

# Primjena treninga pliometrije u svrhu prevencije ozljeda koljena

---

**Baboselac, Josip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:012137>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-12**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje visoke stručne spreme  
i stručnog naziva : magistar kineziologije)

Josip Baboselac

**PRIMJENA TRENINGA PLIOMETRIJE U SVRHU**  
**PREVENCIJE OZLJEDA KOLJENA**

(diplomski rad)

Mentor :  
prof. dr. sc. Saša Janković

Zagreb, rujan 2015.

# **PRIMJENA TRENINGA PLIOMETRIJE U SVRHU PREVENCIJE OZLJEDA KOLJENA**

## Sažetak

Koljeno je najveći zglob u ljudskom tijelu i ujedno najkompliciranije građe. Koljeno se sastoji od aktivnih i pasivnih stabilizatora. Zbog svoje složene građe i uloge koju ima, koljeno je zglob koji sportaši najčešće ozljeđuju. Ovisno o sportskoj disciplini i samom sportašu, postoji više elemenata prevencije tih ozljeda. Cilj ovog diplomskog rada je detaljno opisati pliometriju i ozljede koljena te praktično prikazati trening pliometrije u svrhu prevencije ozljeda koljena.

Ključne riječi: koljeno, prevencija, pliometrija

## **THE USE OF PLYOMETRICS TRAINING TO PREVENT INJURY TO THE KNEE**

## Summary

The knee is the largest joint in the human body and also the most complicated structure. The knee is made up of active and passive stabilizers. Because of its complex structure and the role of the knee is joint that athletes commonly injured. Depending on the sport and discipline of the athlete, there are several elements of prevention of these injuries. The aim of this diploma work is described in detail plyometrics and knee injuries, and practical training show plyometrics to prevent injury to the knee.

Key words : knee, preventive, plyometrics

## SADRŽAJ :

1 . UVOD.....	5
2. PLIOMETRIJA.....	6
2.1. DEFINICIJA PLIOMETRIJE.....	6
2.2. VRSTE MIŠIĆNE KONTRAKCIJE I MEHANIČKA SVOJSTVA MIŠIĆA.....	7
2.3. VRSTE PLIOMETRIJSKE SNAGE.....	8
2.3.1. MAKSIMALNA PLIOMETRIJSKA SNAGA.....	9
2.3.2. EKSPLOZIVNA PLIOMETRIJSKA SNAGA.....	9
2.3.3. BRZINSKA PLIOMETRIJSKA SNAGA.....	9
2.3.4. DINAMIČKA PLIOMETRIJSKA SNAGA.....	9
2.3.5. PLIOMETRIJSKA SNAGA U IZDRŽLJIVOSTI.....	10
3. ENERGETSKA POTROŠNJA PLIOMETRIJSKE KONTRAKCIJE MIŠIĆA.....	10
4. OSNOVNI MODEL PLIOMETRIJSKOG MIŠIĆNOG TRENINGA ZA RAZVOJ SKOČNOSTI.....	11
4.1. MODEL PROGRESIVNO – KONTINUIRANOG OPTEREĆENJA.....	12
4.2. MODEL PROGRESIVNO – DISKONTINUIRANOG OPTEREĆENJA.....	12
4.3. MODEL KONTINUIRANOG OPTEREĆENJA.....	12
5. ODREDNICE PLIOMETRIJSKOG TRENINGA.....	13
5.1. PRINCIP ADAPTACIJE.....	13
5.2. SPECIFIČNOST PLIOMETRIJE I SPECIFIČNOST SPORTA.....	14
5.3. RAZINA JAKOSTI I SNAGE.....	14
5.4. DOB SPORTAŠA.....	14
5.5. OBUĆA I PODLOGA ZA PLIOMETRIJSKI TRENING.....	15
5.6. TRENAŽNA POMAGALA.....	15
5.7. PREVENCIJA KOD PLIOMETRIJSKOG TRENINGA.....	16
5.8. UČESTALOST / FREKVENCIJA TRENINGA.....	16
5.9. VOLUMEN TRENINGA.....	17
5.10. INTENZITET TRENINGA.....	18
5.11. MOBILNOST I STABILNOST.....	18
6. KLASIFIKACIJA SKOKOVA.....	20
7. OZLJEDE KOLJENA.....	24
7.1. ANATOMIJA KOLJENA.....	24

7.2. KRETNJE U KOLJENSKOM ZGLOBU.....	25
7.3. POLOŽAJ NOGE I KOLJENI ZGLOB.....	26
7.4. FUNKCIJA MIŠIĆA U KOLJENOM ZGLOBU.....	27
7.5. NAJUČESTALIJE OZLJEDE KOLJENA.....	29
7.5.1. OZLJEDE MENISKA.....	30
7.5.2. OZLJEDE LIGAMENATA.....	31
7.5.3. OZLJEDE KOLJENSKOG EKSTENZORNOG SUSTAVA.....	32
8. PRINCIP ZBRINJAVANJA SPORTSKIH OZLJEDA.....	33
8.1. HLAĐENJE.....	33
8.2. KOMPRESIJA.....	34
8.3. ELEVACIJA.....	34
8.4. POŠTEDA.....	34
9. PRIMJENA TRENINGA PLIOMETRIJE.....	36
10. ZAKLJUČAK.....	49
11. LITERATURA.....	50

## 1. UVOD

Kroz povijest se često javljao pojam pliometrije i pliometrijskog treninga samo pod drugim nazivima ili se uopće nije znalo da se provodi takav trening. Termin pliometrija je prvi put upotrebljen od strane Fred Wilta, jednog od najboljih američkih atletske trenera.

Neki autori navode da su Rusi izmislili pliometriju, ali to nije točno jer svako dijete koje skače preko vijače ili izvodi razne poskoke kroz dječju igru u stvari radi pliometriju. Čovjek pri svakom hodanju i trčanju te bilo kakvim oblicima skokova ili guranja i bacanja koristi pliometrijsku kontrakciju, a samim time i određenu vrstu pliometrijskog treninga.

Pliometrijske vježbe slične su kretnjama koje koriste sportaši u sportovima gdje treba iskazati snagu poput sprinta, skokova i bacanja u atletici zatim košarke, odbojke, nogometa, rukometa, tenisa i nekih drugih sportova. Pliometrija se može koristiti osim za razvoj eksplozivne snage i u rehabilitaciji i prevenciji sportskih ozljeda.

Zbog sve većih zahtjeva suvremenog sporta koljeno sportaša mora biti spremno podnijeti sve veća opterećenja i sile koje djeluju na njega. Koljeno je posebno građen zglobov koji u stajanju mora biti čvrsto, a u hodanju pomično i u svakom položaju pokreta i savijanja sigurno. Stabilnost koljena osiguravaju ligamentarne i mišićne strukture.

U ovom diplomskom radu prikazane su pliometrijske vježbe koje se mogu uklopiti gotovo u svaki trening. Cilj tih vježbi je postići određenu razinu jakosti i snage, ali i staviti sportaša u stvarne, odnosno situacijske uvijete.

Pravilnim izvođenjem i doziranjem pliometrijskih vježbi mogu se prevenirati ozljede koljena.

Pri izvođenju pliometrijskog treninga moraju se poštivati određene zakonitosti kako trening ne bi dobio kontra efekt, odnosno izazvao ozljeđivanje sportaša.

## 2. PLIOMETRIJA

### 2.1. Definicija pliometrije

Kroz povijest se često javljao pojam pliometrije i pliometrijskog treninga samo ili pod drugim nazivima ili se uopće nije znalo da se provodi takav trening. Pioniri pliometrije su vjerojatno bili atletski treneri u 20 – im i 30 – tim godinama prošlog stoljeća koji su uveli treninge skokova kao dio treninga koji su provodili u teretanama za vrijeme dugih zima u istočnoj i sjevernoj Europi (Bompa, T. 1993).

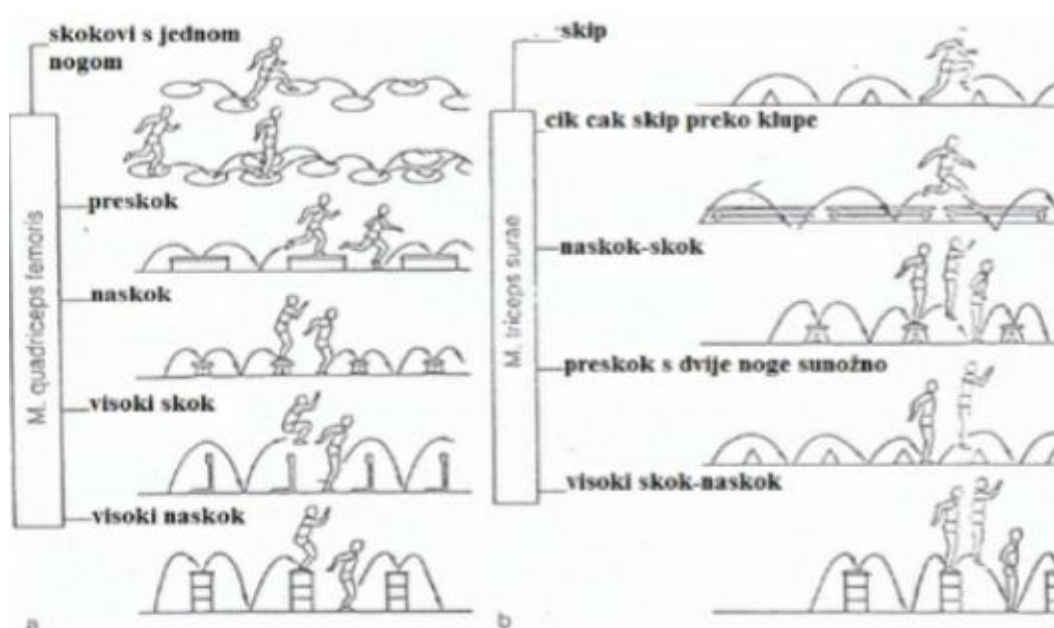
Rumunjska Nacionalna Akademija za fizički odgoj 1993. godine je izdala knjigu „Trening skokova za atletičare“ (Bompa, 1993), dok je kasnije Yuri Verhoshansky 1960 – ih godina izjavio da pojedinci mogu značajno napredovati u sposobnosti skakanja i sprintanja pomoću progresivnog treninga skokova. U ranim 80 – im godinama, istraživači Russ Polhemus, Ed Burkhardt i drugi, dokazali su da se kombinacijom pliometrijskog treninga i programa treninga s utezima poboljšava tjelesni razvoj daleko iznad onoga postignutog samo treningom s utezima (Chu, 1992). Trening pliometrija prvi put je upotrebljen od strane Freda Wilta, jednog od najboljih američkih atletskih trenera (Chu, 1992).

Neki autori navode da su Rusi izmislili pliometriju, ali to je zapravo netočno, jer svako dijete koje skače preko vijače, izvodi razne skokove kroz igru, radi ustvari pliometriju.

Pliometrija je metoda za razvoj eksplozivne snage. Također je važna komponenta većine sportskih disciplina. Ljudsko tijelo se neprestano podvrgava vanjskim silama i udarima protiv kojih se mišići stežu. Njihove kontrakcije mogu biti negativne ( ekscentrične ) i pozitivne ( koncentrične ). U ekscentričnim kontrakcijama mišići se pod opterećenjem izdužuju ili istežu ( to se naziva negativan rad ) ; u koncentričnim kontrakcijama oni se pod opterećenjem skraćuju ( to se naziva pozitivan rad ) (Dodig, 2002). Svaka vanjska sila koja je veća od unutrašnje sile mišića uzrokuje produženje mišića i ekscentričnu kontrakciju. Kada se mišić kontrahira ekscentrično, on se izdužuje i u isto vrijeme proizvodi silu. Vanjsko opterećenje veće je od sile koju mišić može proizvesti. U osnovi, svaki pokret koji se opire gravitaciji ekscentričnog je tipa. Utrošak energije pri negativnom radu manji je od utroška pri pozitivnom radu.

U ekscentričnim pokretima koji se izvode umjerenom do velikom brzinom, mišići zapošljavaju „brze“ motoričke jedinice; dolazi do regrutacije većinom bijelih mišićnih vlakana.

Takva vlakna imaju veću frekvenciju rada i veća su pa proizvode više sile po motoričkoj jedinici od drugih vlakana. Proizvodnja sile tijekom ekscentrične kontrakcije veća je nego pri koncentričnoj kontrakciji jer tijelo generira veću napetost na mjestu pritiska mišića. I tetiva na tom mjestu može podnijeti veće opterećenje, kada je riječ o ekscentričnoj kontrakciji. Zbog kemijskih, mehaničkih i neuroloških čimbenika koji utječu na silu i krutost mišića u kontrakciji, ekscentrično istezanje ( koje prethodi brzom koncentričnom skraćanju ) ima veću mišićnu sposobnost proizvodnje sile i snage. Stoga je to glavni tip kontrakcije u pliometriji.



Slika 1. Primjer treninga pliometrije

## 2.2. Vrste mišićne kontrakcije i mehanička svojstva mišića

Sve vrste mišićne kontrakcije imaju zajedničku ulogu, zahvaljujući biokemijskim procesima povećava se napetost mišića. Kemijska energija pretvara se u mišićnu napetost. Dužina mišića se različito mijenja za vrijeme kontrakcije.



