

# Pliometrijski trening u fitnessu

---

**Nađ, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki fakultet Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:265:519640>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Kinesiology Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Kineziološki fakultet Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Luka Nađ

**PLIOMETRIJSKI TRENING U SPORTU**

Završni rad

Osijek, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Luka Nađ

**PLIOMETRIJSKI TRENING U SPORTU**

Završni rad

JMBAG: 0267043394

e-mail: lnady@kifos.hr

Mentor: izv. prof. dr. sc. Danijela Kuna

Osijek, 2023.

Faculty of Kinesiology Osijek  
Undergraduate university study of Kinesiology

Luka Nađ

**PLYOMETRIC TRAINING IN SPORTS**

Undergraduate thesis

Osijek, 2023.

**IZJAVA**  
**O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,**  
**SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM**  
**REPOZITORIJIMA**  
**I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA**

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni (navesti vrstu rada: završni / diplomski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da sam suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Kineziološkog fakulteta Osijek, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju „Narodne novine“ broj 123/03., 198/03., 105/04., 174/04., 2/07.-Odluka USRH, 46/07., 63/11., 94/13., 139/13., 101/14.-Odluka USRH, 60/15.-Odluka USRH i 131/17.).
3. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

**Ime i prezime studenta/studentice:** Luka Nađ

**JMBAG:** 0267043394

**Službeni e-mail:** lnady@kifos.hr

**Naziv studija:** Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

**Naslov rada:** Pliometrijski trening u sportu

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Danijela Kuna

U Osijeku 19.9.2023. godine

Potpis



## **Pliometrijski trening u sportu**

### **SAŽETAK**

Pliometrijski trening programi su rastući po učestalosti korištenja odnosno koriste se sve više u raznim sportskim aktivnostima. Pliometrijski trening opsežno je proučavan u literaturi te se bilježi konstantni rast ispitivanja utjecaja pliometrijskog treninga na zdravstvene aspekte i sportske performanse. Cilj ovog rada je analizirati pliometrijski trening sa ciljem poboljšavanja sportskih performansi te ukazati na benefite koje ovakav tip treninga donosi. Stoga će se u ovom radu prikazati benefiti korištenja i provođenja ovakvog tipa treninga u raznim sportskim disciplinama te na koji način bi treneri i sportaši trebali dozirati opterećenje u pripremnom i natjecateljskom periodu. Također će se objasniti o čemu sve ovisi odabir vježbi, intenzitet te volumen u pliometrijskom treningu. Ključnu ulogu u programiranju pliometrijskog treninga ima trener koji mora pravilno sve osmisliti i provesti jer u suprotnom može lako doći do neželjenog ishoda, odnosno ozljeda.

**Ključne riječi:** pliometrija, prednosti, programiranje, intenzitet, volumen

## **Plyometric training in sports**

### **ABSTRACT**

Plyometric training programs are growing in frequency of use, that is, they are used more and more in various sports activities. Plyometric training has been extensively studied in the literature, and there is a constant increase in research into the impact of plyometric training on the health aspect and sports performance. The aim of this paper is to analyze plyometric training with the aim of improving sports performance and to point out the benefits that this type of training brings. This paper will show the benefits of using and conducting this type of training in various sports disciplines and how coaches and athletes should dose the load in the preparatory and competitive period. The paper will also explain what the selection of exercises, intensity and volume in plyometric training depends on. A key role in programming plyometric training is played by the coach who must properly design and implement everything, because otherwise it can easily lead to an unwanted outcome, i.e. injuries.

