zgrajen sklep v človeškem telesu (Travnik, Košak, 2004). Zaradi anatomske zgradbe ter velike izpostavljenosti zunanjim silam in velikim funkcionalnim zahtevam je tudi najbolj pogosto poškodovan sklep (Travnik, Košak,

2004). Za stabilnost kolenskega sklepa poskrbita pasivni ligamentarni aparat in dinamični mišično-tetivni aparat. Gradbene strukture kolena razdelimo na tri dele: kostne strukture, ekstraartikularne strukture in intraartikularne strukture. Kostni del je sestavljen iz pogačice, stegnjeničnih kondilov in goleničnega platoja. K ekstraartikularnim strukturam prištevamo sklepno ovojnico, kolateralna ligamenta in mišično-tetivni aparat. Med intraartikularne strukture sodijo medialni in lateralni meniskus ter sprednja in zadnja križna vez (Travnik, Košak, 2004).

Pri poškodbi kolena se najpogosteje poškodujejo ligamentarni aparat ali meniskusi, pri čemer so ligamenti po navadi poškodovani zaradi zunanjih sil, medtem ko so meniskusi poškodovani zaradi notranjih sil, ki se razvijajo intraartikularno. SKV je lahko poškodovana tudi brez vpliva zunanjih sil na koleno – takšni poškodbi pravimo nekontaktna poškodba SKV (Silvers, Mandelbaum, 2007).

Več kot dve tretjini vseh poškodb SKV je nekontaktnih (Silvers, Mandelbaum, 2007), najpogosteje pa se pojavijo pri športih, kot so nogomet, odbojka, košarka in rokomet (Voskanian, 2013). Ti športi zahtevajo veliko hitrih sprememb gibanja, nenadnega zaustavljanja, pospeševanja in vrtenja ter vključujejo veliko poskokov, najbolj zahtevni pa so predvsem doskoki na eno nogo (Pasanen et al., 2008). Tipično se nekontaktna poškodba SKV zgodi, ko je stopalo v stiku s podlago (zaprta kinetična veriga) v fazi nenadnega zaustavljanja s kombinacijo hitre spremembe smeri gibanja (Silvers, Mandelbaum, 2007). Noyes in sodelavci (2005) poročajo, da se 58–61 % nekontaktnih poškodb SKV zgodi pri pristajanju iz skoka. Pri mladih športnicah se letno pojavi okrog 38.000 poškodb SKV (Toth, Cordasco, 2001). Popolno pretrganje SKV je primarni vzrok za nestabilno koleno, sekundarno pa povzroči tudi poškodbo meniskusov in hrustanca ter zgodnji začetek osteoartritisa (Mandelbaum et al., 2005).

Mehanizem poškodbe SKV je povezan z zmanjšano lateralno kontrolo kolka, zmanjšano aktivnostjo zadnjih stegenjskih mišic (angl. *hamstring* – ZSM), počasnim krčenjem mišičnih vlaken, zmanjšanim kotom fleksije kolena pri pristajanju iz skoka ter zmanjšano stabilnostjo trupa. Pojavi se tudi dinamični valgus kolena, ki je povezan z zmanjšanim kotom fleksije kolena in kolka ter proniranim stopalom pri doskoku (Brophy et al., 2016). Doskok z nepravilno poravnavo telesa, proniranim stopalom in prisotnim dinamičnim valgusom vodi v povečano tveganje za poškodbe kolena (Hewett et al., 2005). Ustrezna aktivacija mišic lahko trikrat zmanjša učinek dinamičnega valgusa na koleno (Hewett et al., 2005 cit. po



Markolf et al., 1978). Koaktivacija ZSM in mišice kvadriceps naj bi zaščitila kolenski sklep pred prevelikim sprednjim predalčnim fenomenom in dinamičnim valgusom kolena (Besier et al., 2003). ZSM delujejo kot sinergist SKV in lahko potisnejo golenico nazaj glede na femur ter s tem zmanjšajo obremenitev SKV. Poleg tega lahko tudi povečajo fleksijo kolena pri doskoku, kar mišicam omogoča boljšo postavitev pri absorpciji sil (Hewett et al., 2010). Zmanjšana moč in aktivacija ZSM omejitata sposobnosti mišične koaktivacije v zaščiti ligamentarnega aparata (Hewett, 2005).

## **1.2 Dejavniki tveganja za poškodbo SKV**

Obstajajo zunanji in notranji dejavniki tveganja za poškodbo SKV, ki nakazujejo na spolno specifične razlike pri športnikih. Zunanji dejavniki vključujejo tiste vidike, ki vplivajo na športnika od zunaj: vrsta športa, igralna površina, vremenske razmere, vrsta obutve in koeficient trenja čevlja. K notranjim dejavnikom štejemo anatomske, hormonske, biomehanske in živčno-mišične spremenljivke (Hewett et al., 2006). Pri športnicah k notranjim dejavnikom tveganja za poškodbo SKV prištevamo širšo medenico in s tem večji valgus kolena, večjo laksnost kolenskih vezi, majhno in ozko interkondilarno zarezo, menstrualni cikel, uporabo kontracepcijskih tablet, neravnovesje moči mišice kvadriceps in ZSM, šibke stabilizatorje trupa ter mišično utrujenost z zmanjšano živčno-mišično kontrolo (Alentorn-Geli et al., 2009).

Poleg tega so študije nekaterih avtorjev, kot so Ferber in sodelavci (2003), Ford in sodelavci (2003), Lephart in sodelavci (2002), Malinzak in sodelavci (2001), McLean in sodelavci (1999) ter C. Pollard in sodelavci (2004), ki so obravnavale kinematiko spodnjega uda pri aktivnostih pristajanja iz skoka, hitrega spreminjanja gibanja in teka, pokazale na razliko med ženskami in moškimi, saj so ženske imele večjo addukcijo in notranjo rotacijo kolka, prisoten dinamični valgus in manjšo fleksijo kolena (Pollard et al., 2006). Kombinacija dinamičnega valgusa kolena v relativni ekstenziji kolena in večja aktivnost v mišici kvadriceps naj bi povečala obremenitev SKV (Griffin et al., 2000).

Med in po puberteti se sposobnost razvoja mišične jakosti med moškimi in ženskami znatno razlikuje, pri moških se recimo povečata mišična jakost in koordinacija, medtem ko pri ženskah te spremembe niso tako izrazite (Myer et al., 2004). Če skozi puberteto ni ustrezne živčno-mišične prilagoditve na rast mišic, se pojavi živčno-mišično neravnovesje.

Definiramo ga kot povečano obremenitev ligamentarnega aparata, in sicer zaradi spremenjene mišične jakosti ali nepravilnih vzorcev aktivacije mišic (Hewett et al., 2001). V literaturi so opisani štiri tipi živčno-mišičnega neravnovesja, ki so lahko prisotni samostojno ali v kombinaciji. To so (Hewett et al., 2010):

- Dominanca ligamenta – mišice niso sposobne absorbirati velikih sil na koleno, zato se celotna sila prenese na ligamentarni aparat. Za mišično kontrolo spodnjega uda in v izogib dominanci ligamenta je v kinematični verigi najpomembnejša pravilna rekrutacija mišic na zadnji strani spodnjega uda (mišice zadnjice, ZSM in zadnje golenske mišice) in učenje pravilne tehnike pristajanja iz skoka.
- Dominanca mišice kvadriceps – v primerjavi z moškimi so ženske bolj nagnjene k stabilizaciji kolena s prekomerno aktivacijo mišice kvadriceps, ki potisne golenico naprej glede na stegnenico. Ker pa je funkcija SKV ta, da drži golenico nazaj glede na stegnenico, se s prekomerno aktivacijo mišice kvadriceps strižne sile na SKV še povečajo, kar vodi v poškodbo. To neravnovesje odpravimo s povečano aktivacijo mišic na zadnji strani kinematične verige spodnjega uda.
- Dominanca spodnjega uda – ženske imajo v primerjavi z moškimi bolj izraženo asimetrijo v spodnjih udih, kar privede do dominance enega izmed spodnjih udov. Razlike so vidne v mišični moči, gibljivosti in vzorcih vključevanja posameznih mišičnih vlaken. Asimetrijo odpravimo z enonožnimi vajami na ravnotežnih blazinah in enonožnimi poskoki; slednji vplivajo tudi na aktivacijo mišic zadajšnje strani kinematične verige spodnjega uda.
- Dominanca trupa – nezmožnost kontrole trupa v tridimenzionalnem okolju, kar še poveča obremenitev na spodnji ud. Odpravimo jo z vajami za stabilizacijo trupa.