Razlikujemo slijedeće mišićne kontrakcije :

1. Koncentrična, odnosno izotonička kontrakcija.

To je takva kontrakcija gdje se za vrijeme mišićne aktivnosti mišićni pripoji približavaju i istovremeno povećava obujam mišićnog tijela (Dodig, 2002).

2. Statička, odnosno izometrijska kontrakcija. Kod ove kontrakcije ne dolazi do gibanja, već dolazi do održavanja položaja. Sile i mišićna energija koje se suprotstavljaju skraćivanju aktivnih mišića izjednačene su i uravnotežene. Kako su te sile suprotnog djelovanja rezultat je mirovanje u određenom položaju u kojem raste mišićna napetost (Dodig, 2002).

3. Ekscentrična, odnosno pliometrijska kontrakcija je kontrakcija u kojoj se dužina mišića povećava. Mišićna aktivnost se koči i usmjerava silu otpora u pravcu željenog gibanja koje iziskuje da se mišić u kontrakciji kontrolirano izdužuje.

Učinkovitost mišićne kontrakcije podrazumijeva sposobnost da se mišić suprotstavi silama otpora koje se trebaju svladati da bi se izvelo određeno gibanje ili pak održao željeni položaj tjelesnog segmenta na koji djeluje. Kontrakcija mišićnih vlakana dovodi do gibanja tako što prenosi mišićnu silu preko tetivnih nastavaka na koštane poluge samo onda kada je mišićna sila veća od vanjske sile. Kada je mišićna sila velika kao i vanjska sila i kada je mišićna sila manja od vanjske, mišić se tada ne skraćuje nego izdužuje (Dodig, 2002).

### **2.3. Vrste pliometrijske snage**

Pliometrijska snaga definira se kao sposobnost organizma za svladavanje vanjskog otpora ili kao sposobnost suprotstavljanja vanjskom otporu pomoću naprezanja mišića, a da se pri tome istežu mišićna vlakna (Dodig, 2002).

Na osnovi formološke određenosti gibanja u pliometrijskom obliku kontrakcije moguće je identificirati sljedeće oblike snage :

1. maksimalna pliometrijska snaga
2. eksplozivna pliometrijska snaga
3. brzina u pliometrijskoj snazi
4. dinamička pliometrijska snaga
5. izdržljivost u pliometrijskoj snazi

### **2.3.1. Maksimalna pliometrijska snaga**

Maksimalna pliometrijska snaga karakterizira maksimalnu mišićnu kontrakciju istegnutog mišića. Manifestira se kada je potrebno svladati veliki otpor, teret ili premjestiti tijelo uz pliometrijsku kontrakciju. Maksimalna pliometrijska snaga uvijek je povezana s brzinom gibanja i vremenom izvođenja gibanja. Prema tome, ukoliko je brzina gibanja velika, a vrijeme izvođenja gibanja kratko, slabija je povezanost između maksimalne snage i brzine mišićne kontrakcije u istezanju mišića. Međutim, ukoliko više puta treba ponoviti gibanje, tada je slabija povezanost maksimalne snage i rada umjerenog intenziteta (Dodig, 2002).

### **2.3.2. Eksplozivna pliometrijska snaga**

Eksplozivna pliometrijska snaga podrazumijeva brzo uključivanje mišića, a odgovorna je za veliko generiranje sile u kratkom vremenskom intervalu. Snaga ovoga tipa manifestira se gibanjima bacanja, skokova, penjanja, spuštanja i dr. Ova sposobnost mjeri se od početka ekscitacije do trenutka u kojem se generira maksimalni mišićni potencijal, pri čemu je mišić ili grupa mišića u pliometrijskoj kontrakciji (Dodig, 2002).

### **2.3.3. Brzinska pliometrijska snaga**

Brzinska pliometrijska snaga sposobnost je realizacije sile pri velikim brzinama kontrakcije. Izražava se parametrima koji determiniraju zavisnost generiranja mišićne sile od brzine udaljavanja pripoja pri kontrakciji mišića u pliometrijskim uvjetima. Manifestira se u udarcima, skokovima, padovima i dr. ( Dodig, 2002).

### **2.3.4. Dinamička pliometrijska snaga**

Dinamička pliometrijska snaga sposobnost je integralnog izražavanja sposobnosti za brzo uključivanje mišića i sposobnost za realizaciju sile pri velikim brzinama kontrakcije mišića. Ovaj faktor pokazuje određenu topološku uvjetovanost na dinamički faktor snage trupa, gornjih ekstremiteta i donjih ekstremiteta. Manifestira se u trčanju, skokovima, bacanju i dr. (Dodig, 2002).

### **2.3.5. Pliometrijska izdržljivost u snazi**

Pliometrijska izdržljivost u snazi sposobnost je održavanja određenog gibanja u dužem vremenu, uglavnom je određena pokazateljima pliometrijske repetitivne snage.

Za realizaciju ovog čimbenika odgovoran je mehanizam za oslobađanje energije iz primarnih energetske potencijala.

Manifestira se u svim gibanjima u kojima je potrebno održavati gibanje ( hodanje, trčanje, skokovi i dr. ). (Dodig, 2002).

## **3. ENERGETSKA POTROŠNJA PLIOMETRIJSKE KONTRAKCIJE MIŠIĆA**

Prema (Dodig, 2002) transformacija energije koja se događa u mišićnoj stanici može se svesti na četiri kemijska procesa. Prvi je proces transformacije adenozin – trifosfata (ATP) u adenozin – difosfat (ADP) i dalje u adenozin – monofosfat (P) .

Ovim procesom oslobađa se velika količina energije koja služi za kontrakciju mišića tj. mehanički rad. Ostale transformacije u mišiću služe da se ponovno stvori adenozin – trifosfat.

Kreatin – fosfat razgrađuje se na kreatin i fosfat, pri čemu se također oslobađa velika količina energije. Ta energija ne služi za kontrakciju, nego ponovno stvaranje adenozin – trifosfata.

Treće kemijska reakcija je veoma kompleksna kemijska reakcija glikogena koji se pretvara u mliječnu kiselinu i pritom se stvara energija. Ta se energija upotrebljava za ponovno stvaranje kreatin – fosfata. Četvrtu transformaciju čine oksidacijski procesi mliječne kiseline. Energija koja se dobiva spajanjem mliječne kiseline s kisikom, osigurava da se četiri petine mliječne kiseline pretvore u glikogen.

Proces transformacije energije osigurava njenu upotrebu na sljedeći način :

1. adenozin – trifosfat (ATP) daje energiju za kontrakciju
2. kreatin – fosfat daje energiju za resintezu adenozin – trifosfata

3. pretvaranje glikogena u mliječnu kiselinu oslobađa energiju za resintezu kreatin – fosfata
4. spajanje kisika s jednom petinom mliječne kiseline stvara energiju za pretvaranje preostale četiri petine glikogena.

Proces oksidacije počinje u hijaloplazmi, a nastavlja se i dovršava u mitohondrijima, posebnim citoplazmatskim organelama bogato opskrbljenim oksidativnim enzimima. Energija koja se tijekom oksidacije oslobađa u mitohondriju iskorištava se da bi se adenozin – difosfatu dodala još jedna fosfatna skupina. Iz mitohondrija ATP prelazi u hijaloplazmu gdje je na raspolaganju stanici za njene brojne i različite funkcije. Iskorištavanje ATP počinje procesom odcjepljenja jedne fosfatne skupine od molekule, pa ATP prelazi u ADP, pri čemu se oslobađa velika energija (Dodig, 2002).

#### **4. OSNOVNI MODELI PLIOMETRIJSKOG TRENINGA ZA RAZVOJ SKOČNOSTI**

Za svaku uzrasnu kategoriju moguće je planirati opterećenje za razvoj skočnosti u rasponu od minimalnih, optimalnih i maksimalnih vrijednosti.

Opterećenje može varirati prema progresivnom i progresivnom – diskontinuiranom postupku. Na osnovi ovih modela moguće je programirati razvoj tjelesnih sposobnosti organizma, dobivenim testiranjem aerobnih ili anaerobnih kapaciteta organizma.

Modeli se temelje na biološkim zakonitostima transformacijskih procesa i mogućnosti transformacije mišićnih stanica u kvantitativnom i kvalitativnom smislu kontrakcijskih svojstava. Modele je moguće podijeliti prema modalitetima svojstva opterećenja koja se apliciraju u zoni vježbanja (Dodig, 2002). Moramo obratiti pozornost na izbor odgovarajućih metoda sukladno ciljevima transformacije koje treba postići. Skočnost se može razvijati kao opća, usmjerena ili specifična. Modeli za razvoj skočnosti primjenom pliometrijskog mišićnog treninga mogu se podijeliti na model progresivno – kontinuiranog opterećenja, model progresivno diskontinuiranog opterećenja i model kontinuiranog opterećenja.

#### **4.1. Model progresivno – kontinuiranog opterećenja**

Opterećenje vježbanja određuje se prema rezultatima testiranja stanja organizma te se na osnovi toga određuje inicijalno stanje. Zona vježbanja nalazi se u rasponu od 50 do 140 % od maksimalnih mogućnosti. Za ovaj model karakterističan je rad umjerenog do maksimalnog intenziteta koji se izvodi u kraćem vremenskom intervalu.

Preko frekvencije pulsa prati se opterećenje. Frekvencija pulsa treba iznositi između 140 do 170 otkucaja u minuti. Trajanje opterećenja varira od 25 do 30 minuta.

Podražaj mora imati određeni kontinuitet i progresivnost da bi u određenom vremenu izazvao adekvatne promjene. Ovaj model nije moguće beskonačno koristiti zbog limitirajućih čimbenika unutar bioloških struktura. U početku primjene ovog modela zamjećuju se znatne promjene tjelesnih sposobnosti organizma. Kasnije dolazi do usporenijeg rasta i stabilnog stanja, kad su daljnje promjene neznatne.

#### **4.2. Model progresivno – diskontinuiranog opterećenja**

Za ovaj model karakterističan je rad umjerenog do maksimalnog intenziteta koji se izvodi u srednjem vremenskom intervalu. Opterećenje se prati i procjenjuje preko frekvencije koja treba iznositi između 140 do 170 otkucaja u minuti. Trajanje opterećenja u ovom modelu varira od 30 do 35 minuta. Optimalni model progresivno – diskontinuiranog opterećenja omogućava da se volumen opterećenja može modelirati i po obujmu i po intenzitetu.

#### **4.3. Model kontinuiranog opterećenja**

Ovakav model opterećenja tokom čitavog trajanja vježbanja bez prestanka teži srednjoj do submaksimalnoj razini intenziteta, u skladu s trajanjem gibanja. Kontinuirano, kroz duže vrijeme zadržava se isti intenzitet opterećenja. U ovom modelu biraju se opterećenja manjeg intenziteta koja se mogu izvoditi duže vrijeme. Za ovaj model karakterističan je rad umjerenog intenziteta koji se izvodi u duljem vremenskom intervalu.

Preko frekvencije pulsa prati se opterećenje, koje iznosi između 140 do 170 otkucaja u minuti. Trajanje opterećenja varira od 35 do 45 minuta. Ovakav model vježbanja provodi se u zoni stabilnog stanja aerobne izmjene tvari. Takav oblik opterećenja vodi

do kompleksnog poboljšanja aerobnog kapaciteta i povećanja stupnja ekonomičnosti bioloških sustava koji određuju osnovnu izdržljivost u zoni srednjeg do submaksimalnog intenziteta.

## **5. ODREDNICE PLIOMETRIJSKOG TRENINGA**

Kao i kod drugih oblika treninga i kod pliometrijskog treninga moraju se uvažavati specifičnosti dobi, spola, zdravstvenog statusa i kvaliteta sportaša.

Svaku sportsku granu obilježava specifična struktura dimenzija o kojima ovisi sportski rezultat (Milanović, 2003). Pri izvođenju pliometrijskog treninga također treba obratiti pozornost na princip usmjerenosti, pliometrijski trening treba temeljiti na specifičnim relacijama između ciljeva koji se žele postići i programa treninga koji treba osigurati postizanje željenih ciljeva.

### **5.1. Princip adaptacije**

Pod princip adaptacije podrazumijeva se proces mijenjanja osobina i sposobnosti sportaša koje mu omogućuje postizanje najboljeg ili u krajnjoj mjeri prihvatljivog funkcioniranja u zadanim ili promjenjivim uvjetima.

Prilikom izvođenja pliometrijskih vježbi dolazi do znatnog stresa na mišiće i vezivno tkivo te izaziva odgađajući mišićni umor. Međutim, ta oštećenja su povezana sa procesom obnove. Nakon tih oštećenja organizam se obnavlja i na taj način postaje još jači. Bitno je pravilno dozirati odnos trening – odmor i paziti na metodiku razvoja kako ne bi došlo do prevelikog opterećenja tj. do pojave tendinitisa ili oštećenja mikrostrukture tetive.

Potpuni oporavak ponekad može trajati 7 – 10 dana, naročito ako se radi trening na koji se nismo prilagodili.