**Key words:** plyometrics, benefits, programming, intensity, volume

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. ŠTO JE PLIOMETRIJA?</b> .....	2
<b>2.1. ELASTIČNOST</b> .....	3
<b>2.2. FAZA AMORTIZACIJE</b> .....	5
<b>2.3. PROPRIOCEPCIJA</b> .....	6
<b>2.4. TIP TRENINGA</b> .....	7
<b>2.5. METODA PROGRESIVNOSTI</b> .....	8
<b>2.6. SPECIFIČNOST</b> .....	9
<b>3. SPORTAŠEVE KARAKTERISTIKE</b> .....	9
<b>3.1. DOB</b> .....	10
<b>3.2. TJELESNA SPOSOBNOST I ZDRAVSTVENA OGRANIČENJA</b> .....	11
<b>3.3. FORMA</b> .....	11
<b>3.4. GENETIKA</b> .....	11
<b>3.5. TRENAŽNO ISKUSTVO</b> .....	12
<b>3.6. PROCJENA JAKOSTI</b> .....	12
<b>4. UČINAK PLIOMETRIJSKOG TRENINGA NA HIPERTROFIJU</b> .....	13
<b>4.1. PLIOMETRIJA S DODATNIM OPTEREĆENJEM</b> .....	14
<b>5. EKONOMIČNOST TRČANJA</b> .....	15
<b>5.1. BRZINA I AGILNOST</b> .....	15
<b>5.2. VERTIKALNI SKOK</b> .....	16
<b>5.3. SPORTOVI NA TERENU</b> .....	18
<b>5.4. PROGRAMIRANJE TRENINGA PLIOMETRIJSKIH SKOKOVA U     NOGOMETU</b> .....	19
<b>5.5. BACAČKI SPORTOVI</b> .....	20
<b>5.6. SPORTOVI NA VODI</b> .....	21



<b>5.7. PREVENCIJA OZLJEDA</b> .....	22
<b>5.8. UČINCI PLIOMETRIJSKOG I IZOMETRIJSKOG TRENINGA NA UKOČENOST MIŠIĆA I TETIVA</b> .....	22
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	24
<b>7. LITERATURA</b> .....	25

## 1. UVOD

Pliometrijski trening je trenutno među popularnijim trening metodama u sportskom svijetu. Razlog tomu su mnogobrojni benefiti koje ovakav tip treninga pruža. Ovakav tip treninga poboljšava sportaševu sportsku izvedbu na način da povećava mišićnu jakost i elastičnost, jača zglobove, poboljšava koordinaciju, omogućuje bolje ispoljavanje sile te sukladno tome povećava eksplozivnu snagu. Pliometrijski trening se koristi u velikoj većini sportova, razlika je jedino u frekvenciji korištenja odnosno u učestalosti te u doziranju opterećenja odnosno u intenzitetu. U režimu rada pliometrijskog treninga se odvijaju sve tri faze mišićne kontrakcije, ekscentrična, koncentrična i vrlo kratkog trajanja izometrijska. U ekscentričnim kontrakcijama mišići se pod opterećenjem izdužuju dok se kod koncentrične kontrakcije mišići skraćuju. Mišić ima elastično svojstvo odnosno ima sposobnost da se vrati u prvobitan položaj (Turner i Harmenberg, 2018).

Svaka pliometrijska izvedba ima fazu amortizacije odnosno fazu u kojoj bi sportaš trebao provesti što je manje moguće vremena, što je ova faza kraća to je sportaš brži. Svaki sport ima različite kretne strukture odnosno različite pravce kretanja stoga se dodatni pliometrijski trening mora kvalitetno obraditi prema tim istim pravcima. Kako bi se pliometrijski trening uspješno proveo mora biti pravilno programiran prema individualnim karakteristikama pojedinca te po zahtjevima sporta kojim se bavi kako bi sportaš bio što uspješniji u svom sportu. Pliometrijski trening također može služiti kao trening za prevenciju ozljeda jer takav tip treninga sportaša izlaže sličnim silama koje se odvijaju na terenu (Pardos-Mainer i sur., 2021; Koch i sur., 2012).

Ako sportaš želi razviti ili poboljšati neku određenu sposobnost kao što je npr. sprint, on mora raditi upravo specifične stvari toj kretnoj strukturi. Pravilo specifičnosti vrijedi za veliku većinu kretnih struktura u sportu (Stroube i sur., 2013).

Ključan dio za napredak je metoda progresivnosti. Neovisno o kojem trenažnom procesu se radi, ako nema nekakve vrste progresije napredak neće biti moguć. Isto je i sa pliometrijskim treningom, nakon što je sportaš savladao osnove pliometrije, trener je dužan, ako je cilj napredak, povećati opterećenje kroz: broj ponavljanja, broj serija, kraće pauze i dodatne otežane varijacije određene vježbe (Plotkin i sur., 2022).