### **1.3 Preventivni vadbeni programi za zmanjševanje poškodb kolena**

Na podlagi razumevanja anatomije, biomehanike kolena in dejavnikov tveganja za poškodbo kolena z ugotovljenimi razlikami med spoloma se je začel razvoj preventivnih vadbenih programov (Renstrom et al., 2008). V literaturi je od leta 1995 opisanih 36 preventivnih programov za zmanjševanje poškodb kolena oz. SKV (AAOS, 2018), od tega pa sta le dva znanstveno dokazano zmanjšala incidenco poškodb SKV in spremenila potencialno nevarne živčno-mišične vzorce gibanja (AAOS, 2018). To sta program Sportsmetric in program za

preprečevanje poškodb in izboljšanje izvedbe (angl. *Prevent injury and enhance performance* – PEP). Program PEP je bistveno izboljšal mišično moč spodnjih udov in razmerje moči med ZSM in mišico kvadriceps, zmanjšal je dinamični valgus kolena, izboljšal poravnavo spodnjih udov pri doskoku in povečal kote fleksije v kolenu (AAOS, 2018). V raziskavi Sugimota in sodelavcev (2012) so športnice, ki so izvajale živčno-mišični preventivni program, imele 73,4 % manjšo možnost nekontaktne poškodbe SKV in 43,8 % manjšo možnost poškodbe SKV na splošno.

Herman in sodelavci (2012) so v sistematičnem pregledu opredelili pet preventivnih programov, ki ne potrebujejo dodatne opreme in lahko učinkovito zmanjšajo tveganje za poškodbe kolena pri športnicah. Ti programi so The 11+, KIPP, HarmoKnee, PEP in AKP PTP.

Da bi zagotovili čim večji učinek preventivnih programov na zmanjšanje stopnje poškodbe spodnjega uda, je priporočljivo, da so živčno-mišični preventivni programi multifaktorsko zgrajeni. Vsebovati morajo elemente raztezanja, vaje za ravnotežje, vaje za mišično zmogljivost, športno specifične vaje spretnosti in učenje pravih tehnik doskoka (Voskanian, 2013). Pomembno je tudi, da programe izvajamo dlje kot tri zaporedne mesece na vsakem treningu (Herman et al., 2012). Dodatno učinkovitost dosežemo s programi, ki se začnejo že šest tednov pred sezono in trajajo 15–20 minut, izvaja pa se jih najmanj trikrat na teden (Voskanian, 2013).

Idealno bi bilo, da se preventivne programe začne izvajati že pred začetkom pubertete, saj bi tako lahko preprečili razvoj nepravilnih živčno-mišičnih in biomehanskih gibalnih vzorcev pri športnikih. Športnikom je treba nuditi povratno informacijo v zvezi s pravilno izvedeno tehniko doskoka in biomehaniko telesa. Omogočiti jim moramo vadbo pred ogledalom, z video nadzorom ali partnerjem, ki bi jih sproti opominjal na pravilno izvedbo. Naučiti jih moramo, da začnejo in končajo gibanje s pravilno postavitvijo kolen in kolkov, ki so dovolj upognjeni, ter da morajo paziti, da pristajajo s koleno nad prsti. Pri doskoku je prav tako zelo pomembno, da se izogibajo valgus položaju kolena in nežno pristajajo s težo telesa na sprednjem delu stopala (Renstrom et al., 2008).

## 1.4 Program PEP

Santa Monica Orthopaedic in Sport Medicine Research Foundation sta leta 1999 razvila preventivni živčno-mišični program PEP z namenom nadomestiti tradicionalno 20-minutno ogrevanje nogometašic pred treningi. Program je razvila ekipa zdravnikov, fizioterapevtov in kondicijskih trenerjev, treba pa ga je izvajati najmanj 2–3-krat na teden (Gilchrist et al., 2008). PEP je prvotno namenjen preprečevanju nekontaktnih poškodb SKV, poleg tega pa – kot že ime programa pove – poskuša izboljšati posameznikovo izvedbo športnih aktivnosti (Vescovi, VanHeest, 2010). Program je izdelan tako, da ga z lahkoto vključimo v redne treninge, in to brez večjega finančnega vložka v dodatno športno opremo ali s podaljšanjem trajanja posameznega treninga, saj traja le okrog 15–20 minut (Gilchrist et al., 2008).

Preventivni vadbeni program PEP vključuje vaje z ekscentrično, izometrično in koncentrično kontrakcijo ZSM in mišice kvadriceps, kar naj bi pripomoglo k zmanjšanju števila poškodb kolena (Rodriguez et al., 2018). Sestavljen je iz treh osnovnih ogrevalnih vaj, petih vaj za raztezanje trupa in spodnjega uda, treh vaj za povečanje mišične zmogljivosti, petih vaj pliometričnega tipa in treh vaj, ki so za nogomet specifične vaje spretnosti (Noyes, Barber-Westin, 2012). Prve tri ogrevalne vaje služijo tudi kot vaje edukacije, predvsem za izogibanje poškodbam z učenjem pravilne tehnike teka (USF Health).

Cilji programa PEP so (USF Health):

- izogibanje kritičnim pozicijam spodnjega uda,
- povečanje gibljivosti spodnjega uda,
- povečanje mišične moči mišic okrog kolena,
- vključevanje pliometričnih vaj v trening,
- izboljšanje propriocepcije skozi izvajanje športno specifičnih spretnosti.

S takšno kombinacijo vaj so želeli vplivati na potencialne pomanjkljivosti v moči in živčno-mišični koordinaciji v stabilizirajočih mišicah okrog kolena, s katerimi bi dosegli optimalno biomehaniko gibanja. Program je bil zasnovan kot alternativa ogrevanju, ki ga je treba izvesti pred treningom, ko utrujenost športnikov še ne vpliva na kvaliteto izvedbe preventivnega programa. Namreč, ko pride do utrujenosti, se tehnika izvajanja gibanja poslabša in posledično se s tem zmanjšajo tudi učinki programa PEP (Gilchrist et al., 2008).

Program je bil predstavljen v pisni obliki in kot serija videoposnetkov, da bi se trenerji lažje izobrazili in vpeljali nov način ogrevanja v redne treninge. Celostno gledano so avtorji programa PEP velik poudarek namenili učenju pravilne tehnike izvedbe gibov, pri čemer so poudarjali predvsem mehko pristajanje z globoko fleksijo kolena in kolka (Pollard et al., 2006). Poleg tega je bilo pomembno tudi ohranjanje pravilne drže med skoki (Rodriguez et al., 2018). Ženske v primerjavi z moškimi pristajajo iz skoka v bolj pokončni drži z manjšo fleksijo kolena in kolka, kar privede do večjega tveganja za poškodbo SKV (Griffin et al., 2000). Vsaka posamezna vaja je v videoposnetkih predstavljena s pravilno in nepravilno tehniko (Gilchrist et al., 2008).

Podrobna predstavitev programa PEP je v prilogi 8.1.

## **2 NAMEN**

Namen diplomskega dela je na osnovi pregleda objavljene strokovne in znanstvene literature analizirati učinkovitost preventivnega vadbenega programa PEP za zmanjševanje poškodb kolena pri nogometašicah in košarkaricah.

### 3 METODE

Uporabljena je bila opisna metoda dela s pregledom ter analizo strokovne in znanstvene literature. Literatura je bila iskana v angleškem jeziku v podatkovnih zbirkah PubMed, Pedro, Cochrane Library in Dikul.