## **5.2. Specifičnost pliometrije i specifičnost sporta**

Pliometrijski trening za sportaše mora uključivati specifične vježbe za taj sport. Treba ustanoviti jesu li pokreti u sportu uglavnom horizontalni, vertikalni, lateralni ili su kombinacija svih navedenih. Pliometrijski trening treba pripremiti sportaša na pojačane zahtjeve koji se očekuju od njega i samim time smanjiti ozljede lokomotornog sustava na najmanju moguću mjeru.

Specifičnost se odnosi i na živčano – mišićne i metaboličke prilagodbe na određene tipove opterećenja. Stres vježbanje kod treninga pliometrije kao i kod drugih oblika treninga uključuje specifične prilagodbe određenih mišićnih područja. Da bi se napredovalo u pliometriji se mogu koristiti različite kosine i visine kao i druge varijante.

## **5.3. Razina jakosti i snage**

Samo sportaši koji su postigli visoku razinu jakosti kroz standardni trening sa opterećenjem mogu sudjelovati u izvođenju pliometrijskih vježbi kao što su dubinski skokovi s opterećenjem. Dubinski skokovi se primjenjuju kod jako malog broja sportaša koji sudjeluju u pliometrijskom treningu.

Da bi sportaši sudjelovali u pliometrijskom treningu trebaju posjedovati određenu razinu kondicijske pripremljenosti. Prema (Čoh, 2004) sportaš mora izvesti čučanj s 1,5 do 2,5 puta svoje težine kako bi mogao pristupiti dubinskim skokovima s opterećenjem.

## **5.4. Dob sportaša**

Tjelesna zrelost se ne smije procjenjivati na temelju kronološke dobi sportaša. Zbog visokog intenziteta određenih pliometrijskih vježbi i potencijalnog rizika od ozljeda koštanog i vezivnog tkiva sportaši ispod 16 godina starosti ne bi trebali provoditi pliometrijski trening visokog intenziteta, a pogotovo dubinske skokove s opterećenjem.

Prema (Radcliffe, Farentinos 1998) zrelost i nezrelost živčanog i koštanog sustava utječu na toleranciju pliometrijskog treninga.

Kontinuirani rast koštanog sustava, hrskavice na epifiznim pločicama kosti, zglobnim površinama i apofiznim umecima čine ekstremne sile nekih pliometrijskih vježbi neodgovarajućim.

Određeni autori smatraju da sportaš između 12 i 14 godina starosti može na odgovarajući način koristiti pliometrijski trening kao pripremu za budući trening snage (Chu 1992).

### **5.5. Obuća i podloga za pliometrijski trening**

Trening pliometrije treba se provoditi u takvoj obući i na takvoj podlozi koja ima dobre mogućnosti apsorpcije sile. Obuća mora dobro podupirati skočni zglob i rist stopala te mora imati dobru lateralnu stabilnost i široki potplat koji se ne kliže. Obuća s uskim potplatom i nedovoljnom potporom gležnja može uzrokovati probleme sa skočnim zglobom.

Podloga je također jako bitna u izvođenju pliometrijskog treninga tj. u prevenciji ozljeda prilikom izvođenja pliometrijskih vježbi. Nogometni travnjak, kvalitetni košarkaški tereni, hrvačke dvorane, samo su neki od prostora gdje se može izvesti kvalitetan i siguran trening pliometrije. Predebele strunjače (15cm i više) mogu uzrokovati produljenje faze amortizacije, čime se sprječava učinkovito iskorištavanje refleksa i skupljanja te umanjuju svrhu reaktivnog doskoka.

### **5.6. Trenažna pomagala**

U izvođenju pliometrijskog treninga može se primijeniti veliki broj trenažnih pomagala. Kreativnost i domišljatost trenera te cilj treninga mogu utjecati na izbor trenažnog pomagala.

Švedske klupe, švedski sanduci, švedske ljestve, vijače raznih brzina, atletske prepone, elastične gume i trake, medicinske lopte različitih težina, trx, platforme sa uzdama samo su neka od pomagala koja mogu trening učiniti zanimljivijim i učinkovitijim.

Sva pomagala trebaju biti dovoljno kvalitetna i sigurna kako ne bi došlo do ozljeđivanja sportaša.



## **5.7. Prevencija kod pliometrijskog treninga**

1. Uzeti u obzir prethodne ozljede koje je sportaš imao.
2. Pravilan položaj tijela pri izvođenju svake vježbe.
3. Pravilno postavljanje stopala.
4. Prije provođenja treninga pliometrije potrebno je provesti kvalitetno zagrijavanje.
5. Manje zahtjevne vježbe prethode kompleksnijim i intenzivnijim vježbama.
6. Vježba, složenost i intenzitet vježbe moraju biti prilagođeni stanju u kojem se sportaš nalazi.
7. Izbjegavati izvođenje pliometrijskog treninga u koliko je sportaš jako umoran.
8. Odrediti dovoljno vremena za oporavak između serija pliometrijskih vježbi.
9. Pliometrijske vježbe visokog intenziteta koje utječu na iste mišićne grupe ne bi se trebale provoditi više treninga uzastopno.
10. Prije izvođenja vježbi potrebno je utvrditi da sportaš pozitivno reagira na upute trenera.
11. Trener mora demonstrirati ispravno izvođenje vježbe.

## **5.8. Učestalost / frekvencija treninga**

Pri provođenju pliometrijskog treninga moramo imati na umu pojavu superkompenzacije. Kompenzacija se može definirati kao povišena radna sposobnost, dok je rekompenzacija ponovno vraćanje stanja organizma na početni nivo procesa, odnosno reakcija organizma za svakog sportaša posebice, jer je u kontinuitetu trenažnog procesa najpovoljnije da sljedeći trening dođe upravo u vrijeme vrha superkompenzacijskog vala (Milanović, 2010).

Treneri trebaju znati koliko je vremena potrebno za uspostavljanje povišene radne sposobnosti nakon različito usmjerenih treninga.

Određeni autori smatraju da je potrebno 48 – 72 sata za potpun oporavak za sljedeći trenažni stimulans. Pliometrijski trening visokog intenziteta u pripremnom periodu trebao bi se provoditi do dva puta tjedno, a u natjecateljskom periodu jedanput tjedno.

## 5.9. Volumen treninga

Kada govorimo o volumenu treninga govorimo o ukupno izvedenom radu unutar jednog treninga ili trenažnog ciklusa.

Različiti autori su dali napravili tablice u kojima se nalaze podatci o tome koliko skokova trebaju izvoditi početnici, sportaši srednje pripremljenosti i vrhunski sportaši.

Kod pojedinih serija najčešće se radi 8 – 12 ponavljanja, a u koliko je vježba zahtjevnija radi se manji broj ponavljanja. Kod manje zahtjevnijih vježbi preporučuje se 6 – 10 serija, dok se kod zahtjevnijih vježbi preporučuje 3 – 6 serija.

Tablica 1. Preporučeni broj treninga u pliometrijskom treningu (Chu, 1992).

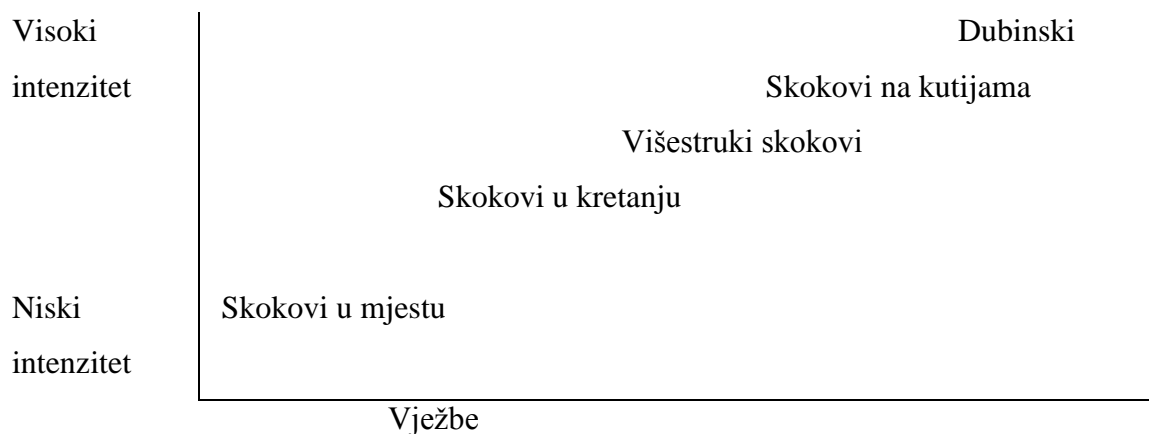
BROJ SKOKOVA U PLIOMETRIJSKOM TRENINGU				
	NIVO			
	POČETNI	SREDNJI	NAPREDNI	INTENZITET SKOKOVA
VAN SEZONE	60 – 100	100 - 150	120 - 200	NISKI - SREDNJI
PREDSEZONA	100 – 250	150 - 300	150 - 450	SREDNJI - VISOKI
SEZONA	SPECIFIČAN (OVISI O SPORTU)			SREDNJI
FINALNA SEZONA	OPORAVAK			SREDNJI - VISOKI

## 5.10. Intenzitet treninga

Intenzitet treninga odnosi se na količinu stresa kojim se opterećuju mišići, vezivno tkivo i zglobovi. Vježbe koje se koriste u pliometrijskom treningu mogu se kretati u rasponu od onih koje su vrlo jednostavne do zahtjevnijih i kompleksnijih.

Intenzitet pliometrijskih vježbi se može povećati ako primijenimo vanjsko opterećenje ( utezi, psluci, bugarske vreće), također povećanjem visine platforme sa koje se skače.

Tablica 2. Ljestvica intenziteta za trening skokova (Chu, 1995).

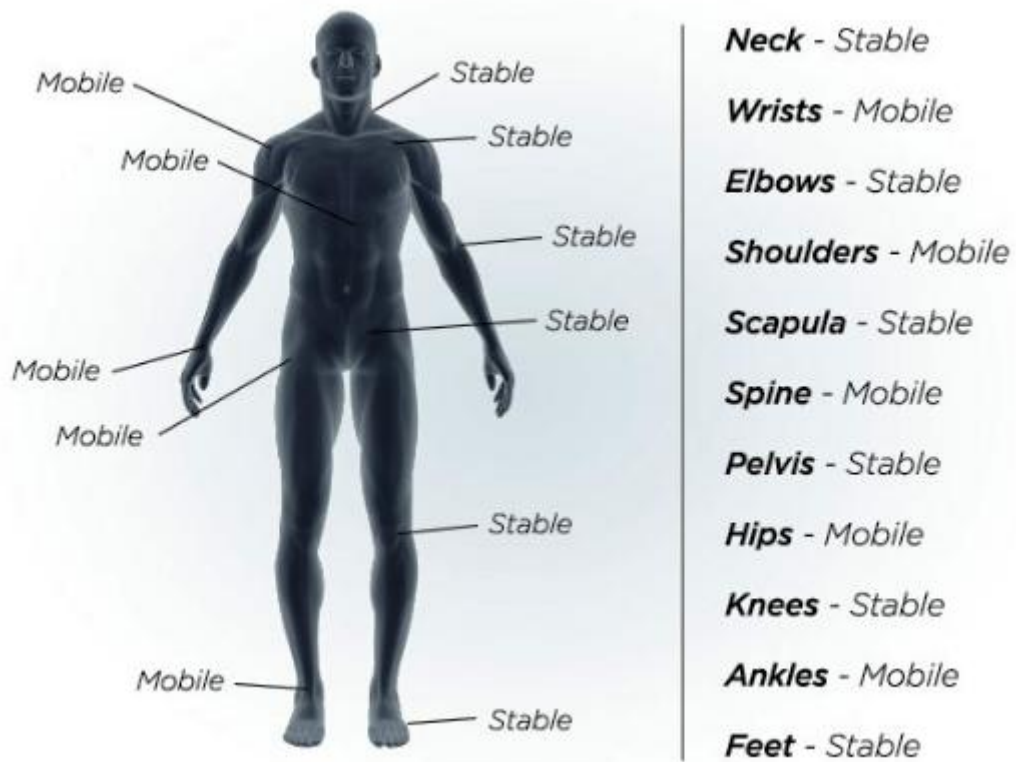


### 5.11. Mobilnost i stabilnost

Prije nego što se krene sa izvođenjem pliometrijskih vježbi visokog intenziteta, treba ispitati sportaševu stabilnost i mobilnost lokomotornog sustava. Treba obratiti pažnju na fleksibilnost ramena, kukova i kralježnice radi pravilnog položaja kukova i amortizacije. Također, treba ispitati položaj tijela, pravilnu mehaniku trupa, nagib zdjelice i položaj vratnog, grudnog i slabinskog dijela kralježnice.

Da bi se dobio uvid u učinkovitost lokomotornog sustava treba provesti FMS( Functional movement screen) testiranje.

FMS se sastoji od sedam testova pomoću kojih se dijagnosticiraju ograničenja u mobilnosti i stabilnosti ispitanika te različite asimetrije, primjerice između lijeve i desne strane trupa. Filozofija FMS – a zagovara tezu kako svaki mišić i zglobni sustav mora obavljati temeljnu funkciju, kako bi tijelo kao cjelina funkcioniralo na učinkovit način (Cook, 2003).