## 2. ŠTO JE PLIOMETRIJA?

Pliometrija je svaki pokret u kojem izdužujemo i skraćujemo mišić odnosno izmjena ekscentrične i koncentrične kontrakcije (Grgić i sur., 2021). U ekscentričnim kontrakcijama mišići se pod opterećenjem izdužuju dok se kod koncentrične kontrakcije mišići skraćuju. Vanjska sila koja je veća od mišićne sile uzrokuje produženje mišića i ekscentričnu kontrakciju. Iz tog razloga ekscentrična kontrakcija omogućuje mišiću da zadrži veću napetost nego kod izometrijske kontrakcije, sami time zaključujemo kako ekscentrična kontrakcija može podnijet najveći otpor odnosno najveću silu (Suchomel i sur., 2018).

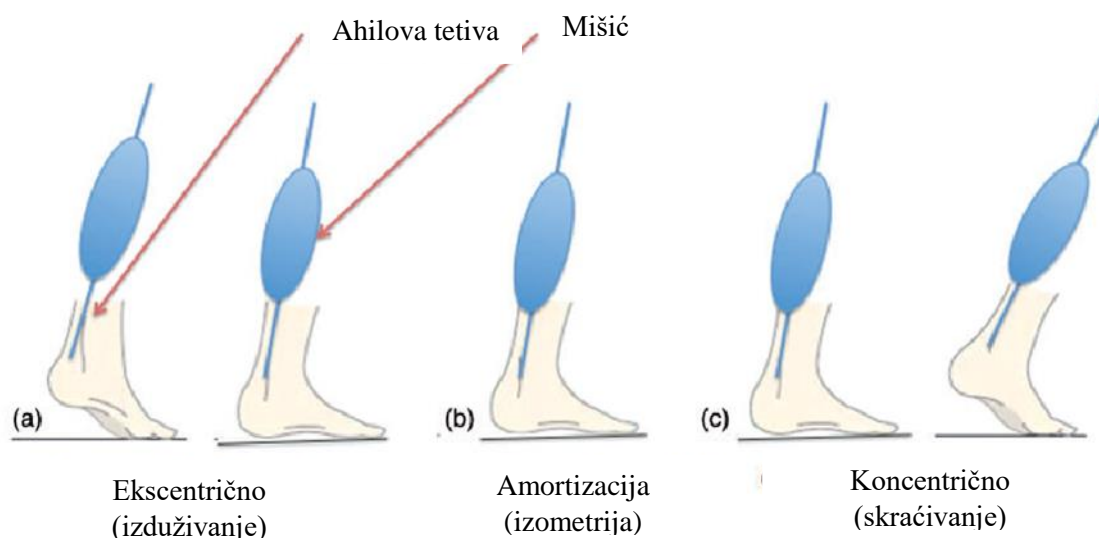
Ciklus istezanja i skraćivanja odnosno radnje u kojima se odvijaju ekscentrične i koncentrične kontrakcije se najčešće odvijaju u kombinaciji mišićnih funkcija. Kako bi se nekakav pokret mogao svrstati u pliometrijski režim rada, mora zadovoljavati oba ciklusa, ciklus istezanja i skraćivanja. Ekscentrična kontrakcija izdužuje mišićna vlakna, a koncentrična ih skraćuju (Myer i Faigenbaum, 2011).

Utrošak energije je puno manji kod ekscentrične kontrakcije odnosno pri negativnom radu od utroška gdje je rad koncentričan odnosno pozitivan. Prilikom takvih uvjeta tijelo aktivira manje motoričkih jedinica te troši manje kisika za razliku od koncentrične kontrakcije gdje je utrošak energije veći. Ekscentrični pokret bi se trebali izvoditi umjerenim ili velikim brzinama jer na taj način mišići zapošljavaju brze motoričke jedinice te dolazi do regrutacije većinom bijelih mišićnih vlakana. Takva vlakna su veća te imaju veću frekvenciju rada što dovodi do proizvodnje veće sile po motoričkoj jedinici od vlakana drugih vrsta (Turner i Harmenberg, 2018).