Samostojno ali v kombinaciji so bile uporabljene naslednje ključne besede: *program PEP, prevent injury and enhance performance program, knee injury, ACL injury, neuro-muscular prevention program, female, sport injury*.

V pregled literature so bile vključene raziskave, ki so izpolnjevale naslednja vključitvena merila:

- raziskave, izvedene med leti 2000–2018,
- raziskave, ki vključujejo preventivni vadbeni program PEP ali modificirano obliko programa PEP,
- raziskave, v katerih so učinkovitost svojih vadbenih programov preverjali s številom novonastalih poškodb kolena in biomehanskimi meritvami kolenskega sklepa,
- raziskave, v katere so vključene nogometašice in košarkarice.

Izključitvena merila za pregled literature so bila:

- sistematični pregledi literature in poročila o primeru,
- raziskave, v katerih so bili vključeni drugi preventivni programi.

## 4 REZULTATI

Glede na vključitvene in izključitvene kriterije je bilo najdenih osem ustreznih raziskav, ki so predstavljene v nadaljevanju. Najprej so opisane značilnosti preiskovancev in značilnosti vadbenih programov, kasneje pa še rezultati posameznih meritev. Tri raziskave so imele samo raziskovalno skupino (Pollard et al., 2006; Pollard et al., 2017; Rodriguez et al., 2018), medtem ko je pet raziskav imelo tako raziskovalno kot tudi kontrolno skupino (Mandelbaum et al., 2005; Gilchrist et al., 2008; Soligard et al., 2008; Lim et al., 2009; Vescovi, VanHeest, 2010).

### 4.1 Značilnosti vključenih preiskovank

Vključene raziskave so se razlikovale po številu in starosti preiskovank, po vrsti športa, s katerim so se preiskovanke ukvarjale, in po prisotnosti predhodnih poškodb. Vse preiskovanke so bile ženskega spola. Vse raziskave so vključevale nogometašice, le raziskava Lima in sodelavcev (2009) je vključevala košarkarice. Velikost vzorca je bila od najmanj 18 preiskovank (Pollard et al., 2006) do največ 5.703 preiskovank (Mandelbaum et al., 2005). Starost preiskovank se je gibala od 11 let (Pollard et al., 2017) do 19,9 let (Gilchrist et al., 2008). Samo v raziskavo J. Gilchrist in sodelavcev (2008) so bile vključene tudi preiskovanke s predhodno poškodbo kolena.

Natančnejši podatki preiskovank so predstavljeni v tabeli 1.

*Tabela 1: Značilnosti vključenih preiskovank*

Raziskava	Šport	Starost (leta)	Število preiskovank	Predhodne poškodbe
Mandelbaum et al., 2005	Nogomet	14–18	Obe sezoni: N: 5.703 Sezona 2000: R: 1.041 K: 1.905 Sezona 2001: R: 844 K: 1.913	NP
Pollard et al., 2006	Nogomet	14–17; Povp. 14,9	N: 18	Izključene iz raziskave: poškodba SKV, poškodba kolena, nevrološki izpadi.



Tabela 1: Značilnosti vključenih preiskovank (nadaljevanje)

Raziskava	Šport	Starost (leta)	Število preiskovank	Predhodne poškodbe
Soligard et al., 2008	Nogomet	13–17; Povp. R in K: 15,4 ± 0,7	N: 1.892 R: 1.055 K: 837	NP
Lim et al., 2009	Košarka	15–17; Povp. R: 16,2 ± 1,2 K: 16,1 ± 1,0	N: 22 R: 11 K: 11	NP
Vescovi in VanHeest, 2010	Nogomet	13–18; Povp. R: 15,7 ± 1,2 K: 16,8 ± 0,4	N: 31 R: 15 K: 16	Vključene v raziskavo: brez predhodnih poškodb.
Pollard et al., 2017	Nogomet	11–17; Povp. 13,5	N: 25	Izključene iz raziskave: poškodba SKV, poškodba kolena, nevrološki izpadi.
Rodriguez et al., 2018	Nogomet	Povp. 17,85 ± 0,62	N: 20	Vključene v raziskavo: brez predhodnih poškodb.

Legenda: Povp. – povprečje; N – št. vseh preiskovank; R – raziskovalna skupina; K – kontrolna skupina; NP – ni podano.

## 4.2 Značilnosti vadbenih programov

V vse raziskave je bil poleg običajnega treninga vključen preventivni vadbeni program PEP. Dve od teh raziskav sta vključevali modificirano obliko programa PEP – ena je vključevala SIPTP (angl. *Sports injury prevention training program*) (Lim et al., 2009), druga pa kombinacijo programov PEP in The 11. Program PEP so v vseh raziskavah izvajali eno sezono, vendar so sezone po dolžini trajanja različne. Najkrajši čas izvajanja programa je bil osem tednov (Lim et al., 2009), najdaljši pa osem mesecev (Soligard et al., 2008). Dolžina ene vadbene enote je bila v vseh raziskavah enaka in je trajala 20 minut. Frekvenca vadbe je bila od najmanj dvakrat na teden (Pollard et al., 2017) do največ petkrat na teden (Soligard et al., 2008).

V tabeli 2 so prikazane značilnosti vadbenih programov posamezne raziskave.

Tabela 2: Značilnosti vadbenih programov

Raziskava	Vadbeni program	Trajanje programa	Frekvenca vadbe
Mandelbaum et al., 2005	R: Trening + PEP K: Trening	2 sezoni	2–3-krat na teden
Pollard et al., 2006	Trening + PEP	1 sezona	2–3-krat na teden
Gilchrist et al., 2008	R: Trening + PEP K: Trening	1 sezona	3-krat na teden
Soligard et al., 2008	R: Trening + kombinacija The 11 in PEP-a K: Trening	1 sezona (8 mesecev)	2–5-krat na teden
Lim et al., 2009	R: Trening + modificiran PEP (SIPTP) K: Trening	8 tednov	Vsi treningi
Vescovi in VanHeest, 2010	R: Trening + PEP K: Trening	12 tednov	3-krat na teden
Pollard et al., 2017	Trening + PEP	12 tednov	2-krat na teden
Rodriguez et al., 2018	Trening + PEP	1 sezona (24 tednov)	3-krat na teden

Legenda: R – raziskovalna skupina; K – kontrolna skupina.

### 4.3 Rezultati vključenih raziskav

Glede na meritve, ki so jih izvajali v raziskavah, so v nadaljevanju predstavljeni rezultati po posameznih kategorijah: najprej glede na vpliv programa PEP na število vseh poškodb kolena oz. SKV (Mandelbaum et al., 2005; Gilchrist et al., 2008; Soligard et al., 2008; Rodriguez et al., 2018), nato glede na vpliv programa PEP na globinski skok (Pollard et al., 2006; Lim et al., 2009; Pollard et al., 2017), naslednja kategorija je vpliv programa PEP na razmerje H – Q oz. razmerje med ZSM in mišico kvadriceps (Lim et al., 2009; Rodriguez et al., 2018), kot zadnje pa so predstavljeni rezultati vpliva programa PEP na višino vertikalnega skoka in medkolensko razdaljo pri doskoku (Lim et al., 2009; Vescovi, VanHeest, 2010; Rodriguez et al., 2018).

#### 4.3.1 Vpliv programa PEP na število vseh poškodb kolena oz. SKV

Samo dve raziskavi sta spremljali število vseh poškodb kolena (Gilchrist et al., 2008; Soligard et al., 2008). Avtor Soligard in sodelavci (2008) so dokazali statistično razliko med raziskovalno in kontrolno skupino v številu vseh poškodb kolena, medtem ko v raziskavi

Gilchrist in sodelavcev (2008) niso dokazali statistično pomembnih razlik. Število poškodb SKV so beležile tri raziskave, statistično pomembna je bila samo raziskava Mandelbauma in sodelavcev (2005), v kateri so avtorji dokazali, da lahko s preventivnim programom PEP zmanjšajo incidenco poškodb SKV. Incidenca poškodb je bila izračunana na podlagi števila ur izpostavljenosti poškodbam (treningi ali tekma), in sicer za poškodbe kolena in SKV posebej.