*Slika 2. Prikaz stabilnih i mobilnih dijelova tijela*

- FMS testovi :
1. Duboki čučanj
  2. Prekorak
  3. Iskorak na liniji
  4. Test mobilnosti ramena
  5. Prednoženje iz ležanja na leđima
  6. Sklek
  7. Rotacijska stabilnost



*Slika 3. Osnovni FMS testovi*

## **6. KLASIFIKACIJA SKOKOVA**

Prema (Chu, 1995) postoji nekoliko skupina skokova koji su podijeljeni u nekoliko podskupina :

### **Skokovi u mjestu**

- Sunožni skokovi iz stopala
- Sunožni skokovi iz stopala u stranu
- Jednonožni skokovi iz stopala u stanju
- Twist skok iz stopala
- Koljena na prsa
- Pete na stražnjicu
- Skok iz iskoraka
- Skok iz čučnja
- Skok iz iskoraka s promjenom noge
- Pike skok sa spojenim nogama
- Pike skok sa raširenim nogama

## **Skokovi u daljinu**

- Skok u dalj s mjesta
- Skok u vis s mjesta
- Skok preko prepreke
- Skok u stranu sa oba stopala
- Skok 1 – 2 – 3
- Opkoračni skok oko strunjače
- Skok u dalj s mjesta + sprint u stranu
- Skokovi u stranu na jednoj nozi
- Sunožni skokovi u stranu preko prepreke
- Skok u dalj s mjesta + sprint ravno
- Trokok s mjesta
- Trokok s mjesta preko prepreka (čunjevi, strunjača, prepona)

## **Višestruki skokovi**

- Heksagon
- Skokovi preko čunjeva prema naprijed
- Skokovi preko čunjeva dijagonalno
- Skokovi do obruča
- Skokovi preko obruča + sprint
- Skokovi preko čunjeva sa okretom za 180 stupnjeva
- Sunožni skokovi
- Sunožni skokovi u stranu preko čunjeva
- Skokovi preko prepona
- Skok u dalj s mjesta + skok preko prepone
- Skokovi po stepenicama
- Iz starta sa tri oslonca jednonožni skok preko prepone
- Heksagon sa preponama
- Skokovi na jednoj nozi
- Valoviti skokovi (3 slabija + 1 maksimalni)
- Cik – cak skokovi

### **Skokovi sa sanducima**

- Naizmjenično odguravanje
- Jednonožno odguravanje
- Korak u stranu
- Premještanje sa jedne u drugu stranu
- Skokovi prema naprijed
- Skokovi u stranu
- Višestruki skokovi
- Piramidalni skokovi
- Skokovi u stranu 30“ , 60“ ili 90“
- Višestruki skokovi u čučnju
- Višestruki skokovi na jednoj nozi

### **Dubinski skokovi**

- Skok sa kutije
- Skok na kutiju
- Skok u vis (zalet iz jednog koraka)
- Dubinski skok sa kutije + skok uvis
- Dubinski skok: kutija – tlo – kutija
- Skok iz položaja skleka (noge na povišenju)
- Dubinski skok (položaj čučnja): kutija – tlo – kutija
- Dubinski skok sa okretom od 180 stupnjeva
- Dubinski skok sa okretom za 360 stupnjeva
- Dubinski skok + skok do obruča
- Jednonožni dubinski skok
- Dubinski skok + sprint u stranu
- Dubinski skok + polaganje na koš
- Dubinski skok + blokada vreće
- Dubinski skokovi sa hvatanjem lopte
- Dubinski skok prema natrag + iskorak prema natrag
- Dubinski skok iz stoja na rukama
- Dubinski skok + skok preko prepreke (čunj ili prepona)

- Dubinski skok + skok udalj s mjesta

### **Poskoci**

- Skip
- Power skip
- Skip unatrag
- Skip u stranu sa zamasima ruku
- Poskoci u iskoraku sa promjenom noge
- Skokovi sa noge na nogu sa naizmjeničnim jednoručnim kretanjem
- Skokovi sa noge na nogu sa suručnim kretanjem
- Skokovi sa noge na nogu sa naizmjeničnim jednoručnim kretanjem – kombinacija (d – d – l – ili l – l – d)
- Skokovi sa noge na nogu sa naizmjeničnim suručnim kretanjem – kombinacija (d – d – l ili l – l – d)
- Skokovi sa noge na nogu – kombinacija + skok uvis s mjesta
- Skokovi na jednoj nozi

**SKOKOVI U MJESTU** – su skokovi kod kojih se sportaš zadržava u istom položaju u kojem je skok i započeo. Skokovi ovakvog tipa su niskog intenziteta i koriste se za razvoj kraće amortizacijske faze zahtjevajući od sportaša da se što brže i prije odrazi od podloge (Burgener, 1994)

**SKOKOVI U DALJINU** – ovi skokovi mogu biti horizontalnog ili vertikalnog tipa a odnose se na jedno maksimalno ulaganje napora. Mogu se ponavljati više puta ali treba biti prisutan potpuni oporavak između svakog pokušaja (Chu, 1992).

**VIŠESTRUKI SKOKOVI** – ovi skokovi su kombinacija skokova u mjestu i skokova u daljinu. Zahtijevaju maksimalni napor, ali se izvode jedan za drugim.

**SKOKOVI SA SANDUCIMA** - kombiniraju višestruke skokove i poskoke sa dubinskim skokovima. Mogu biti niskog intenziteta ili jako stresni što zavisi od visine kutije koje se koriste. Skokovi ovoga tipa povezuju horizontalnu i vertikalnu komponentu (Barksdale, 1989)



DUBINSKI SKOKOVI – ovi skokovi iskorištavaju tjelesnu težinu sportaša i gravitaciju da bi primijenili silu na podlogu.

Dubinski skokovi su vodeća metoda poboljšavanja reaktivne sposobnosti živčano – mišićnog sustava (Verhoshansky, 1968 prema Zatsiorsky, 1995).

## 7. OZLJEDE KOLJENA

### 7.1. Anatomija koljena

Zglob koljena, *articulatio genus*, je najsloženije građeni zglob u ljudskom tijelu. Odlikuje se posebnom građom zglobnih tijela i osobitom građom i razmještajem sveza. Sukladnost zglobnih tijela zgloba koljena dopunjuju *menisci articulares*, medijalni i lateralni (Pećin M. i Hašpl M., 2004). Lateralni menisk pokretniji je od medijalnog meniska. Pomicanje meniska omogućuje da konkavno zglobno tijelo pri pokretima prati konveksno zglobno tijelo. Meniske oblikuje vezivno tkivo s kolagenim vlaknima u koja su uložene hrskavične stanice. *Meniscus medialis* je polumjesečast i vezan s *ligament collaterale tibiale* (Platzer 2011). Medijalni menisk širi je straga nego sprijeda. Kada rotiramo potkoljenicu prema van medijalni menisk se najviše pomiče i napreže, a pri rotaciji prema unutra je rasterećen. *Meniscus lateralis* je okruglastog oblika i podjednako je širok. Lateralni menisk nije srastao s *ligament collaterale fibulare* i zbog toga je pokretljiviji od medijalnog meniska (Platzer, 2011). Za stabilnost koljena bitne su pobočne i ukrižene sveze. Osim što su glavni nosioci stabilnosti koljena, sveze određuju granice najvećeg raspona pokreta u zglobu. Za ispravan rad koljena potrebne su čvrste sveze. Stabilizatore koljena možemo podijeliti na aktivne (mišićno- tetivni sustav) i pasivne (ligamenti, menisci, koštane strukture). Prednja ukrižena sveza, *ligament cruciatum anterius* ( LCA), polazi od *area intercondylaris anterior tibiae* i seže do unutrašnje plohe lateralnog kondila femura .

Stražnja ukrižena sveza ( LCP), snažnija je nego prednja ukrižena sveza i polazi od lateralne plohe medijalnog kondila femura te seže do *area intercondylaris posterior* (Platzer, 2011). Dva ligamenta na vanjskoj strani zgloba nazivaju se kolateralni

ligamenti : medijalni kolateralni ligament ( MCL) i lateralni kolateralni ligament (LCL) (Brian Halpern i Laura Tucker, 2008). Koljenskom zglobu pripada i sezamska kost ( iver) što se nalazi u tetivi četveroglavog bedrenog mišića. U zglobu koljena također se nalaze burze. Burze su male vrećice ispunjene tekućinom. U koljenu su prilično brojne, osobito iznad mjesta gdje se tetiva veže za kost. Burze su oblikovane tako da smanjuju trenje. Kada nešto iritira burze često se događa da se one napune tekućinom, a to može biti vrlo bolno. Tu pojavu nazivamo burzitis.

Veliki dio koljena obavijen je omotačem koji nalikuje na balon i naziva se čahura, a unutrašnja obloga čahure naziva se sinovija. Tekućina unutar čahure pomaže da izvođenje pokreta bude glatko i bez trenja. Kada nešto iritira sinoviju ona reagira tako da stvori više tekućine nego što je normalno, a tada nastaje vrlo bolna oteklina.

## 7.2. Kretnje u koljenskom zglobu

Većina pokreta (osim nevoljnih pokreta – kao što su otkucaji srca i refleksi) započinje u mozgu. Mišići se pokreću suprotno jedni drugima. Kada se jedan mišić produljuje suprotni mišić se skraćuje. U zglobu koljena razlikujemo tri osnovne kretnje :

1. fleksiju
2. ekstenziju
3. rotaciju

Fleksija i ekstenzija u koljenskom zglobu ostvaruju se oko poprečne osi, a u položaju fleksije obavljaju se i pokreti rotacije oko osi potkoljenice.

Kada je koljeno u ekstenziji, napete su obje kolateralne sveze i prednji dio *ligament cruciatum anterius*. Kondili femura pri ekstenziji kližu u krajnji položaj i pri tome se širi *ligament collaterale tibiale*, te u zadnjih 10 stupnjeva ekstenzije prije krajnjeg položaja slijedi završna rotacija od oko 5 stupnjeva (Platzer, 2011). Završna rotacija može biti nadopunjena i vanjskom rotacijom tibije. Kada je koljeno u potpunoj ekstenziji napete su kolateralne te ukrižene sveze.

Opseg normalne ekstenzije u zglobu koljena je oko 180 stupnjeva, kod djece je moguće načiniti i do 5 stupnjeva veću ekstenziju. Kada je koljeno u fleksiji gotovo su sve sveze koljena mlohav, također u položaju fleksije mogući su pokreti rotacije koje usklađuju ukrižene sveze. Opseg rotacije prema unutra je veći nego opseg rotacije prema van. Kada je koljeno flektirano pod 90 stupnjeva, moguće je rotirati potkoljenicu

prema unutra za 10 stupnjeva te prema van za 40 stupnjeva (Pećina i Hašpl , 2004). Kada je koljeno ispruženo i kada je čovjek u uspravnom položaju, nije moguća rotacija potkoljenice.

Rotaciju prema unutra ograničavaju ukrižene sveze, dok rotaciju prema van ograničavaju *ligament collaterale tibiale* i *ligament collaterale fibulare*. Aktivna fleksija u zglobu koljena izvediva je od 0 do 135 stupnjeva, dok se pasivna fleksija kreće do 160 stupnjeva.

Raspon između 135 i 165 stupnjeva naziva se „mrtvim mišićnim prostorom“ (Pećina i Hašpl, 2004).

U slučaju ozljede koljena, zglob zauzima blagi obrambeni položaj fleksije od 10 do 15 stupnjeva.

### 7.3. Položaj noge i koljeni zglob

Položaj nogu ovisi o kutu *collum – corpus* bedrene kosti, te o pravilnoj građi zgloba koljena. Neodgovarajući ili neprirodan položaj noge stvara dodatna opterećenja i dovodi do oštećenja zgloba koljena.

Prema (Platzer, 2011) razlikujemo tri položaja noge :

1. prava noga ili genu rectum
2. X - noge ili genu valgum
3. O - noge ili genu varum

Kod prave noge (*genu rectum*) smjer opterećenja prolazi sredinom glave bedrene kosti pa sredinom koljenskog zgloba te se nastavlja do sredine kalkaneusa.

Kod X – nogu prekomjerno je nategnut *ligament collaterale tibiale* te su preopterećeni lateralni menisk te zglobne hrskavice lateralnog kondila femura i lateralnog kondila tibije. Za X – noge karakterističan je pomak opterećenja prema lateralno, odnosno kroz lateralni kondil bedrene kosti i kroz glavu fibule. Kod X – nogu je izrazitija završna rotacija.

Kod O – nogu smjer opterećenja prolazi kroz medijalni kondil femura ili još medijalnije.

U ovom slučaju prekomjerno je nategnut *ligament collaterale fibulare*.

U slučaju O – nogu nije moguće načiniti maksimalnu ekstenziju pa ni završnu rotaciju.

#### 7.4. Funkcija mišića u koljenskom zglobu

Mišići koji okružuju koljeno i koji su povezani s njim od velikog su značaja za stabilnost koljena. Zbog svoje sposobnosti da se istežu i pokreću koljeno nazivaju se dinamički stabilizatori. Ovi mišići su među najvećima mišićima u tijelu.