Tri faze pliometrijskih kontrakcija prikazane su na Slici 1, a one uključuju ekscentričnu fazu, amortizaciju te koncentričnu fazu.

### Slika 1

*Tri faze pliometrijskih kontrakcija (Turner i Harmenberg, 2018)*



Zbog kemijskih, mehaničkih i neuroloških čimbenika koji utječu na silu i krutost mišića u kontrakciji, ekscentrično istežanje ima veću mišićnu sposobnost da proizvede veću silu i snagu te se ono smatra glavnim tipom kontrakcije u pliometriji (Fukutani i sur., 2015).

## 2.1. ELASTIČNOST

Mišićna jakost je maksimalna sila ili napetost koju sam mišić može proizvesti te je to, također, sila ili napetost koju mišićna skupina može proizvesti protiv opterećenja pri maksimalnom naporu. Mišićna elastičnost je važna komponenta koja ide zajedno sa jakošću mišića, odnosno to je sposobnost mišića da se izduži i poveća svoju napetost, što se događa na kontraktilnim elementima poprečno-prugastog mišića. Mišićna elastičnost je temelj sposobnosti vraćanja u prvobitan položaj, odnosno sposobnost da se pohrani energija unutra elastičnog opsega mišićnog rada. U trenutku kada se opterećenje ukloni i tkivo se vrati u prvobitni oblik, elastičnost omogućuje oslobađanje energije. Energija koju deformacija

viskoelastičnog tkiva proizvodi u ekscentričnoj fazi pokreta, može biti iskorištena za sljedeću koncentričnu fazu mišićne aktivnosti. Mišić ne troši elastičnu energiju u obliku topline već je apsorbira i pohranjuje za korištenje tijekom narednih, aktivnih ciklusa skraćivanja (Herzog, 2019).

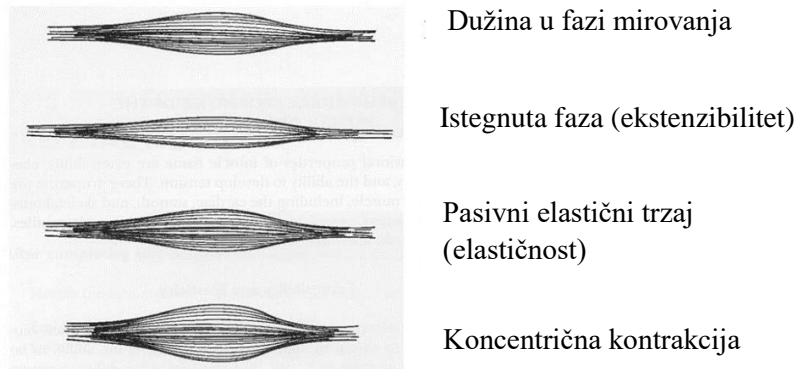
Opterećenje može biti proizvedeno gravitacijom i tjelesnom masom sportaša u trenutku kontakta s podlogom. Kada se to dogodi, unutar mišića se proizvodi elastična energija te ona može biti pohranjena na vrlo kratko vremensko razdoblje. Ako ekscentrično djelovanje neposredno prethodi koncentričnom, mišiće neće djelovati kao amortizeri nego će se ponašati kao opruga. Međutim, ukoliko je vrijeme između ekscentrične i koncentrične kontrakcije prekratko, odnosno ako se naknadno mišićno skraćivanje ne dolazi odmah, pohranjena energija će se raspršiti u obliku topline unutar mišića. Pohranjivanje i oporavak elastične energije unutar mišića tijekom faze izduživanja i skraćivanja je vrlo važan faktor u izvedbi (Herzog, 2019; Ishikawa i sur., 2005).