Tabela 3: Vpliv programa PEP na število vseh poškodb kolena oz. SKV

Raziskava	Število vseh poškodb kolena	Število poškodb SKV	Incidenca (poškodb/1.000 AE)	Rezultati %
Mandelbaum et al., 2005	NP	Sezona 2000: R: 2 K: 32 (P = 0,001) Sezona 2001: R: 4 K: 35 (P = 0,0047)	Poškodb SKV: Sezona 2000: R: 0,05 K: 0,47 Sezona 2001: R: 0,13 K: 0,51	SR: 88 % (sezona 2000) in 77 % (sezona 2001) manj poškodb SKV v R
Gilchrist et al., 2008	R: 40 K: 58 (P = 0,863)	R: 7 K: 18 (P = 0,198)	Vseh poškodb kolena: R: 1,136 K: 1,096 Poškodb SKV: R: 0,199 K: 0,340	NSR
Soligard et al., 2008	R: 35 K: 58 (P = 0,005)	NP	Vseh poškodb kolena: R: 0,7 K: 1,3	SR
Rodriguez et al., 2018	NP	Nobena poškodba SKV ni bila registrirana.	Vseh poškodb kolena: Pred PEP-om: 8,73 poškodb/1.000 ur igre 6,45 poškodb/1000 ur treninga Po PEP-u: 14,4 poškodb /1.000 ur igre 5,4 poškodb /1.000 ur treninga	NP

Legenda: NSR – ni statističnih razlik; SR – statistična razlika; AE – izpostavljenost poškodbam na 1.000 ur treninga in igre (angl. *athletic exposure*); NP – ni podano.

#### 4.3.2 Vpliv programa PEP na različne parametre pri doskoku

V dveh raziskavah so primerjali vpliv programa PEP na globinski skok. V obeh so merili fazo zaviranja pri doskoku, od tega so Pollard in sodelavci (2006) v svoji raziskavi merili le začetni del, ki je bil definiran kot 20-% delež celotnega globinskega skoka. Opravljene meritve se nanašajo na dominantni spodnji ud. Preiskovanke so doskočile z vsakim spodnjim udom na eno izmed pritiskovnih plošč, s katerimi so merili notranji navor mišic. Meritve

absorpcije energije na nivoju kolena in kolka so izvedli z integracijo ustrezne krivulje moči med zaviralno fazo doskoka. Pollard in sodelavci (2006) so ugotovili statistično pomembne razlike pri addukciji kolka, pri čemer negativna vrednost kaže na abdukcijo kolka. Poleg tega so statistično pomembne razlike opazili tudi pri notranji rotaciji kolka. Pollard in sodelavci (2017) so ugotovili statistično pomembne razlike pri meritvah povprečnega navora ekstenzorjev kolena, absorpciji energije pri ekstenziji kolka, razmerju navora ekstenzorjev kolena in kolka ter razmerju absorpcije energije pri ekstenziji kolka in kolena.

Meritve fleksije kolena pri doskoku so merili v dveh raziskavah: Pollard in sodelavci (2006) so merili doskok pri globinskem skoku, medtem ko so Lim in sodelavci (2009) merili doskok pri vertikalnem skoku. Pollard in sodelavci (2006) niso ugotovili statistično pomembnih razlik, medtem ko so Lim in sodelavci (2009) ugotovili statistično pomembne razlike med raziskovalno skupino pred in po programu PEP ter med raziskovalno in kontrolno skupino po programu PEP.

V dveh raziskavah (Lim et al., 2009; Rodriguez et al., 2018) so merili medkolensko razdaljo pri doskoku iz vertikalnega skoka pred in po opravljenem preventivnem vadbenem programu PEP. Lim in sodelavci (2009) so ugotovili statistično pomembno razliko, Rodriguez in sodelavci (2018) pa niso ugotovili statistično pomembne razlike.

*Tabela 4: Vpliv programa PEP na različne parametre pri doskoku*

Raziskava	Parametri	Meritve		Razlika (statistične značilnosti)
		Pred PEP-om	Po PEP-u	
Pollard et al., 2006	Addukcija kolka (°)	-4,9*	-7,7*	-2,8 (P = 0,02) SR
	Notranja rotacija kolka (°)	7,1	1,9	-5,2 (P = 0,01) SR
	Valgus kolena (°)	1,6	-0,1†	-1,7 (P = 0,15) NSR
	Fleksija kolena (°)	59,2	56,1	-3,1 (P = 0,34) NSR
Lim et al., 2009	Fleksija kolena (°)	R = 92,7 K = 91,7	R = 94,3 K = 87,3	R pred in po: 1,6 (P = 0,024) SR R in K po: 7 (P = 0,023) SR
	Medkolenska razdalja (cm)	R: 17,56 ± 2,92 K: 18,31 ± 3,66	R: 20,81 ± 1,37 K: 17,73 ± 2,26	R pred in po: 3,25 (P = 0,004) SR R in K po: 3,08 (P = 0,005) SR

*Tabela 4: Vpliv programa PEP na različne parametre pri doskoku (nadaljevanje)*

Raziskava	Parametri	Meritve		Razlika (statistične značilnosti)
		Pred PEP-om	Po PEP-u	
Pollard et al., 2017	Povprečni navor ekstenzorjev kolena (Nm/kg)	1,3	1,18	-0,12 (P = 0,03) SR
	Povprečni navor ekstenzorjev kolka (Nm/kg)	0,68	0,77	0,09 (P = 0,07) NSR
	Absorpcija energije pri ekstenziji kolena (W/kg)	373,77	346,43	-27,34 (P = 0,11) NSR
	Absorpcija energije pri ekstenziji kolka (W/kg)	129,79	150,75	20,96 (P = 0,04) SR
	Razmerje navora ekstenzorjev kolena in kolka	2,34	1,76	-0,58 (P = 0,05) SR
	Razmerje absorpcije energije pri ekstenziji kolena in kolka	3,18	2,58	-0,6 (P = 0,03) SR
Rodriguez et al., 2018	Medkolenska razdalja (%)	40,76 ± 8,3	45,55 ± 12,22	5 %

Legenda: \* – negativna vrednost kaže na abdukcijo kolka; † – negativna vrednost kaže na varus kolena; SR – statistična razlika; NSR – ni statistične razlike; R – raziskovalna skupina; K – kontrolna skupina.

### 4.3.3 Vpliv programa PEP na mišično ravnovesje med fleksorji in ekstenzorji kolena

Obe vključeni raziskavi sta merili razmerje med ZSM in mišico kvadriceps: Lim in sodelavci (2009) so merili razmerje med ZSM in mišico kvadriceps (H – Q), medtem ko so Rodriguez in sodelavci (2018) mišično ravnovesje definirali kot razmerje med mišico kvadriceps in ZSM (Q – H), torej ravno obratno. Statistično pomembno razliko so Lim in sodelavci (2009) opazili pri meritvah pred in po programu PEP pri raziskovalni skupini ter med raziskovalno in kontrolno skupino po opravljenem programu PEP. Rodriguez in sodelavci (2018) so tako na levi kot na desni nogi uspeli zmanjšati razmerje Q – H.

Tabela 5: Vpliv programa PEP na mišično ravnovesje med ZSM in mišico kvadriceps

Raziskava	Parametri	Meritve		Razlika
		Pred PEP-om	Po PEP-u	
Lim et al., 2009	Razmerje H – Q (%)	R: 0,76 K: 0,75	R: 0,68 K: 0,74	R pred in po: 0,08 (P = 0,023) SR R in K po: 0,06 (P = 0,021) SR
Rodriguez et al., 2018	Razmerje Q – H, desno	3,38	2,3	1,08 (P = NP)
	Razmerje Q – H, levo	1,99	1,09	0,9 (P = NP)

Legenda: Razmerje H – Q – razmerje med ZSM in mišico kvadriceps; Razmerje Q – H – razmerje med mišico kvadriceps in ZSM; R – raziskovalna skupina; K – kontrolna skupina; NP – ni podano; SR – statistična razlika.