Prema (Platzer, 2011) mišiće koji obavljaju pokrete u zglobu koljena možemo podijeliti na četiri skupine :

##### 1. mišići ekstenzori :

- *musculus rectus femoris*
- *musculus vastus intermedius*
- *musculus vastus medialis*
- *musculus vastus lateralis*
- *musculus tensor fasciae latae*

##### 2. mišići fleksori :

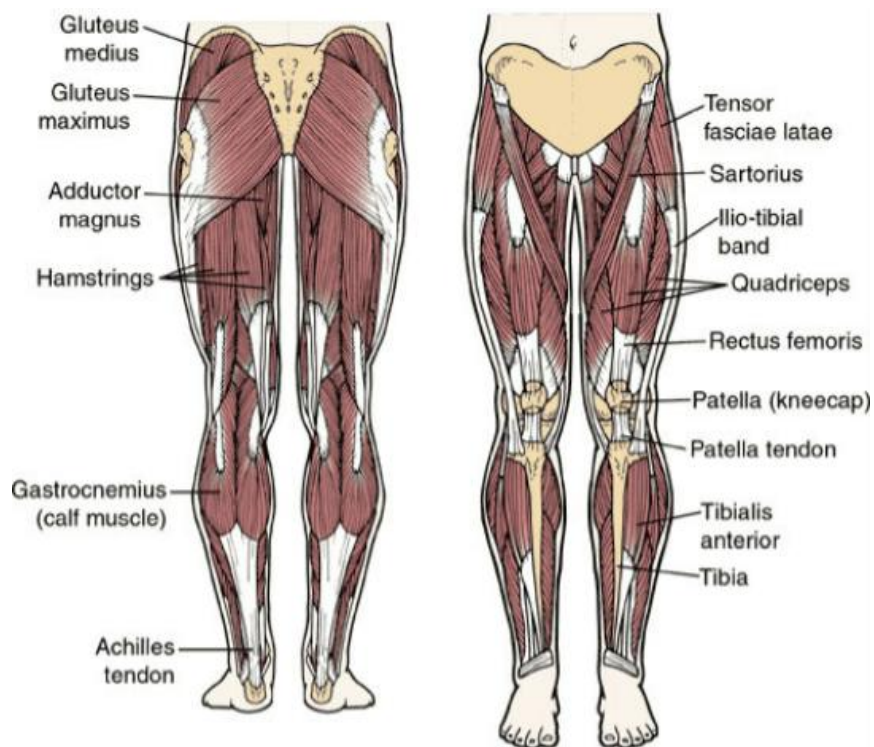
- *musculus semimembranosus*
- *musculus semitendinosus*
- *musculus biceps femoris*
- *musculus gracilis*
- *musculus sartorius*
- *musculus popliteus*
- *musculus gastrocnemius*

##### 3. unutarnji rotatori :

- *musculus semimembranosus*
- *musculus semitendinosus*
- *musculus gracilis*
- *musculus sartorius*
- *musculus popliteus*

4. vanjski rotatori :

- *musculus biceps femoris*
- *musculus tensor fasciae latae*



*Slika 4. Mišići donjih udova*

## 7.5. Najučestalije ozljede koljena

Zbog svog položaja i intenzivnog korištenja, zglob koljena je prilično osjetljiv zglob. Koljeno možemo ozlijediti pri radu, u prometnoj nesreći, a najčešće u sportskoj aktivnosti.

Gotovo polovica svih ozljeda u sportu otpada na zglob koljena. S obzirom na prirodu i porijeklo ozljeda možemo ih podijeliti na ozljede koje nastaju pod utjecajem unutrašnjih (intrinzičnih) faktora i ozljede koje nastaju pod utjecajem vanjskih (ekstrinzičnih) faktora.

Intrinzični faktori su sile koje djeluju iznutra, a mogu se javiti kao posljedica loše mišićne aktivacije. Loša mišićna aktivacija može biti posljedica: disbalansa mišića, poremećaj između agonista i antagonista, diskordinacije u slijedu mišićne aktivacije. Sile koje djeluju izvana pripadaju ekstrinzičnim faktorima. Nepravilan doskok, pad, kontakt s drugim igračem, samo su neki od vanjskih faktora.

Najučestalijim ozljedama koljena pripadaju ozljede meniska i ligamenata. Također su učestale ozljede nastale uslijed prenaprezanja, poput bursitisa, skakačkog koljena, patelarnog tendinitisa i ilijotibialnog sindroma. Ukoliko dođe do ozljede važno je kvalitetno i brzo djelovati kako bi se smanjio hematoma, a to je bitno za daljnji tok liječenja i cijeljenja tkiva.

Osnovni princip zbrinjavanja ozljeda može se označiti pojmom RICE.

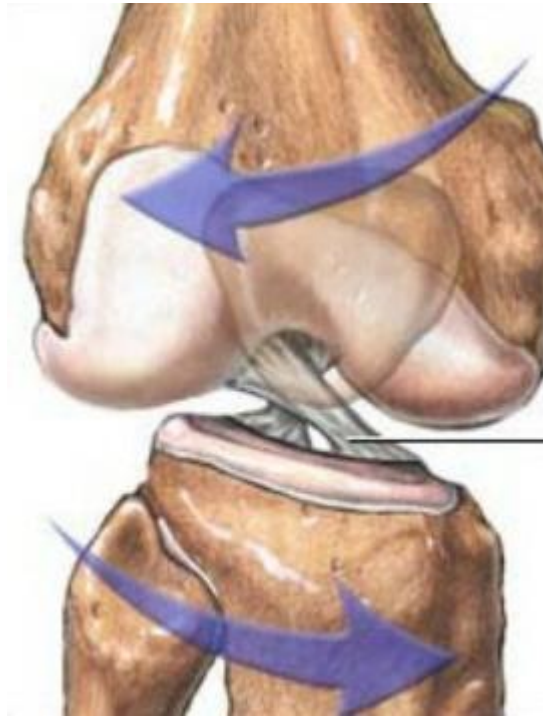
Metoda RICE zapravo je skraćenica za : R- rest (poštediti), I- ice (hlađenje), C- compression (kompresija), E- elevation (elevacija) (Pećina M. i Hašpl M. 2004).

Poštediti se odnosi na mirovanje počevši od odmora pa do imobilizacije. Trajanje poštediti određuju se individualno.

Hlađenje se obavlja ledom ili potapanjem u hladnu vodu. Od velike je važnosti da se led ili vrećice za hlađenje ne stavljaju direktno na kožu već preko sloja ručnika ili suhe krpe. Hlađenje u prva tri sata je od izuzetne važnosti. Led se stavlja u više navrata po 15 minuta. Hlađenje se provodi do 72 sata nakon ozljede s ciljem kontrole krvarenja.

Kompresija se najčešće izvodi elastičnim zavojem pri čemu treba biti oprezan da se zavoj ne stegne prejakom, u suprotnom može dovesti do prekida periferne cirkulacije.

Elevacija se odnosi na podržavanje venskog krvotoka, sprečavanje krvne staze i poboljšanja limfne drenaže. Ozlijeđeni dio tijela treba postaviti na razinu višu od razine srca.



*Slika 5. Mehanizam nastanka ozljede prednje ukrižene sveze*

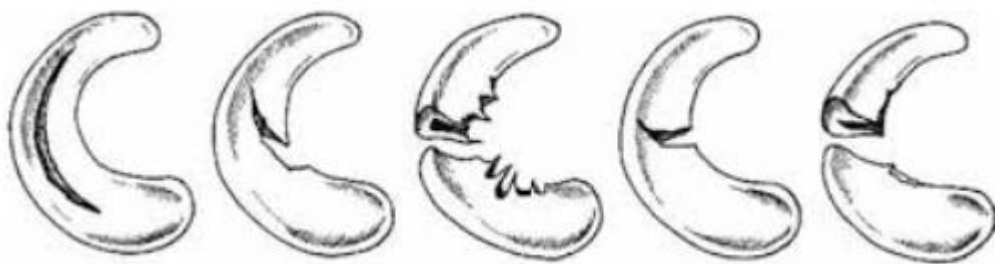
### **7.5.1. Ozljede meniska**

Ozljede meniska karakteristične su za mlađe dobne skupine. Ozljede meniska gotovo uvijek nastaju djelovanjem posredne mehaničke traume preko potkoljenice ili natkoljenice. Posredna trauma može oštetiti meniske samo pri flektiranom koljenu, uz rotaciju potkoljenice te njenu abdukciju ili adukciju. Uzdužni razdor stražnjeg segmenta medijalnog meniska najčešća je lezija meniska (Pećina i Hašpl , 2004). Do ovog razdora dolazi pri flektiranom koljenu te uz rotaciju prema van i eventualnu abdukciju potkoljenice. Ako je pri nastajanju ozljede potkoljenica bila vrlo abducirana može doći i do ozlijede medijalnog kolateralnog ligamenta. Nogomet, atletika, skijanje, samo su neki od sportova gdje dolazi do ozljede meniska.

Mogući rascjepi meniska :

1. uzdužni
2. poprečni
3. potpuni uzdužni rascjep (bucket handle)

4. rascjep u obliku ušne rese (flap)
5. horizontalni



*Slika 6. Mogući rascjepi meniska*

Dijagnostika ozljeda meniska može činiti velike poteškoće, zapravo ne postoji potpuno sigurna klinička dijagnoza ozljede meniska. Pri nastajanju rupture zdravog meniska na strani ozlijeđenog meniska javlja se intenzivna bol.

Bol je toliko intenzivna da nije moguće nastaviti sportsku aktivnost. Ozljeda meniska najčešće je popraćena izljevom i blokadom koljena.

### **7.5.2. Ozljede ligamenata**

Ligamenti se smatraju statičkim stabilizatorima koljena. Budući da se mogu tek malo istegnuti, sprječavaju koljeno da ode predaleko izvan svog pravilnog položaja. Ligamenti ograničavaju pokrete koljena u sva četiri smjera. Ligamenti omogućuju pokrete koljena ali ne previše, na taj način imaju važnu ulogu u prevenciji ozljede.

Koljeni zglob čine četiri osnovna ligamenta. Dva ligamenta na vanjskoj strani zgloba nazivaju se kolateralni ligamenti : medijalni kolateralni ligament (MCL) i lateralni kolateralni ligament (LCL). Dva ligamenta koja prolaze kroz sredinu zgloba nazivaju se križni ligamenti : prednji križni ligament (ACL) i stražnji križni ligament (PCL) (Halpern i Tucker, 2008).

Kada se govori o ozljedi ligamenata koljena, najprije treba razlikovati svježe i zastarjele ozljede, zatim jeli riječ samo o istegnuću (dinstensio), djelomičnom prekidu (ruptura partialis) ili se pak radi o potpunom prekidu (ruptura totalis) ligamenata (Pećina i Hašpl , 2004). Poznavanje ozljede bitno je iz razloga hoće li liječenje biti konzervativno ili



kiruško. Treba uzeti u obzir više faktora, kao što su životna dob, zanimanje, način života, vrstu sporta.

U koliko potkoljenica bude u prevelikoj abdukciji pri ekstenziranom koljenu, može doći do ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta. Također rotacija koljena uz laganu fleksiju i abdukciju potkoljenice dovodi do ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta. Ovakve slučajeve često srećemo u nogometnoj igri prilikom sudara dvaju igrača.

Totalna ruptura medijalnog kolateralnog ligamenta često je udružena s ozljedom prednjeg ukriženog ligamenta i rupturom medijalnog meniska (Pećina i Hašpl , 2004). U koliko je došlo do parcijalne rupture ligamenata, potrebna je imobilizacija do 6 tjedana u specijalnim koljenim ortozama s mogućnošću regulacije opsega fleksije i ekstenzije koljena. Često se rade pogreške stavljanjem koljena u longetu na 14 dana, to vrijeme nije dovoljno da bi se ligament oporavio, imobilizacija dovodi samo do atrofije kvadricepsa. U koliko dođe do totalne rupture medijalnog kolateralnog ligamenta potrebno je staviti imobilizaciju na 6 tjedana te još najmanje 6 tjedana ograničiti opterećenje koljena i započeti kineziterapijske vježbe (Pećina, 2004).

Lateralni kolateralni ligament najčešće puca na distalnom hvatištu na fibuli i često se odlomi koštani dio hvatišta sveze.

Do izolirane ozljede prednje ukrižene sveze dolazi zbog nagle i snažne hiperekstenzije koljena ili pri izravnu udarcu u femoralne kondile pri flektiranom koljenu i fiksiranoj tibiji uz pomak femura straga. Ozljede s abdukcijom i rotacijom u koljenu uvijek uzrokuju složene ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta, prednjega ukriženog ligamenta i medijalnog meniska, ova pojava naziva se „zlokobni trijas“(nesretni trijas).