Opružasti elementi su smješteni u nizu elastičnih komponenti ili u paralelnim elastičnim komponentama u miofilamentu poprečno prugastog mišića te se aktiviraju opterećenjem. Tijekom ekscentričnog dijela pokreta, mišića ima sposobnost pohranjivanja elastične energije, međutim tijekom koncentričkog pokreta, mišić ju oslobađa. U slučaju sporije amortizacije, mišić gubi elastičnu energiju te ju otpušta u obliku topline. Mišićna elastičnost će biti učinkovitija ako je trajanje prethodne faze istežanja i kombinirane faze što kraće. Bolje rezultate daju vježbe brze pliometrije, odnosno brži pokreti prethodnog istežanja nego duži i sporiji (Blicharz i sur., 2021).

Skladištenje i oporavak elastične energije unutar mišića tijekom faze izduživanja i skraćivanja je vrlo bitan faktor u izvedbi pokreta. Skladištena energija može povećati proizvodnju sile i snage u naknadnom ciklusu skraćivanja mišića. Mišići su građeni od mišićnih vlakana, tetiva te fascijalnih tkiva. Sva ta tkiva doprinose opružnim svojstvima mišićno-tetivnog sustava koji skladišti i oporavlja elastičnu energiju tijekom skakanja i trčanja (Ishikawa i sur., 2005). Na Slici 2 su prikazane različite dužine mišića koje nastaju kao posljedica elastične sposobnosti.

## **Slika 2**

*Različite mišićne dužine uzrokovane elastičnom mišićnom sposobnošću*  
(Ishikawa i sur, 2005).



## 2.2. FAZA AMORTIZACIJE

Većina sportaša, bilo profesionalaca ili amatera, je izložena velikim fizičkim zahtjevima sporta. Što je stupanj natjecanja veći to se više očekuje od samog sportaša. Ozljede u sportu su multifakturalne odnosno postoji veliki broj razloga zašto se nekakva ozljeda dogodi, međutim jedan od češćih razloga ozljeđivanja je preveliki intenzitet s kojim se sportaš susreće, a da na njega nije prethodno navikao i stekao prilagodbu (Swanik i sur, 2016). Primjer može biti sportaš koji nije prošao pripreme za sezonu sa svojom momčadi zbog ozljede. Nakon povratka naglo ga se uključuje u trenažni proces te se on ozljeđuje. U većini sportova je vrlo bitno, kako bi sportaš bio što bolji, proizvesti što veću silu u što kraćem vremenu. Međutim, osim proizvodnje velikih sila, također je bitno silu primiriti odnosno amortizirati. Amortizacija nekog pokreta u općenitom smislu znači slabljenje ili gašenje. U kontekstu pliometrije se odnosi na vremensko razdoblje od početka faze ekscentrične kontrakcije do početka faze koncentrične kontrakcije (Davies i sur., 2015).

Amortizacijska faza je kratki period između prijelaza sa ekscentrične na koncentričnu mišićnu kontrakciju. Ova faza je vrlo kratkog trajanja pogotovo kod sportaša kojima je cilj proizvesti veću silu. Što je ova faza kraća odnosno što sportaš provede manje vremena u kontaktu s podlogom to će sportaš imati bolju izvedbu na terenu te će biti brži. Ukoliko je amortizacijska faza preduga ili pauzirana, vježba se više neće smatrati pliometrijskom jer će se izgubiti prednosti koje daje faza skraćivanja-istezanja. Trajanje faze amortizacije može stvoriti razliku između prosječnog sportaša i profesionalca. Uspješno izvođenje ove faze je

rezultat treninga i motoričkog učenja pliometrijskih vježbi. Svaka individua ima genetsko ograničenje za povećavanje brzine i sile, međutim svi imaju prostor za napredak ukoliko se pravilno programira trening program. I namjerna razlika u ovim parametrima može činiti razliku u sportskoj izvedbi (Rassier i Herzog, 2005).