#### 4.3.4 Vpliv programa PEP na višino vertikalnega skoka

Tri raziskave so merile višino vertikalnega skoka pred in po preventivnem vadbenem programu PEP (Lim et al., 2009; Vescovi, VanHeest, 2010; Rodriguez et al., 2018). V nobeni od raziskav niso ugotovili pomembnih statističnih razlik.

*Tabela 6: Vpliv programa PEP na višino vertikalnega skoka*

Raziskave	Višina vertikalnega skoka (cm)		
	Pred PEP-om	Po PEP-u	Razlika
Lim et al., 2009	R: 22,9 ± 3,4 K: 22,4 ± 4,4	R: 23,9 ± 1,8 K: 22,4 ± 4,8	R pred in po: 1,0 (P = 0,674) NSR R in K po: 1,5 (P = 0,512) NSR
Vescovi in VanHeest, 2010	R nižja od K	R min. boljša od K	R pred in po: (P = 0,30) NSR R in K po: (P = NP) NSR
Rodriguez et al., 2018	24,97 ± 3,2	26,1 ± 3,7	1,12 (P = NP) NSR

Legenda: R – raziskovalna skupina; K – kontrolna skupina; SR – statistična razlika; NSR – ni statistične razlike; NP – ni podano.

## 5 RAZPRAVA

V diplomskem delu smo pregledali osem raziskav, ki so izvajale preventivni vadbeni program PEP z namenom zmanjšanja poškodb kolena.

Glede na pregledano literaturo lahko vidimo, da so vključene raziskave različne predvsem po velikosti vzorca. Kar se tiče starosti in spola preiskovank, so bile izbrane raziskave med sabo primerljive. V pregled literature sta vključena dva športa (nogomet in košarka), ki sta po naravi igre različna, vendar oba vsebujeta elemente, ki povečujejo tveganje za poškodbo SKV. Pomembno je omeniti, da so v raziskavi Lima in sodelavcev (2009) košarkarice izvajale modificiran preventivni program PEP, zato bi bilo mogoče smiselno v novi raziskavi preveriti razlike med modificiranim in osnovnim preventivnim programom PEP. Največja razlika med njima je, da se pri modificiranem programu PEP (SIPTP) posamezne vaje izvajajo dlje časa, k ohlajanju pa so dodane alternativne vaje. Oba programa sta prevedena in predstavljena v prilogi 8.1 in 8.2.

Vse raziskave, vključene v pregled literature, so začele s preventivnim vadbenim programom v začetku sezone. Ker se lahko poškodbe kolena pojavijo tudi takoj na začetku sezone, bi bilo s preventivnimi vadbenimi programi treba začeti že pred obdobjem intenzivnih treningov (Gilchrist et al., 2008). Nekateri avtorji navajajo, da je za izboljšanje rekrutacije mišičnih vlaken idealno vključevanje preventivnih programov šest tednov pred sezono. Če bi želeli vplivati tudi na hipertrofijo in vzdržljivost mišice, bi morali preventivne programe vključiti še bolj zgodaj (Griffin et al., 2005). Raziskava Gilchrist in sodelavcev (2008) je trajala 12 tednov, v zadnjih šestih tednih so avtorji ugotovili statistično pomembno razliko pri primerjavi raziskovalne in kontrolne skupine v številu poškodb SKV. V raziskovalni skupini ni bilo nobene poškodbe, medtem ko jih je bilo v kontrolni skupini pet ( $p = 0,025$ ).

Preventivni vadbeni program PEP ima veliko prednosti zaradi tega, ker je v vadbeni program vključeno celotno moštvo, kar vpliva na motivacijo med športniki. Poleg tega za izvajanje ni potreben nakup dodatnih športnih pripomočkov, izvedba ene vadbene enote pa traja kratek čas (20 minut). Preventivne vadbene programe, ki so trajali 60–90 minut, so športniki začeli že prej opuščati oz. so odstopili od raziskave (Lim et al., 2009).

Izmed vključenih raziskav so avtorji samo pri dveh ugotavljali število poškodb kolena in pri treh število poškodb SKV. Mandelbaum in sodelavci (2005) so z raziskavo dokazali statistično pomembno razliko, saj je v prvi sezoni dosegla 88-%, v drugi sezoni pa 77-%

zmanjšanje poškodb SKV; resna omejitev te raziskave pa je, da ni bila randomizirana in so športniki, ki so sodelovali v raziskovalni skupini, imeli večjo motivacijo pri izvajanju preventivnega vadbenega programa, saj so vedeli, da bodo njihovi rezultati vplivali na raziskavo. Kljub nerandomizaciji pa so avtorji poskrbeli za dovolj velik vzorec, ki je primerljiv po starosti in nogometnem znanju.

Raziskava Gilchrist in sodelavcev (2008) ni pokazala nobenih statistično pomembnih razlik pri zmanjševanju poškodb kolena in SKV, ugotovili pa so statistično pomembno razliko pri zmanjševanju nekontaktnih poškodb SKV pri športnicah, ki so imele že predhodno poškodovano SKV. Ker je uporabljeni vzorec premajhen, je v prihodnosti ključnega pomena oblikovati raziskavo z dovolj velikim vzorcem, ki bi obravnavala športnice s predhodno poškodbo SKV, da bi ugotovili, ali je lahko preventivni program PEP res učinkovit. Raziskava Soligarda in sodelavcev (2008) je prav tako pokazala statistično pomembne razlike pri zmanjšanju poškodb kolena, ampak je bil v tej raziskavi preventivni program PEP kombiniran s programom The 11. Zaradi kombinacije obeh preventivnih programov ne moremo sklepati, da je program PEP kot samostojni program učinkovit. Treba bi bilo narediti raziskavo, v kateri bi primerjali tri skupine: prva bi izvajala program PEP, druga The 11 in tretja kombinacijo obeh. Tako bi lahko razbrali, kakšne so razlike med posameznimi vadbenimi programi, in ugotovili, katera izmed treh možnosti je najučinkovitejša. V prilogi 8.3 je preveden in predstavljen kombiniran preventivni vadbeni program PEP s programom The 11. Največja razlika v primerjavi z osnovnim programom PEP je vidna v večjem poudarku na tekalnih vajah, ki skupaj z ogrevanjem in ohlajanjem trajajo deset minut, kar predstavlja kar polovico celotnega vadbenega programa. Poleg tega program ne vključuje razteznih vaj. Osrednji del vadbe je razdeljen na šest temeljnih vaj, ki se naprej delijo po stopnjah zahtevnosti izvedbe vaj. Vsaka vadba je sestavljena iz različne stopnje zahtevnosti vaje, kar omogoča večjo variabilnost od osnovnega programa PEP.

Veliko vlogo pri poročanju poškodb med treningi in tekmami ter pri rednem vključevanju preventivnega programa v ogrevalni del treninga igrajo trenerji. Glede na to, da so avtorji incidenco poškodb izračunali na podlagi izpostavljenosti športnikov poškodbam na tekmah in treningih, je zelo pomembno, da so trenerji vestni in dovolj motivirani pri podajanju resničnih informacij. V nasprotnem primeru so lahko vsi rezultati zavajajoči (Mandelbaum et al., 2005). Težava pri vključevanju preventivnega programa v trening je ta, da so lahko časovno zamudni in se mora trener na treninge bolj pripraviti, prav tako mora biti bolj



pozoren pri izvajanju in popravljanju morebitnih napak. Tudi športnikom lahko vključevanje preventivnega vadbenega programa predstavlja dodatno fizično in psihično obremenitev. Gilchrist in sodelavci (2008) poročajo, da postane izvedba programa PEP šele po 6 ali 12 vadbenih enotah fizično manj zahtevna. Želja vsakega trenerja je, da bi preventivni programi ne samo zmanjšali števila poškodb, ampak tudi izboljšali športnikovo izvedbo aktivnosti (Voskarian, 2013). Vescovi in J. VanHeest (2010) sta v raziskavi preverila, ali ima program PEP učinek na izboljšanje izvedbe športnih aktivnosti. Izvedla sta meritve linearnega šprinta, vertikalnega skoka in dva specifična testa spretnosti. Ugotovila sta, da program PEP ne vpliva na izboljšanje izvedbe športnih aktivnosti. Glede na želje trenerjev bi bilo na tem področju smiselno narediti več raziskav z uporabo programa PEP in tudi drugih preventivnih programov.