### **7.5.3. Ozljede koljenskog ekstenzornog sustava**

Ozljede ovakvog tipa često znaju biti varljive s obzirom na to da su popratne pojave krvarenje i oteklina koji prekriju temeljnu ozljedu. Najčešće su rupturi *musculus rectus femoris*. Ozljeda ovakvog tipa očituje se udubinom u mišićnim nitima, i tek nakon što se povuku oteklina i hematoma može se dobro palpirati. Ovakva ozljede često je popraćena lošom estetikom, naime pri kontrakciji mišića u proksimalnom dijelu mišića nastaje izbočina.

Kod ljudi s prekomjernom težinom može doći do avulzije tetive kvadricepsa od patele. Do ozljede dolazi kada se čitava tjelesna težina prenese na flektirano koljeno da bi se izbjegao pad.

Zbog djelovanja posredne sile prijelomi patele su poprečni, a zbog djelovanja izravne sile su kominutivni. Kod liječenja prijeloma patele bitno je brzo djelovati jer je tada brži povratak funkcije koljena i bolji su trajni rezultati.

Za ljude mlađe životne dobi karakteristična je avulzija ligamenta patelle od donjeg pola patele. Avulzija ligamenta patele uvijek je potpuna i pruža se postranično s objiju strana, a postoji i avulzija maloga fragmenta donjeg pola patele.

## **8. PRINCIP ZBRINJAVANJA SPORTSKIH OZLJEDA**

U širem smislu sportske ozljede obuhvaćaju sve ozljede koje su nastale prilikom bilo kakve kineziološke aktivnosti, a u užem smislu označuju ozljedu tipičnu za pojedinu sportsku granu (npr. plivačko rame ili teniski lakat). Veliki značaj treba se pridodati prevenciji, jer se provođenjem preventivnih mjera može u znatnoj mjeri smanjiti rizik ozljeđivanja. Veliku ulogu u sprječavanju ozljeda sportaša ima sportaševa vještina izvođenja određene aktivnosti. Pod vještinu se ne misli samo na fizičku sposobnost nego i na mentalnu sposobnost procjene situacije u kojoj se sportaš nalazi i samim tim prepoznavanje rizičnih činitelja te njihovo sprečavanje.

Prema (Bojanić i Smerdelj , 1995) fleksibilnost je jedna od ključnih motoričkih sposobnosti za sprečavanje ozljeda. Većina sportskih ozljeda lakše je prirode i pretežno zahvaća mišiće i ligamente.

Osnovni princip zbrinjavanja ozljeda :

1. hlađenje
2. kompresija
3. elevacija
4. pošteta

## **8.1. Hlađenje**

Hlađenje se primjenjuje neposredno nakon ozljeđivanja kako bi se smanjila reakcija tkiva na traumu. Hlađenjem dolazi do vazokonstrikcije, tako se smanjuje prokrvljenost ozlijeđene zone te se također smanjuje otok tkiva i sprječava formiranje hematoma. Hlađenjem se također ublažava bol i to na dva načina: smanjenjem refleksnog spazma okolnih mišića i usporavanjem ili blokiranjem senzornih putova boli.

Hlađenje se najčešće izvodi uz pomoć leda ili potapanjem ozlijeđenog dijela tijela u hladnu vodu. Led se ne stavlja direktno na kožu, već preko sloja gaze ili ručnika. Ako se led stavlja direktno na kožu i drži duže od 10-15 minuta, može doći do pojave smrzotina. Hlađenje ima najveću ulogu u prvih tri sata nakon nastanka ozljede. Ozlijeđeni dio se hladi u nekoliko navrata po 15 minuta. Preporuča se 4 do 6 hlađenja po 15 minuta u prvih 48 sati. Hlađenje ledom ili uranjanjem u hladnu vodu ima veći učinak od površinskih rashlađivača (sprejeva), zbog toga što površinski raspršivači ohlade samo površinski sloj, a neposredno po prestanku raspršivanja nastaje reaktivna hiperemija, čime se u stvari dobije suprotan efekt.

## **8.2. Kompresija**

Kompresija se u pravilu primjenjuje zajedno sa hlađenjem. Kompresija se može izvršiti elastičnim zavojem, kompresivnim zavojem, manualnim pritiskom. Još uvijek se najčešće primjenjuje kompresija elastičnim zavojem preko vrećice leda.

Svrha kompresije je raširiti hematoma na veću površinu i tako poboljšati uvjete resorpcije.

Pri izvođenju kompresije treba voditi računa da pritisak bude ravnomjeran, da nema nabora na zavoju te da pritisak ne ometa perifernu cirkulaciju.

## **8.3. Elevacija**

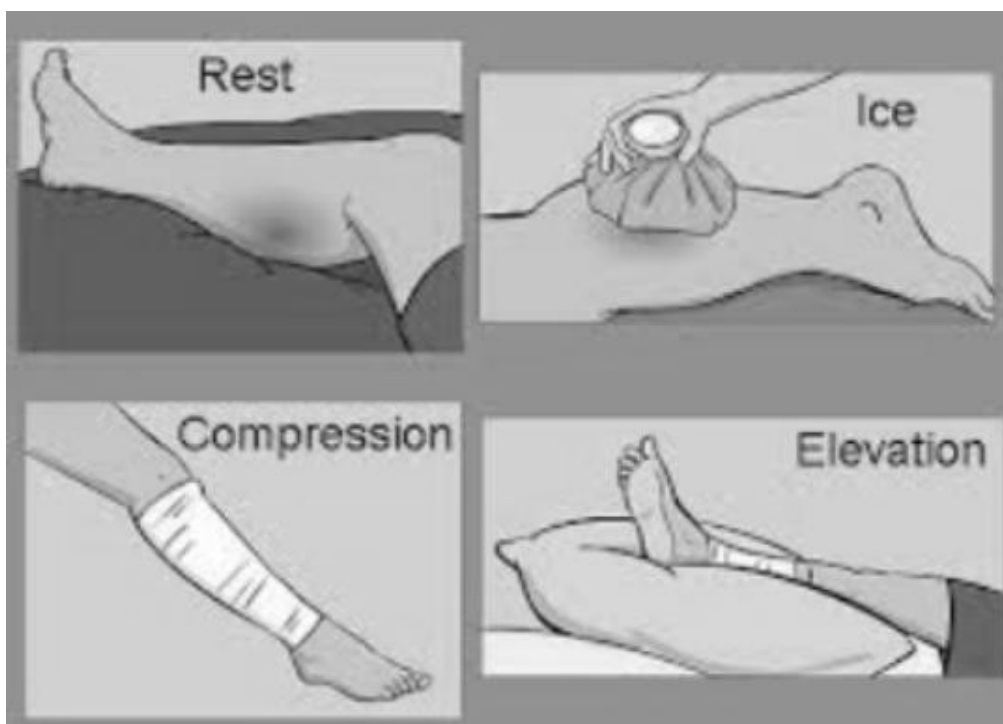
Elevacija podrazumijeva postavljanje ozlijeđenog ekstremiteta iznad razine srca. Ako dođe do ozljede na sportskim terenima, nije dovoljno samo ohladiti i kompresirati, od izuzetne važnosti je postaviti ozlijeđeni dio na razinu iznad razine srca.

Ako je ozlijeđeni dio postavljen iznad razine srca tada poboljšava limfnu drenažu kojom se vrši resorpcija i eliminacija hematoma. O težini ozljede, odnosno veličini hematoma ovisi trajanje elevacije. Pri tome treba znati da veličina hematoma ne označava uvijek i veličinu ozljede, jer i manje ozljede mogu biti praćene ozljedama većih krvnih žila, i obrnuto.

#### 8.4. Pošteda

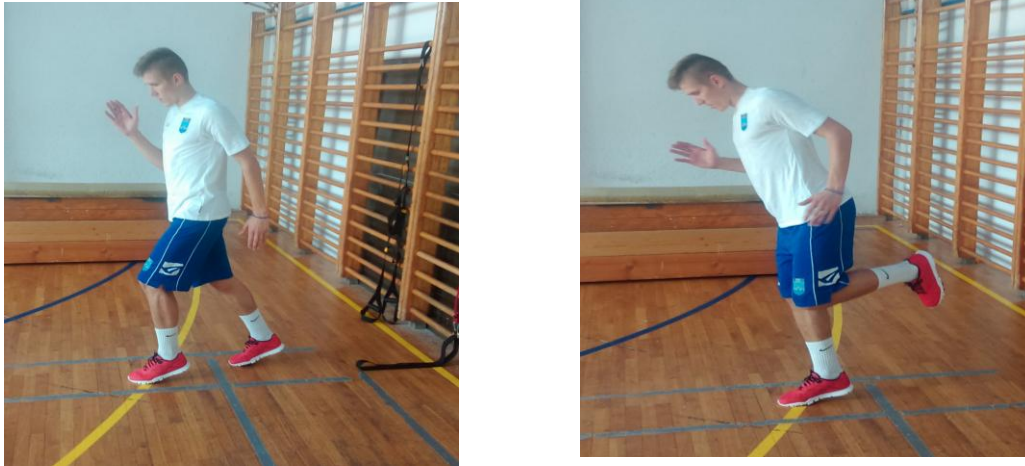
Pošteda podrazumijeva mirovanje koje je određeno prema vrsti i težini ozljede, počevši od odmora pa do imobilizacije, trajanje mirovanja određuje se individualno. Mirovanjem se smanjuje lokalna reakcija tkiva na ozljedu, tako se doprinosi kvalitetnijem zacjeljivanju.

Cilj poštede je spriječiti daljnje ozljeđivanje tkiva i smanjiti povećanje hematoma. Pošteda katkad podrazumijeva i imobilizaciju, ali nikako apsolutno mirovanje. Uz pomoć specijalnih ortopedskih pomagala osigurava se mirovanje, ali i omogućuje određeni stupanj gibanja u zglobovima.



Slika 7. Primjena RICE metode

## 9. PRIMJENA TRENINGA PLIOMETRIJE



*Slika 8. Prikaz pliometrijske vježbe niskog intenziteta*

Naziv vježbe : cating

Opis vježbe : vježbač stoji u početnom položaju tako da mu se linija nalazi između pete prednje noge i prstiju stražnje noge. Na znak izvodi cating preko linije. Stopala se postavljaju na prednji dio, ruke obavezno moraju pratiti rad nogu. Veliku ulogu imaju zglobovi između tarzalnih i metatarzalnih kosti, odnosno između klinastih kostiju kuboidne kosti s jedne strane te baze metatarzalnih kostiju s druge strane. Ti zglobovi su mjesta na kojima se izvodi eksartikulacija prednjeg dijela noge u tzv. Lisfrancovoj eksartikulacijskoj zglobnoj liniji koja omogućava izvođenje gibanja ograničenog obujma koje služi amortizaciji pri skakanju, trčanju i hodanju (Dodig, 2002). Na slici je također prikazan i jednoonožni cating koji je nešto teži za izvesti.

Pri izvođenju catinga treneri mogu ubaciti i neke specifične pokrete za određeni sport. Tako pri izvođenju catinga košarkaš može hvatati loptu i odigravati suigraču, rukometaš može hvatati loptu i šutirati na gol.

Utjecaj vježbe : jačanje mišića fleksora koljena (*semimembranosus, semitendinosus, biceps femoris, gracilis, sartorius, popliteus, gastrocnemius*), jačanje mišića ekstenzora koljena (*quadriceps femoris, tensor fasciae latae*). Jačanje mišića koji sudjeluju pri izvođenju dorzalne fleksije stopala (*tibialis anterior, extensor digitorum longus, extensor hallucis longus*), jačanje mišića koji izvode plantarnu fleksiju stopala (*triceps surae, fibularis longus, fibularis brevis, flexor digitorum longus, tibialis posterior*), također se jačaju mišići koji sudjeluju pri pronaciji i supinaciji stopala.

Svi navedeni mišići važni su za stabilnost koljena. U koliko su dovoljno razvijeni spriječiće neželjene pokrete u koljenskom zglobu kao što su hiperekstenzija, prevelika unutarnja i vanjska rotacija te tako spriječiće mogućnost nastanka ozljede.

Trajanje vježbe : cating je vježba koja se može izvoditi gotovo pa na svakom treningu. Također može služiti kao vježba jačanja stopala i priprema za složenije pliometrijske vježbe.

3 – 5 serija u trajanju od 8 – 12 sekundi, ovisno o razini uvježbanosti sportaša.

Cating spada u skupinu vježbi pliometrije niskog intenziteta tako da pauza između serija ne mora biti duža od 2 minute, a može se izvoditi i više od pet puta tjedno.