Istraživanje koje su proveli Kathleen A. Swanik i suradnici nam pokazuje razliku u mjerenju kinematičnosti gornjeg djela tijela te vrijeme pliometrijskih faza nakon 8 tjedana rada na snazi gornjeg djela tijela i pliometrijskog programa. Koristio se dizajn testiranja prije i poslije. 40 rekreativnih sportaša je nasumično podjeljeno u 2 grupe. Jedna grupa je radila trening snage sa dodatnim pliometrijskim treningom dok je druga grupa radila samo trening snage. Varijable za testiranje su bacanje lopte, dinamična rotacija lopatice, statična gornja rotacija lopatice pri 4 kuta (odmor, 60 °, 90 ° i 120 °) te glenohumeralni opseg pokreta (unutarnja i vanjska rotacija). Rezultati su pokazali sličnost u napretku u obje grupe, međutim grupa koja je imala kombinirane trening program, snage i pliometrije, je poboljšala unutarnju rotaciju ramena tako što je ostvarila veći opseg pokreta. Dokazano je kako kombinirani trening snage gornjeg dijela tijela i pliometrijskog treninga može poboljšati biomehaniku ramena te skratiti vrijeme amortizacijske faze što je ključno za bolji rezultat (Swanik i sur., 2016).

### **2.3. PROPRIOCEPCIJA**

Propriocepcija je jedan od osjeta koji pomaže u kretanju u prostoru, a često ga se naziva i šestim osjetilom. Ovaj je osjet prisutan u svakom mišićnom pokretu, a bez njega se ne bi mogli kretati. Impulsi koji se nalaze u osjetilnim vlaknima se prenose iz mišića u leđnu moždinu i mozak gdje se interpretiraju u središnjem živčanom sustavu odakle se motoričkim živčanim vlaknima šalju natrag u mišić te angažiraju odnosno regrutiraju motoričke jedinice čija će se mišićna vlakna stegnuti. Mišićne performanse i efikasnost živčanih radnji se mogu poboljšati izvođenjem ekscentričnih kontrakcija te aktiviranjem živčano-mišićnih komponenti (McGee, 2018).

Vježbe koje uključuju ekscentrično-koncentrične kontrakcije te bilo kakav oblik pliometrije, stimuliraju promjene živčano-mišićnog sustava te na taj način razvijaju sposobnosti mišićnih skupina da reagiraju brže i snažnije na male i brze promjene u duljini mišića. One pripremaju živčano-mišićni sustav na brže i snažnije promjene smjera. Dodatni

propriceptivni trening neće imati velik učinak na sportsku izvedbu ili za prevenciju ozljede, ali takav tip trening može poslužiti u različitim fazama rehabilitacije. To su vježbe poput čučnja na bosu ili polu lopti, jednonožno balansiranje na polu lopti te različite vježbe koje se izvode žmirečki (Holm i sur., 2004).

### Slika 3

*Prikaz izvedbe tri različite propiocepcijske vježbe (Dalleck, 2020).*



## 2.4. TIP TRENINGA

Pliometrijski trening se također može podijeliti prema određenim dijelovima tijela. Pliometrijske vježbe mogu uključivati sunožne i jednonožne skokove i poskoke, pregibanja, ispružanja i rotacije trupa, bacanja različitih predmeta u više smjerova. Tip treninga koji će sportaš odabrati ovisi o vrsti i zahtjevima njegovog sporta. To bi značilo da će, kao primjer, različit pliometrijski trening imati tenisač od nogometaša. Iako su svi pliometrijski pokreti bazirani na sličnim mišićnim kontrakcijama, njihova je primjena različita. Nogometaš bi se više trebao fokusirati na pliometrijske vježbe koje poboljšavaju eksplozivnost donjih ekstremiteta, dok bi tenisač morao podjednako raditi i za gornji i donji dio tijela zbog njegovih zahtjeva koji mu sport nameće (Ramirez-Campillo i sur., 2022).

Učestalost treninga na tjednoj bazi odnosno tjedni volumen bi trebao ovisiti o sportaševom rasporedu. Sportaši koji imaju manje fizičke zahtjeve će moći više puta ponoviti ovakav oblik treninga dok će sportaši sa većim fizičkim zahtjevima morati povećati



intenzitet, a smanjiti broj serija odnosno volumen kako bi se stigli adekvatno oporaviti (Comyns i sur., 2011).