V dveh raziskavah so izvedli različne meritve pri globinskem skoku, zato ju medsebojno težko primerjamo. Pollard in sodelavci (2006) menijo, da lahko kombinacija treninga in preventivnega programa PEP vpliva na spremembo kinematike spodnjega uda, natančneje kinematike kolka. Avtorjem je uspelo dokazati zmanjšano notranjo rotacijo in povečano abdukcijo kolka v zgodnji fazi doskoka. Pri pregledu videoposnetkov mehanizma nekontaktne poškodbe SKV je vidno, da je povečana notranja rotacija v kolku faktor tveganja za poškodbo SKV (Boden et al., 2000). Prav tako je lahko povečana abdukcija kolka povezana z zmanjšano možnostjo poškodbe SKV, saj povečana addukcija kolka povzroči dinamični valgus kolena, kar poveča obremenitev SKV in vodi v poškodbo (Markolf et al., 1995). Po drugi strani pa meritve niso pokazale spremembe v dinamičnem valgusu in fleksiji kolena. V veliko raziskavah so že poročali, da imajo športnice manjšo fleksijo in večji dinamični valgus pri doskoku kakor moški. Avtor Lim in sodelavci (2009) so ugotovili povečanje fleksije kolena za  $7^\circ$  v raziskovalni skupini. Povečanje fleksije kolena pri doskoku je predvsem pomembno zaradi pravilne absorpcije sil (Hewett et al., 2010). Pollard in sodelavci (2006) navajajo, da do statističnih razlik najverjetneje ni prišlo zaradi enostavnosti testiranega doskoka na dve nogi. Meritve doskoka na eno nogo bi bile boljše izbira za ugotavljanje sprememb kinematike spodnjega uda.

Pollard in sodelavci (2017) so merili tudi učinek vadbenega programa PEP na spremembo kinematike spodnjega uda pri globinskem skoku. Po opravljeni raziskavi so avtorji ugotovili zmanjšan povprečni navor ekstenzorjev kolena, povečano absorpcijo energije na nivoju kolka, povečano razmerje navora kolka – koleno in povečano absorpcijo energije na nivoju

kolk – koleno. Pri preiskovankah se je po opravljenem preventivnem programu zmanjšala aktivacija ekstenzorjev kolena ob doskoku in povečala aktivacija ekstenzorjev kolka. Ženske so namreč bolj izpostavljene pojavi dominanc mišice kvadriceps, ki vodi v zmanjšano ravnovesje moči ZSM in mišice kvadriceps ter s tem v povečano obremenitev SKV (Hewett et al., 2010). Zmanjšana aktivacija ekstenzorjev kolena in večja aktivacija kolčnih mišic torej pripomoreta k zmanjšanemu delovanju strižnih sil na SKV. Obstaja tudi možnost, da ni prišlo do izboljšanja moči mišic kolka, ampak da je preiskovanka razvila boljšo gibalno strategijo, ki je bolj učinkovito aktivirala miškulaturo spodnjega uda (Pollard et al., 2017). Raziskava bi imela večjo veljavo, če bi poleg raziskovalne skupine imela tudi kontrolno.

Izboljšanje biomehanike doskoka lahko merimo tudi z meritvami razdalje med kolena pri doskoku. Glede na pregled literature smo ugotovili, da so bile meritve pridobljene na dva različna načina in jih zato med seboj težko primerjamo. Lim in sodelavci (2009) so izmerili razdaljo med kolena v frontalni ravnini, medtem ko so Rodriguez in sodelavci (2018) uporabili izračun na podlagi izmerjene razdalje med kolki in kolena v frontalni ravnini. Lim in sodelavci (2009) so ugotovili povečanje medkolenske razdalje za 3,25 cm, Rodriguez in sodelavci (2018) pa za samo 5 %. Avtorica S. Barber-Westin in sodelavci (2010) so klasificirali normalno razdaljo kot izboljšano, če je bila po preventivnem vadbenem programu vrednost za 20 % večja kot pred programom. V raziskavi Rodriguez in sodelavcev (2018) so samo štiri preiskovanke dosegle povečanje vrednosti za 20 %, celotna skupina pa samo za 5 %. Ker so podatki med seboj neprimerljivi, obstaja velika potreba po standardiziranem protokolu pridobivanja meritev za posamezne parametre, ne samo za preventivni vadbeni program PEP, pač pa za vse obstoječe preventivne programe; le tako lahko dejansko primerjamo rezultate in govorimo o statistično pomembnih razlikah. Avtor Noyes in sodelavci (2005) menijo, da so meritve poravnave spodnjega uda pri doskoku ključne pri ugotavljanju, kateri športniki so bolj izpostavljeni možnosti za poškodbo SKV, zato pa še toliko bolj potrebujejo živčno-mišične preventivne vadbene programe.

Podobna težava se pojavi pri meritvah ravnovesja ZSM in mišice kvadriceps, kjer so ravno tako uporabili različne meritve. Raziskavi (Lim et al., 2009; Rodriguez et al., 2018) sta sicer vsaka zase pokazali statistično pomembne razlike, vendar rezultate medsebojno težko primerjamo. Po mnenju avtorice Rodriguez in sodelavcev (2018) lahko razmerje Q – H, ki je večje od 1,6, privede do poškodbe kolena. Avtorji so v raziskavi sicer uspešno zmanjšali razmerje Q – H, kljub zmanjšanju pa je desni spodnji ud po zgoraj opisanem merilu za

razmerje Q – H še vedno ogrožen za poškodbo. V prihodnosti bi bilo smiselno opraviti tudi izokinetične meritve ekstenzorjev in fleksorjev kolena vsakega spodnjega uda posebej, da bi lahko primerjali ravnovesje moči dominantnega spodnjega uda glede na nedominantnega. To bi bilo koristno, če bi avtorji poleg tega, da beležijo poškodbe kolena, beležili tudi to, ali pride do poškodbe na dominantnem ali nedominantnem spodnjem udu.

Izmerjena višina vertikalnega skoka je še ena izmed opravljenih meritev, ki so jih avtorji opravili v povezavi z uporabljenim vadbenim programom PEP. V nobeni izmed treh vključenih raziskav niso ugotovili statistično pomembnih razlik. Vescovi in VanHeest (2010) navajata, da je sprememba v višini vertikalnega skoka odvisna predvsem od tega, kako so izvedene pliometrične vaje v preventivnem vadbenem programu – torej ali je poudarek na zmanjšanju sil na koleno pri doskoku ali na maksimalni hitrosti izvedbe skoka. Če se športnik osredotoči zgolj na zmanjšanje delovanja sil pri doskoku in ne na maksimalno hitrost skoka, potem se po preventivnem vadbenem programu izvedba oz. višina vertikalnega skoka ne bo izboljšala (Cronin et al., 2002).

V prihodnosti bodo avtorji za zmanjševanje poškodb kolena velik poudarek namenili predsezonskim testiranjem, kjer bodo prek serije določenih testov ugotovili kompenzatorne gibe, ki jih izvajajo športniki (Ferarra, 2018). Eden izmed takih programov je leta 1995 razvit program The functional movement screen (FMS), ki naj bi lahko napovedal možnost poškodbe kolena in prek odpravljanja identificiranih kompenzatornih gibov izboljšal izvedbo aktivnosti športnika (Garisson et al., 2015). Kljub temu pa povezanost med testi FMS in poškodbo SKV do danes še ni povsem jasna (Ferarra, 2018).

Program PEP je v prvi vrsti namenjen nogometašicam, vendar menim, da bi v prihodnosti bilo potrebno opraviti raziskave tudi z vključevanjem drugih ekipnih športov.

## 6 ZAKLJUČEK

Na osnovi pregledanih raziskav lahko zaključimo, da je preventivni vadbeni program PEP lahko delno učinkovit pri zmanjševanju poškodb kolena in izboljšanju biomehanike kolena.