Slika 9. Prikaz pliometrijske vježbe srednjeg intenziteta

Naziv vježbe : visoki skip uz otpor gume

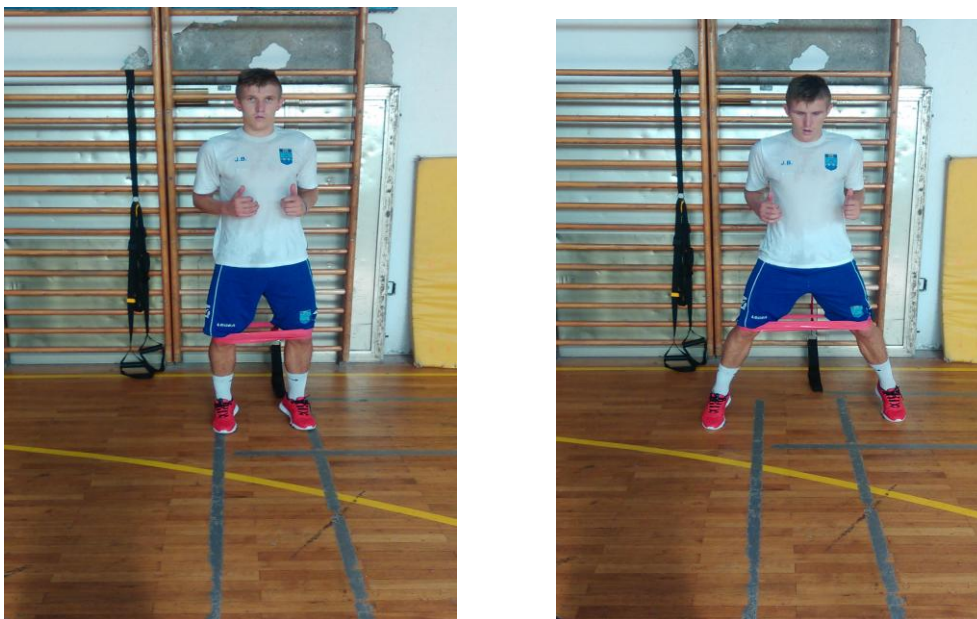
Opis vježbe : vježbač se nalazi leđima okrenut švedskim ljestvama, guma se postavlja na vježbačeve natkoljenice. Guma se nategne toliko da vježbač može više puta uzastopno podignuti koljeno do razine kuka. Vježbač na znak kreće izvoditi visoki skip, natkoljenica u najvišoj fazi mora biti paralelna s podlogom, ruke obavezno prate rad nogu (suprotna ruka – noga). Tijelo vježbača stoji uspravno ili malo nagnuto prema naprijed. Pasivna noga mora biti u blagoj fleksiji, nikako u hiperekstenziji. Visoki skip je vježba koja se može izvoditi u više varijanti : naprijed, natrag, lijevo, desno, uz otpor ili preko prepreka samo su neke od mogućih izvedbi ove vježbe.

Pri izvođenju visokog skipa pritisak na stopalo nije ravnomjerno raspoređen. Prema distribuciji težine najveći dio dolazi na prednji dio stopala, najveće opterećenje je na centralnom dijelu i to na glavicama druge, treće i četvrte kosti donožja.

Utjecaj vježbe : visoki skip je vježba koja aktivira gotovo pa iste mišiće kao cating, glavna razlika između ove dvije vježbe je u aktivaciji *glutes maximusa* i *iliopsoasa*. *Musculus iliopsoas* je glavni pregibač natkoljenice i omogućuje hod, također pregiba tijelo prema naprijed i podiže ga iz ležećega položaja. *Iliopsoas* tvore *musculus iliacus* i *musculus psoas major*. *Gluteus maximus* se dijeli na površinski i dubinski dio. Ima veliko značenje pri uspinjanju stubama.

Visoki skip je jedna od osnovnih vježbi koju primjenjuje veliki broj sportaša kao bi razvili veću brzinu kretanja, ali ujedno i usvojili pravilnu tehniku trčanja. Također ova vježba utječe na jačanje mišića nogu i time prevenira pojavu ozljede koljena. Samo jačanje mišića nogu kroz visoki skip nije dovoljno kako bi se spriječio nastanak potencijalne ozljede, od velike je važnosti pravilno izvođenje ove vježbe i automatizacija izvedbe.

Trajanje vježbe : visoki skip spada u skupinu pliometrijskih vježbi srednjega intenziteta (Allerheilgen, Rogers, 1995). Preporuča se njegovo izvođenje u 2 – 3 serije po 10 – 15 sekundi, 2 – 3 puta tjedno. Također ova vježba može služiti za jačanje stopala i kao predvježba složenijim pliometrijskim vježbama.



*Slika 10. Prikaz pliometrijske vježbe srednjeg intenziteta*

Naziv vježbe : odnoženje uz otpor gume

Opis vježbe : vježbač stoji u raskoračnom stavu, u početnom položaju stopala se nalaze u širini ramena. Noge su tijekom izvođenja vježbe u blagoj fleksiji. Guma se postavlja nešto iznad razine koljena. Na znak vježbač izvodi odnoženje i vraća se u početni položaj. Za razliku od catinga i visokog skipa gdje ruke imaju veliki utjecaj u izvođenju vježbe, u ovoj vježbi ruke su pasivne. Pri izvođenju ove vježbe treneri mogu ubaciti specifične pokrete za određeni sport.

Utjecaj vježbe : odnoženje uz otpor gume je vježba koja aktivira mišiće nogu. Razlika između catinga, visokog skipa i odnoženja je u aktivaciji mišića aduktora i abduktora.

Pri odnoženju aktiviraju se mišići vanjske strane natkoljenice (*gluteus medius, tensor fasciae latae, gluteus maximus, gluteus minimus, piriformis, obturatorius*), dok pri vraćanju u početni položaj sudjeluju mišići unutarnje strane natkoljenice (*adductor magnus, adductor minimus, adductor longus, adductor brevis, gluteus maximus, gracilis, pectineus, quadratus femoris, obturatorius*).



Ako znamo mehanizam nastanka ozljede meniska (vanjska rotacija i abdukcija potkoljenice za medijalni menisk i unutarnja rotacija i abdukcija potkoljenice za lateralni menisk) te mehanizme nastanka ozljede ligamenata koljena (medijalni kolateralni ligament ozlijeđuje se pri prekomjernoj abdukciji potkoljenice pri eksteniranom koljenu ili pri rotaciji u koljenu uz laganu fleksiju i abdukciju potkoljenice, do ozljede prednje ukrižene sveze dolazi zbog nagle i snažne hiperekstenzije koljena ili pri izravnom udarcu u femoralne kondile pri flektiranom koljenu i fiksiranoj tibiji uz pomak femura straga, do ozljede stražnje ukrižene sveze dolazi kada pri flektiranom koljenu sila djeluje na kondile tibije od sprijeda prema straga) onda shvaćamo važnost ove vježbe. Upravo ova vježba uz otpor gume aktivira i jača sve mišiće da se spriječi nastanak navedenih ozljeda.

Trajanje vježbe : odnoženje uz otpor gume spada u skupinu pliometrijskih vježbi srednjeg intenziteta. Vježba se izvodi u 2 – 3 serije po 10 – 12 ponavljanja, 2 – 3 puta tjedno. Ova vježba može poslužiti kao predvježba za složenije pliometrijske vježbe.



*Slika 11. Prikaz pliometrijske vježbe srednjeg intenziteta*

Naziv vježbe : sunožni poskoci iz pretklona

Opis vježbe: vježbač se nalazi u poziciji pretklona, rukama postavljenima na švedskom sanduku. U početnoj poziciji vježbač se nalazi na prednjem dijelu stopala, podlaktice su cijelom svojom površinom na švedskom sanduku. Na znak vježbač izvodi više sunožnih poskoka iz stopala. Pri doskoku mora postojati određeni kut između potkoljenice i natkoljenice (fleksija) kako ne bi došlo do hiperekstenzije potkoljenice i ozljede prednje ukrižene sveze. Također pri doskoku stopala trebaju biti postavljena blago prema van. Kod velikih doskoka prva i peta kost donožja elastično se pomiču u stranu vršeći dvije značajne funkcije. Prvo, povećava se površina oslonca u frontalnoj ravnini, drugo, istim pomicanjem učinkovitija je amortizacija pritiska.

Utjecaj vježbe : sunožni poskoci iz pretklona je vježba koja dominantno aktivira mišiće nogu. Razlika između prethodno opisanih vježbi i ove je u znatnoj aktivaciji trupa.

Vježba služi za jačanje mišića potkoljenice (*tibialis anterior, extensor digitorum longus, fibularis longus, fibularis brevis, gastrocnemius, plantaris, soleus, tibialis posterior, fleksor hallucis longus*), vježba također utječe na mišiće natkoljenice (*vastus medialis, vastus lateralis, vastus intermedius, rectus femoris, sartorius, biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus, gluteus maximus*).

Znatnu aktivaciju imaju i neki od mišića trupa (*obliquus externus abdominis, obliquus internus abdominis, transversus abdominis, rectus abdominis, pyramidalis*)

Za prevenciju ozljeda koljena od velike su važnosti snažni mišići nogu, također stabilan trup (core) ima izuzetnu veliku ulogu u prevenciji ozljeda. Stabilan trup ponekad može značiti i stabilno koljeno. U ekipnim sportovima (nogomet, košarka, rukomet, ragbi) stabilan trup ima izuzetnu važnu ulogu, trup pri kontaktu dva igrača „apsorbira“ stvorenu silu i tako štiti koljeno od raznih nepovoljnih položaja koji dovode do ozljede koljena.

Trajanje vježbe : sunožni poskoci iz pretklona spadaju u skupinu pliometrijskih vježbi srednjega intenziteta. Vježba se izvodi u 2 – 3 serije po 15 – 20 ponavljanja, 2 – 3 puta tjedno



*Slika 12. Prikaz pliometrijske vježbe srednjeg intenziteta*

Naziv vježbe : izbačaj medicinke zasukom trupa iz iskoraka

Opis vježbe : vježbač se nalazi u poziciji iskoraka, suvježbač se nalazi par koraka ispred njega. Suvježbač vrši izbačaj medicinke prema vježbaču. Vježbač prima medicinku na gotovo opružene ruke, izvodi amortizaciju lopte te potom izvodi zasuk trupa u suprotnu stranu od iskoračne noge. Iskoračna noga se nalazi cijelom svojom površinom čvrsto na podlozi. Nakon što je napravio zasuk trupa, vježbač vrši izbačaj medicinke u stranu, preko iskoračne noge.

Utjecaj vježbe : izbačaj medicinke zasukom trupa iz iskoraka je odlična vježba za stabilnost koljena. Vježbač izbačajem medicinke narušava svoj ravnotežni položaj i stvara veliku silu koja nastoji napraviti vanjsku rotaciju koljena. U značajnoj mjeri aktiviraju se mišići nogu, ali također i mišići trupa. Ovom vježbom aktiviramo dvije vrste snage: statičnu i eksplozivnu. Da bi sportaš zadržao početnu poziciju i ispravno izveo vježbu, potrebna mu je određena razina statične snage. Eksplozivna snaga manifestira se izbačajem medicinke preko iskoračne noge.

Prilikom izbačaja medicinke aktiviraju se mišići trupa (*obliquus internus abdominis, obliquus externus abdominis, transversus abdominis, rectus abdominis, rectus capitis posterior minor, rectus capitis posterior major, obliquus capitis superior, obliquus capitis inferior*). Izvođenjem ove vježbe u znatnoj mjeri aktiviraju se gluteusi.

Izbačaj medicinke zasukom iz iskoraka je vježba koja od sportaša zahtjeva visoku razinu koncentracije i određenu razinu jakosti.

Zbog aktivacije bitnih mišića za stabilnost koljena, ova vježba može uvelike prevenirati ozljede koljena.

Trajanje vježbe : izbačaj medicinke zasukom iz iskoraka spada u skupinu pliometrijskih vježbi srednjeg intenziteta. Vježba se izvodi u 2 – 3 serije po 8 – 10 ponavljanja, 2 – 3 puta tjedno.



*Slika 13. Prikaz pliometrijske vježbe visokog intenziteta*

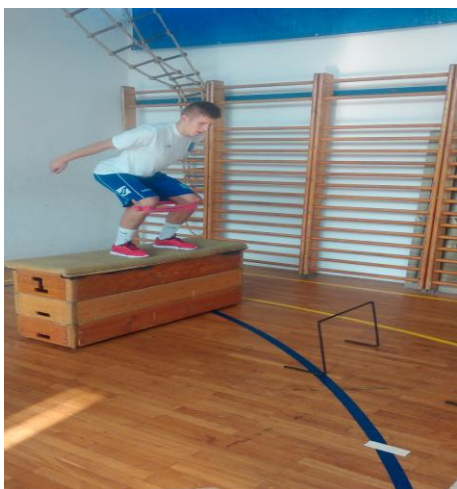
Naziv vježbe : sunožni naskok – saskok uz otpor gume

Opis vježbe : vježbač se nalazi ispred švedskog sanduka s gumom postavljenom malo iznad koljena. Na trenerov znak ulazi u poziciju polučučnja i izvodi sunožni naskok na švedski sanduk. Nakon što je izveo naskok vježbač vrši kontrolirani saskok s povišenja. Stopala vježbača postavljena su paralelno. Paralelno postavljanje stopala primjenjuje se kod skokova kada se odraz istovremeno izvodi dvjema nogama i kod doskoka kada se tlo dotiče objema nogama. Pri takvim gibanjima povećava se pritisak na vanjske svodove stopala. Paralelna pozicija stopala prilikom sunožnog odraza i doskoka omogućava vođenje težišta tijela u sagitalnoj ravnini iznad veće površine oslonca, što za vrijeme sunožnog odraza od čvrstog podloge omogućava djelovanje mišića na dužem putu, tako da će učinkovitost skoka biti veća, a za vrijeme sunožnog skoka omogućava prigušivanje prevelike inercije gibanja u smjeru skoka na dužem putu, tako da su uvjeti za održavanje ravnoteže u fazi doskoka poboljšani (Dodig, 2002). Pri izvođenju doskoka treba obratiti pozornost na pravilno držanje tijela. Leđa vježbača moraju cijelo vrijeme biti ravna, a koljena ne smiju prelaziti liniju prednjeg dijela stopala.