## **2.5. METODA PROGRESIVNOSTI**

Ako sportaš ili rekreativac želi unaprijediti bilo koju vrstu svoje motoričke i funkcionalne sposobnosti, mora primijeniti metodu progresivnosti odnosno mora otežati trening u odnosu na prošli. Progresija se može ostvariti tako da se poveća broj ponavljanja, serija ili radna kilaža u odnosu na prošli trening. Metoda progresivnosti se primjenjuje i u pliometrijskom treningu, prvo se rade osnove pliometrije kako bi sportaš naučio osnovne obrasce kretanja te nakon toga se trening otežava odabirom kompliciranijih vježbi ili podizanjem broja ponavljanja (Davies i sur., 2015).

Povezanost između mišićne jakosti i vanjskog opterećenja uz primjenu utega je velika, odnosno sa korištenjem utega se može povećati jakost. Također se mora dozirati intenzitet opterećenja ako sportaš uzme opterećenje koje je nižeg intenziteta on neće razvijati jakost već mišićnu izdržljivost, naravno ovo ovisi i o broju ponavljanja. Kako bi se sportaš maksimalno razvijao, mora razvijati sve svoje potrebe koje njegov sport iziskuje. Opterećenje uz otpor, u treningu pliometrije, obično poprima oblik brzog istezanja ekstremiteta ili cijelog tijela u ekscentričnoj kontrakciji, kao pri savladavanju sile teže kao posljedice pada s visine. Prostorno opterećenje će se u ovom treningu uključiti povećanjem dosega u željenoj ravnini kretanja gdje se mora primijeniti sila, sportaš ako želi biti jak mora razvijati jakost u svim ravninama u kojima se kreće u svom sportu. Sila koju mišić proizvede ovisi o brzini skraćivanja mišića i izduživanja te o apsolutnoj duljini mišića u bilo kojem trenutku. Sila kod ekscentričnog dijela se povećava sa povećanjem brzine i istezanja. Suprotno od koncentričnog dijela, gdje se sila smanjuje s povećanjem brzine i kontrakcije. Ekscentričnim treningom je moguće smanjiti vrijeme sprintanja te poboljšati odnosno povećati skakačke sposobnosti te unaprijediti ostale sportske performanse (Myer i sur., 2005).

## **2.6. SPECIFIČNOST**

Specifičnost vrijedi za skoro svaku sportsku disciplinu te ona predstavlja izrazito važan segment sportskog treninga u pliometriji, ali i u drugim disciplinama. Specifičnost, u sportskom treningu, se odnosi na živčano-mišićne i metaboličke prilagodbe na određene tipove opterećenja. Ako sportaš želi biti brži tada bi se njegov trening trebao bazirati na sprinterskim metodama, isti je princip i s drugim sposobnostima. Primjerice ukoliko sportaš želi poboljšati svoju izdržljivost on bi trebao raditi trening za razvoj izdržljivosti. Specifične vježbe izazivaju specifične trenažne efekte i prilagodbe. Pliometrijski trening može izazvati različite učinke treninga, ovisno o prirodi programa treninga. To se obično određuje željenim poboljšanjem performansi specifičnim za sport. Na primjer, tenisač bi želio poboljšanje agilnosti. Veća poboljšanja u agilnosti vidljiva su korištenjem PT-a s horizontalnom komponentom. Sprinter bi mogao poželjeti veću brzinu udarca stopala odnosno kontakta s podlogom što bi također obično zahtijevalo neki oblik horizontalnog pomaka u programiranju. Košarkaši ili odbojkaši, međutim, mogu zahtijevati ne samo poboljšanu agilnost, već i veći vertikalni skok, što će zahtijevati vježbe s horizontalnom i vertikalnom komponentom (Davies i sur., 2005)..

Kako bi se što bolje koristio pliometrijski trening u svrhu poboljšanja sportskih performansi, nužno je da se program kvalitetno i individualno programira za određenog sportaša. Opterećenje se mora dozirati te se mora koristiti plan i program s kontroliranom frekvencijom, trajanjem i specifičnošću. Bilo koji trenažni program koji za cilj ima unaprijediti i poboljšati sportaševe performanse, zahtjeva praćenje smjera programa, stupnja forme sportaša i njegovih postignuća. Kako bi treneri odredili optimalni trening za svakog sportaša posebno, potrebno je da procjene nekoliko komponenti koje su sastavnice programa i bez kojih ne bi bilo moguće precizno odrediti trenažni program. Komponente koje su sastavnice svakog programa su dob pojedinca, stupanj treniranosti i razumijevanje sigurnosnih mjera, materijalni uvjeti rada te sama progresija treninga (Pardos-Mainer i sur, 2021).