Ugotovitve pregleda literature so naslednje:

- najbolj ogrožena skupina za poškodbo kolena so športnice v obdobju adolescence,
- največ poškodb kolena se pojavi pri nogometu, zaradi katerega se je razvilo tudi največ preventivnih programov,
- PEP lahko zmanjša število poškodb kolena in SKV,
- začetek izvajanja preventivnega programa mora biti najmanj šest tednov pred sezono,
- PEP ne vpliva na izboljšanje izvedbe aktivnosti športnic,
- PEP vpliva na izboljšanje kinematike spodnjega uda pri globinskem skoku, delno poveča fleksijo kolena in medkolensko razdaljo pri doskoku ter s tem izboljša tehniko doskoka,
- PEP vpliva na izboljšanje mišičnega ravnovesja med ZSM in mišico kvadriceps,
- PEP ne vpliva na izboljšanje izvedbe oz. višine vertikalnega skoka.

Program PEP vsebuje vse potrebne komponente preventivnega vadbenega programa: raztezanje, vaje za ravnotežje, vaje za izboljšanje mišične zmogljivosti kolenskih mišic, športno specifične vaje spretnosti in učenje pravilne tehnike doskoka. V prihodnosti bi bilo potrebno opraviti več statistično kakovostnih raziskav na področju uporabe preventivnega programa PEP, ki bi imele dovolj velik vzorec in bi vključevale standardizirane meritve, da bi lahko raziskave smiselno primerjali med seboj.

## 7 LITERATURA

AAOS – American Academy of Orthopaedic Surgeons (2018). Only two U.S. programs now scientifically proven to decrease ACL injury and improve neuromuscular movement in female athletes. Dostopno na: [http://aaos-annualmeeting-presskit.org/2018/research-news/acl\\_female\\_athletes\\_noyes/](http://aaos-annualmeeting-presskit.org/2018/research-news/acl_female_athletes_noyes/) <10. 4. 2018>.

Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ et al. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traum Arthrosc* 17 (6): 705–21. doi: [10.1007/s00167-009-0813-1](https://doi.org/10.1007/s00167-009-0813-1).

Arendt E, Dick R (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* 23(6): 694–701. doi: [10.1177/036354659502300611](https://doi.org/10.1177/036354659502300611).

Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Noyes FR (2010). The drop-jump video screening test: retention of improvement in neuromuscular control in female volleyball players. *J Strength Cond Res* 24(11): 3055–62. doi: [10.1519/JSC.0b013e3181d83516](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d83516).

Besier TF, Lloyd DG, Ackland TR (2003). Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exer* 35(1): 119–27. doi: [10.1249/01.MSS.0000043608.79537.AB](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000043608.79537.AB).

Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics* 23(6): 573–8.

Brophy R, Silvers HJ, Gonzales T, Mandelbaum BR (2010). Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *Br J Sports Med* 44(10): 694–7. doi: [10.1136/bjism.2008.051243](https://doi.org/10.1136/bjism.2008.051243).

Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN (2002). Is velocity-specific strength training important in improving functional performance? *J Sports Med Phys Fitness* 42(3): 267–73.

Ferber R, Davis IM, Williams DS (2003). Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clin Biomech* 18(4): 350–7.

Ferrara MP (2018). The Effectiveness of Functional Movement Screening Testing in Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Women's Collegiate Soccer. Honors in the Major Theses. 297. Dostopno na: <http://stars.library.ucf.edu/honorstheses/297/> <15.5. 2018>.

Ford KR, Myer GD, Hewett TE (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc* 35(10): 1745–50. doi: [10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9).

Garrison M, Westrick R, Johnson MR, Benenson J (2015). Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *Int J Sports Phys Ther* 10(1): 21–8.

Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H et al. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med* 36(8): 1476–83. doi: [10.1177/0363546508318188](https://doi.org/10.1177/0363546508318188).

Griffin LY, Agel J, Albohm MJ et al. (2000). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 8(3): 141–50.

Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA et al. (2006). Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med* 34(9): 1512–32. doi: [10.1177/0363546506286866](https://doi.org/10.1177/0363546506286866).

Grimm NL, Jacobs JC, Kim J, Denney BS, Shea KG (2015). Anterior cruciate ligament and knee injury prevention programs for soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 43(8): 2049–56. doi: [10.1177/0363546514556737](https://doi.org/10.1177/0363546514556737).

Herman K, Barton C, Malliaras P, Morrissey D (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC medicine* 10(1): 75. doi: [10.1186/1741-7015-10-75](https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-75).

Hewett TE, Myer GD, Ford KR (2001). Prevention of anterior cruciate ligament injuries. *Curr Womens Health Rep* 1(3): 218–24.

Hewett TE, Myer GD, Ford KR et al. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med* 33(4): 492–501. doi: [10.1177/0363546504269591](https://doi.org/10.1177/0363546504269591).

Hewett TE, Myer GD, Ford KR (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med* 34(2): 299–311. doi: [10.1177/0363546505284183](https://doi.org/10.1177/0363546505284183).

Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD (2010). Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *N Am J Sports Pshy Ther* 5(4): 234–51. doi: [10.1177/0363546504269591](https://doi.org/10.1177/0363546504269591).

Hübscher M, Zech A, Pfeifer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc* 42(3): 413–21. doi: [10.1249/MSS.0b013e3181b88d37](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37).

Lephart SM, Ferris CM, Riemann BL, Myers JB, Fu FH (2002). Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. *Clin Orthop Rel Res* 401: 162–9.

Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH (2009). Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med* 37(9): 1728–34. doi: [10.1177/0363546509334220](https://doi.org/10.1177/0363546509334220).

Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS et al. (2005). 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* 33(7): 1003–10. doi: [10.1177/0363546504272261](https://doi.org/10.1177/0363546504272261).

Malinzak RA, Colby SM, Kirkendall DT, Yu B, Garrett WE (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clin Biomech* 16(5): 438–45.

Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GA, Slauterbeck JL (1995). Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *J Orthop Res* 13(6): 930–5. doi: [10.1002/jor.1100130618](https://doi.org/10.1002/jor.1100130618).

McLean SG, Neal RJ, Myers PT, Walters MR (1999). Knee joint kinematics during the sidestep cutting maneuver: potential for injury in women. *Med Sci Sports Exerc* 31(7): 959–68.

Myer GD, Ford KR, Hewett TE (2004). Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. *J Athl Train* 39(4): 352–64.

Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C, Walsh C, West J (2005). The drop-jump screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. *The Am J Sports Med* 33(2): 197–207. doi: [10.1177/0363546504266484](https://doi.org/10.1177/0363546504266484).

Noyes FR, Barber Westin SD (2012). Anterior cruciate ligament injury prevention training in female athletes: a systematic review of injury reduction and results of athletic performance tests. *Sports health* 4(1): 36–46. doi: [10.1177/1941738111430203](https://doi.org/10.1177/1941738111430203).

Parkkari J, Kannus P, Natri A et al. (2014). Active living and injury risk. *Int J Sports Med* 25(3): 209–16. doi: [10.1055/s-2004-819935](https://doi.org/10.1055/s-2004-819935).

Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M et al. (2008). Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *BMJ* 337:1–7. doi: [10.1136/bmj.a295](https://doi.org/10.1136/bmj.a295).

Pate RR, Pratt M, Blair SN et al. (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Jama* 273(5): 402–7. doi: [10.1001/jama.1995.03520290054029](https://doi.org/10.1001/jama.1995.03520290054029).

Pollard CD, Davis IM, Hamill J (2004). Influence of gender on hip and knee mechanics during a randomly cued cutting maneuver. *Clin Biomech* 19(10): 1022–31. doi: [10.1016/j.clinbiomech.2004.07.007](https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2004.07.007).



Pollard CD, Sigward SM, Ota S, Langford K, Powers CM (2006). The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. *Clin J Sport Med* 16(3): 223–7. doi: [10.1097/00042752-200605000-00006](https://doi.org/10.1097/00042752-200605000-00006).