Utjecaj vježbe : sunožni naskok – saskok uz otpor gume je vježba koja generira veliku količinu eksplozivne snage. Pri izvođenju ove vježbe aktivira se eksplozivna snaga mišića nogu ali i mišića ruku koji imaju veliku ulogu u izvođenju skoka. Također kod doskoka u znatnoj mjeri aktiviraju se mišići stabilizatori koji sprječavaju narušavanje ravnotežnog položaja i time preveniraju mogućnost nastanka ozljede. Elastična guma služi za aktivaciju mišića abduktora natkoljenice. Guma povlači koljena prema unutra i nastoji napraviti unutarnju rotaciju koljena. Upravo je ovo mehanizam nastanka ozljede prednje ukrižene sveze. Vježbač se odupire sili koju proizvodi elastična guma i tako u znatnoj mjeri aktivira mišić natkoljenice koji izvode abdukciju natkoljenice. Aktivacijom mišića natkoljenice (*gluteus medius, tensor fasciae latae, gluteus minimus, piriformis, obturatorius*) sprječava se unutarnja rotacija koljena i tako sprječava mogućnost nastanka ozljede.

Skokovi i doskoci su sastavni dio većine sportova. Pravilnom tehnikom izvođenja doskoka i pravodobnom aktivacijom potrebnih mišića može se poboljšati sportska izvedba, ali i prevenirati nastanak ozljede.

Trajanje vježbe : sunožni naskok – saskok uz otpor gume spada u skupinu pliometrijskih vježbi visokog intenziteta. Vježba se izvodi u 2 – 3 serije po 6 – 8 ponavljanja, 1 -2 puta tjedno.



*Slika 14. Prikaz pliometrijske vježbe visokog intenziteta*

Naziv vježbe : saskok s povišenja + preskoci preko prepona uz otpor gume

Opis vježbe : vježbač se nalazi na povišenju (švedski sanduk) s gumom oko koljena. Na znak izvodi saskok te nakon toga više povezanih skokova preko prepona.

U skoku se mogu razabrati tri osnovne faze gibanja: zamah rukama, opružanje tijela, odraz nogama.

Zamah rukama kao sustav otvorenog kinetičkog lanca ima značajnu ulogu u stvaranju zamaha prema gore i reaktivnog prenošenja zamaha na točku težišta tijela.

Odras izveden pliometrijskim načinom koristi maksimalnu snagu u najmanjem mogućem vremenu. Da bi učinkovitost bila odgovarajuća, treba težiti da svaki skok bude maksimalan.

Utjecaj vježbe: zaskok s povišenja + više povezanih preskoka preko prepona uz otpor gume je vježba koja zahtjeva veliku razinu eksplozivne snage. Prilikom saskoka s povišenja aktivira se veliki broj mišića stabilizatora i sprječavaju narušavanje ravnotežnog položaja. Zadaća elastične gume je povlačenje koljena prema unutra i izazivanje unutarnje rotacije, odnosno aktivacija mišića abduktora natkoljenice. Mišići abduktori (*gluteus medius, tensor fasciae latae, gluteus minimus, piriformis, obturatorius*) sprječavaju unutarnju rotaciju koljena i tako preveniraju ozljedu koljena. Prilikom izvođenja skoka sudjeluju i mišići koji vrše ekstenziju koljena (*quadriceps femoris, tensor fasciae latae*).

Trajanje vježbe : ova vježba spada u skupinu pliometrijskih vježbi visokog intenziteta. Vježba se izvodi u 2 – 3 serije po 6 – 8 ponavljanja, 1 – 2 puta tjedno.



*Slika 15. Prikaz pliometrijske vježbe srednjeg do visokog intenziteta*

Naziv vježbe : izbačaj medicinke prema naprijed s dvije ruke iz pozicije iskoraka

Opis vježbe: vježbač se nalazi u poziciji iskoraka, suvježbač se nalazi ispred vježbača i vrši izbačaj medicinke prema vježbaču. Vježbač prima medicinku u visini prsiju, amortizira i vrši izbačaj medicinke u zid. Tijekom izvođenja vježbe sportaš cijelo vrijeme mora ostati u stabilnom ravnotežnom položaju.

Vježba se može izvesti u više varijanti. Teža varijanta ove vježbe zahtijevala bi postavljanje prednje noge na nestabilnu površinu (razne balans ploče) i samim time bi znatno otežali izvođenje ove vježbe.

Utjecaj vježbe: medicinska lopta se koristi u treningu snage, tj. kao sredstvo treninga sa otporom ali i kao rekvizit u pliometrijskom treningu. Sportaši vole rad s medicinskom loptom jer odmah vide rezultat ( udaljenost do koje su bacili medicinku, brzinu kojom su izveli određenu vježbu, broj bacanja u određenoj jedinici vremena i sl.). Velika prednost rada s medicinskom loptom leži u tome što putem nje možemo imitirati pokret iz bilo kojeg sporta i intenzitet iz pojedinog sporta. Pliometrijski trening sa medicinskom loptom ujedinjuje kinetički i dinamički pokret u jednu cjelinu stvarajući idealnu pliometrijsku vježbu.



Ovom vježbom aktiviramo dvije vrste snage: statičnu i eksplozivnu. Statična snaga potrebna je kako bi se zadržao ravnotežni položaj i pravilno izvela vježba. Eksplozivna snaga manifestira se u izbačaju medicinske lopte. Izvođenjem ove vježbe sportaš aktivira veliki broj mišićnih skupine kako bi ostao u ravnotežnom položaju. U održavanju ravnotežnog položaja veliku ulogu imaju mišići trupa (*obliquus externus abdominis, obliquus internus abdominis, transversus abdominis, rectus abdominis, quadratus lumborum, psoas major*) ali i mišići donjih udova (*gluteus maximus, gluteus medius, rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis, sartorius, biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus*).

Zbog aktivacije velikog broja mišića koji imaju utjecaj na stabilnost koljena, ova vježba je izuzetno pogodna za prevenciju ozljeda koljena. Ova vježba u velikoj mjeri aktivira mišiće nogu, ali i mišiće trupa koji koljeno nastoje zadržati u stabilnom položaju i spriječiti mogućnost nastanka ozljede. Treneri mogu ovu vježbu također mogu primijeniti u situacijskim uvjetima (npr. odigravanje lopte u košarci).

Trajanje vježbe: izbačaj medicinske lopte prema naprijed s dvije ruke iz pozicije iskoraka spada u skupinu pliometrijskih vježbi srednjeg do visokog intenziteta. Vježba se izvodi u 2 – 3 serije po 8 – 10 ponavljanja, 1 – 2 puta tjedno.

Primjena pliometrijskog treninga u svrhu prevencije ozljede koljena treba imati određenu progresiju. U sljedećoj tablici ćemo prikazati progresiju treninga kroz 10 tjedana.

*Tablica 3. Progresija u pliometrijskom treningu (Allerheiligen, Rogers, 1995)*

TJEDNI	VJEŽBE	BR.SER / BR.PON	PAUZA	TRENINGA / TJEDNO
1 – 2	4 vježbe niskog intenziteta	2 x 10 pon	2 min / serija	2
3 – 4	2 vježbe niskog i 2 vježbe srednjeg intenziteta	2 x 10 pon	2 – 3 min / serija	2
5 – 6	2 vježbe srednjeg intenziteta i 2 vježbe visokog intenziteta	2 – 3 x 10 pon	2 – 3 min / serija	2
7 – 8	2 vježbe srednjeg intenziteta i 2 vježbe visokog intenziteta	2 – 3 serije vježbe srednjeg i 2 serije vježbe visokog intenziteta	10 – 15 sek /pon I 2 – 3 min / serija	2
9 – 10	4 vježbe visokog intenziteta	2 – 3 x 10 ponavljanja za vježbe bez kutija i 2 x 10 za vježbe sa kutijama	3 min	2

## 10. ZAKLJUČAK

Ozljede koljena spadaju u skupinu najučestalijih ozljeda. Pošto je ozljeđivanje koljena sportaša posljedica međusobnog djelovanja više faktora koji se razlikuju od pojedinca do pojedinca, ali i od sporta do sporta, javlja se potreba za razvijanjem specifičnih preventivskih mjera za različite sportove. Kako bi se smanjila mogućnost nastanka ozljede potrebno je provesti adekvatan preventivski program. Uvođenjem adekvatnih preventivskih mjera, osim smanjenja troškova liječenja ozljeda koljena produžila bi se i sportska karijera te poboljšala kvaliteta iste kod neozljeđenih sportaša.

Primjenom treninga pliometrije ne dolazi samo do razvoja eksplozivne snage, već se stvara kvalitetna podloga za prevenciju ozljeda. Kombinacijom pliometrijskog treninga i programa treninga s utezima poboljšava se tjelesni razvoj daleko iznad onoga postignutog samo treningom sa utezima.

U ovom radu prikazane su pliometrijske vježbe raznih intenziteta, od niskog pa sve do visokog intenziteta. Cilj tih vježbi je stavljanje sportaša u razne situacije koje mu se mogu dogoditi tijekom natjecanja. Pravilnim izvođenjem i doziranjem pliometrijskih vježbi postiže se određena razina jakosti i snage te aktiviraju upravo one mišićne skupine koje su od velike važnosti za stabilnost koljena.

## 11. LITERATURA

- 1) Allerheiligen B. Rogers R. (1995). *Plyometrics Program Design*. NSCA Journal, Volume 17, Number 4. USA
- 2) Barksdale J. (1989). *Multiple Box Jumps*. NSCA Journal, Volume 12, Number 2. Colorado Springs. USA
- 3) Bojanić I. Smerdelj M. (1995). *Športska medicina*, Princip zbrinjavanja sportskih ozljeda, (str. 118 – 137).
- 4) Bompa T. (1993). *Power training for sport – plyometrics for maximum power development*.
- 5) Chu D. (1992). *Jumping into plyometrics*. Human Kinetics, Champaign II, USA
- 6) Chu D. (1993). *Jumping into plyometrics*
- 7) Čoh M. (2004). Metodika i dijagnostika skočnosti u kondicijskoj pripremi sportaša, 2.godišnja međunarodna konvencija Kondicijske pripreme sportaša, Zbornik radova, (str 104 – 118). Zagreb.
- 8) Dodig M. (2002). *Pliometrijski mišićni trening*
- 9) Halpern B. i Tucker L. (2008). *Kriza koljena*
- 10) Milanović D. (2010). *Teorija i metodika treninga*
- 11) Platzer W. (2011). *Priručni anatomski atlas, sustav organa za pokretanje*
- 12) Pećina M. i Hašpl M. (2004). *Ortopedija*, Koljeno i potkoljenica (str. 327 – 355).
- 13) Smiljanić B. (2003). *Traumatologija*, II. dopunjeno izdanje, (str. 181 – 189).
- 14) Primjertreningapliometrije [http://www.apeiron-uni.eu/apeironinenglish/Centar\\_za\\_izdavacku\\_djelatnost/Radovi%20u%20PDF-u/Specijalisti%C4%8Dki%20PDF/marko%20ZEC.pdf](http://www.apeiron-uni.eu/apeironinenglish/Centar_za_izdavacku_djelatnost/Radovi%20u%20PDF-u/Specijalisti%C4%8Dki%20PDF/marko%20ZEC.pdf) (sa mreže preuzeo 28. kolovoza 2015.)
- 15) Fmstestovi [https://www.google.hr/search?q=fms+pictures&espv=2&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMI3t76mMWLyAIVh\\_8sCh2cTQmt#tbn=isch&q=fms+cook+stabiliti+and+mobility&imgsrc=ncBBzFCJmWgU7M%3A](https://www.google.hr/search?q=fms+pictures&espv=2&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI3t76mMWLyAIVh_8sCh2cTQmt#tbn=isch&q=fms+cook+stabiliti+and+mobility&imgsrc=ncBBzFCJmWgU7M%3A) (sa mreže preuzeo 2. rujna 2015. godine)
- 16) mišićidonjihudova <http://www.oustormcrowd.com/human-leg-muscle-anatomy-with-different-placement/> (sa mreže preuzeo 20. kolovoza 2015. godine)

- 17) Mehanizam nastanka ozljede prednje ukršene veze [http://medlib.mef.hr/666/1/Darabos\\_N\\_disertacija\\_rep\\_666.pdf](http://medlib.mef.hr/666/1/Darabos_N_disertacija_rep_666.pdf) (sa mreže preuzeo 20. kolovoza 2015. godine)
- 18) Mogućirascjep meniska <http://healthclub.rs/saveti/povreda-meniskusa> (sa mreže preuzeo 20. kolovoza 2015. godine)
- 19) Ricimetoda <http://prvaci.hr/rupture-misica-kako-ih-prepoznati-i-sto-uciniti/> (sa mreže preuzeo 20. kolovoza 2015. godine)