Pollard CD, Sigward SM, Powers CM (2017). ACL injury prevention training results in modification of hip and knee mechanics during a drop-landing task. *Orthop J Sports Med* 5(9): 1–7. doi: [10.1177/2325967117726267](https://doi.org/10.1177/2325967117726267).

Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E et al. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med* 42(6): 394–412. doi: [10.1136/bjism.2008.048934](https://doi.org/10.1136/bjism.2008.048934).

Rodriguez C, Echegoyen S, Aoyama T (2018). The effects of "Prevent Injury and Enhance Performance Program" in a female soccer team. *J Sports Med Phys Fitness* 58(5): 659–63. doi: [10.23736/S0022-4707.17.07024-4](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07024-4).

Silvers HJ, Mandelbaum BR (2007). Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *Br J Sports Med* 41(I): i52–9. doi: [10.1136/bjism.2007.037200](https://doi.org/10.1136/bjism.2007.037200).

Soligard T, Myklebust G, Steffen K et al. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 337: 1–9. doi: [10.1136/bmj.a2469](https://doi.org/10.1136/bmj.a2469).

Sugimoto D, Myer GD, McKeon JM, Hewett TE (2012). Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses. *Br J Sports Med* 46(14): 979–88. doi: [10.1136/bjsports-2011-090895](https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090895).

Toth AP, Cordasco FA 2001. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. *J Gend Specif Med* 4(4): 25–34.

Travnik L, Košak R (2004). Anatomija in biomehanika kolenskega sklepa. Ljubljana: Ortopedska klinika, 7–18.

USF Health – University of South Florida. PEP program. Dostopno na: <http://health.usf.edu/medicine/orthopaedic/smart/pep/> <15. 4. 2018>.

Vescovi JD, VanHeest JL (2010). Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 20(3): 394–402. doi: [10.1111/j.1600-0838.2009.00963.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00963.x).

Voskanian N (2013). ACL Injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program. *Curr Rev Musculoskelet Med* 6(2): 158–63. doi: [10.1007/s12178-013-9158-y](https://doi.org/10.1007/s12178-013-9158-y).

## 8 PRILOGE

### 8.1. Program PEP

V tabeli 7 je predstavljen neuradni prevod preventivnega vadbenega programa PEP.

*Tabela 7: Prevod programa PEP*

<b>Deli vadbene enote</b>	<b>Vaja</b>	<b>Razdalja</b>	<b>Število ponovitev/čas</b>
Ogrevanje	Tek z ene na drugo stran	45 m (50 yd)	1
	Tek od ovire do ovire	45 m (50 yd)	1
	Tek vzvratno	45 m (50 yd)	1
Raztezanje	Plantarnih fleksorjev	/	2-krat 30 s
	Ekstenzorjev kolena	/	2-krat 30 s
	Fleksorjev kolena	/	2-krat 30 s
	Adduktorjev kolka	/	2-krat 30 s
	Fleksorjev kolka	/	2-krat 30 s
Vadba za jakost	Izpadni koraki v hoji	18 m (20 yd)	2 dolžini
	Nordijska vaja za ZSM (angl. <i>russian hamstring</i> )	/	30 s
	Dvig na eni nogi	/	30 s (obojestransko)
Pliometrična vadba	Lateralni poskoki	2–6 stožcev	30 s
	Poskoki naprej	2–6 stožcev	30 s
	Enonožni poskoki	2–6 stožcev	30 s
	Vertikalni poskoki	/	30 s
	Poskoki iz izpadnega koraka	/	30 s
Spretnosti	Tek od ovire do ovire	36 m (40 yd)	1
	Diagonalni tek	36 m (40 yd)	1
	Tek s poskokom (angl. <i>bounding run</i> )	41–45 m (45–50 yd)	1

## 8.2 Modificiran program PEP (SIPTP)

V tabeli 8 je predstavljen neuradni prevod modificiranega programa PEP (SIPTP).

*Tabela 8: Prevod programa Sport injury prevention training program (SIPTP)*

<b>Deli vadbene enote</b>	<b>Vaja</b>	<b>Razdalja</b>	<b>Število ponovitev/ čas</b>
Ogrevanje	Tek z ene na drugo stran	90 m (100 yd)	1 min
	Tek od ovire do ovire	90 m (100 yd)	1 min
	Tek vzvratno	90 m (100 yd)	1 min
Raztezanje	Plantarnih fleksorjev	/	2-krat 30 s
	Ekstenzorjev kolena	/	2-krat 30 s
	Fleksorjev kolena	/	2-krat 30 s
	Adduktorjev kolka	/	2-krat 30 s
	Fleksorjev kolka	/	2-krat 30 s
Vadba za jakost	Izpadni koraki v hoji	/	3 seti krat 10 ponovitev
	Nordijska vaja za ZSM (angl. <i>russian hamstring</i> )	/	3 seti krat 10 ponovitev
	Dvig na eni nogi	/	2 seta krat 30 ponovitev
Pliometrična vadba	Lateralni poskoki čez stožec	/	20 ponovitev
	Poskoki naprej/nazaj čez stožec	/	20 ponovitev
	Enonožni poskoki čez stožec	/	20 ponovitev
	Vertikalni poskoki	/	20 ponovitev
	Škarjice	/	20 ponovitev
Spretnosti	Tek od ovire do ovire	45 m (50 yd)	1 dolžina
	Diagonalni tek	45 m (50 yd)	3 dolžine
	Tek s poskokom	45 m (50 yd)	1 dolžina
Alternativne vaje – ohlajanje	Mali most z izmenično fleksijo kolka	/	30 ponovitev
	Trebušnjaki	/	2-krat 30 s
	Priteg kolena na prsa izmenično in skupaj (leže)	/	2-krat 30 s
	Raztezanje piriformisa (leže)	/	2-krat 30 s
	Metuljček (sede)	/	2-krat 30 s

## 8.3 Kombinacija programov PEP in The 11

V tabeli 9 je predstavljen neuradni prevod kombinacije programov PEP in The 11.

Tabela 9: Prevod kombinacije programov PEP in The 11

Deli vadbene enote		Vaja	Število ponovitev	Čas		
Vaje teka – ogrevanje (v parih; proga je dolga 6–10 paralelnih stožcev)		Tek naravnost	2	8 min		
		Tek s potiskom kolka navzven	2			
		Tek s potiskom kolka navznoter	2			
		Tek naravnost do stožca, tek vstran, okrog partnerja, tek vstran do stožca in tek naprej	2			
		Tek naravnost do stožca, tek vstran, skok in dotik partnerja z ramo, tek vstran do stožca in tek naprej	2			
		Šprint	2			
Vaje moči, pliometrija, ravnotežje (eno izmed treh stopenj)	Plank	Z obema nogama na tleh	3-krat 20–30 s	10 min		
		Izmenično dvigamo nogi	3-krat 20–30 s			
		Dvignemo in zadržimo eno nogo	3-krat 20–30 s			
	Stranski plank	Statičen	3-krat 20–30 s (vsaka stran)			
		Dinamičen	3-krat 20–30s (vsaka stran)			
		Dvignemo in zadržimo eno nogo	3-krat 20–30 s (vsaka stran)			
	Nordijska vaja za ZSM	1. stopnja	3–5 ponovitev			
		2. stopnja	7–10 ponovitev			
		3. stopnja	12–15 ponovitev			
	Stoja na eni nogi	Drža žoge	20–30 s (vsaka noga)			
		Podaja žoge	20-30 s (vsaka noga)			
		Test partnerjevega ravnotežja	20-30 s (vsaka noga)			
	Počepi	Z dvignjenimi petami	2-krat 30 s			
		Izpadni korak v hoji	2-krat 30 s			
		Enonožni	2-krat 10 s (vsaka noga)			
	Poskoki	Vertikalni skok	2-krat 30 s			
		Lateralni skok	2-krat 30 s			
		Spreminjajoči poskoki (angl. <i>box jump</i> )	2-krat 30 s			
		Naprej/nazaj; lateralno, diagonalno				
	Vaje teka – ohlajanje		Tek po širini igrišča		/	2 min
			Tek s poskoki (angl. <i>bounding run</i> )		/	
Tek s hitrim zaustavljanjem			/			