## **3. SPORTAŠEVE KARAKTERISTIKE**

Bilo koji trenažni program koji za cilj ima unaprijediti i poboljšati sportaševe performanse, zahtjeva praćenje smjera programa, stupnja forme sportaša i njegovih

postignuća. Kako bi treneri odredili optimalni trening za svakog sportaša posebno, potrebno je da procjene nekoliko komponenti koje su sastavnice programa i bez kojih ne bi bilo moguće precizno odrediti trenažni program. Komponente koje su sastavnice svakog programa su dob pojedinca, stupanj treniranosti i razumijevanje sigurnosnih mjera, materijalni uvjeti rada te sama progresija treninga. Međutim, uz sve navedene parametre ključno je da sportaš posjeduje određeni talent kako bi imao veće šanse za uspjehom u svom sportu. Već u pubertetu se može vidjeti tko ima potencijal za određeni sport (Cumming i sur., 2012).

Osim neophodne fizičke spremnosti kod sportaša, također je bitna psihička priprema odnosno sportašev pogled na određene situacije i njegove reakcije u određenim trenucima. Anksioznost je jedan od negativnih osjećaja koji utječe na sportaševu percepciju u natjecateljskom sportu. Mnogi sportaši smatraju kako im anksioznost utječe na motoričke sposobnosti što naravno rezultira negativnim odnosno lošijim sportskim rezultatima (Cumming i sur., 2012).

### **3.1. DOB**

Kronološka dob je vrlo važna komponenta u određivanju trenažnog procesa za pliometrijski trening. Istraživanje koje su proveli Bosco i Komi (1982) pokazuje da zrelost ili nezrelost živčanog sustava utječe na toleranciju pliometrijskog treninga. Mladi sportaši koji još nisu ušli u pubertet ne bi trebali raditi pliometrijske vježbe visokog intenziteta. Mladi su često tijekom igre izloženi silama jednakih pa čak i većih od toleriranih u pravilnom progresivnom treningu. Međutim, ukoliko se pravilno programira trenažni pliometrijski program i ukoliko se pravilno provede u kontroliranim uvjetima, mladi sportaši bi trebali imati velike i trajne benefite za nastavak karijere. Kako ljudsko tijelo stari, tako se smanjuje sposobnost živčanog sustava, mišićna i zglobna gipkost te energetska proizvodnja zbog čega je pliometrijski trening manje atraktivan starijoj populaciji. Međutim, starenje nije jedini uzročnik gubitka eksplozivnosti. Gubitak eksplozivnosti ovisi koliko osoba istu i primjenjuje te uvelike ovisi o načinu života osobe. Ukoliko sportaš i u kasnijoj dobi nastavi kontinuirano primjenjivati pliometrijske treninge uz pravilnu progresiju i umjerene intenzitete može zadržati ili čak povećati svoje sposobnosti što će utjecati na sam sportski rezultat (Bosco i Komi, 1982).

### **3.2. TJELESNA SPOSOBNOST I ZDRAVSTVENA OGRANIČENJA**

Postoje različiti faktori koji mogu negativno utjecati na sportaševu izvedbu neke pliometrijske vježbe. Primjer može biti ograničenje u mobilnosti ili fleksibilnosti različitih dijelova tijela. Nožni zglob igra veliku ulogu jer je upravo on među čestim limitirajućim faktorima iz razloga što nije dovoljna jak te se sile ne prenose kako bi trebale. Također, povijest sportaševih ozljeda igra veliku ulogu u programiranju trenažnog plana. Trener bi trebao svaku stavku uzeti u obzir a pogotovo povijest ozljeda jer imajući to u vidu može procijeniti sportaševe nedostatke i slabosti ukoliko ih je ostalo poslije rehabilitacija. Stabilnost i jačina koljena, gležnja ili ramena također igraju veliku ulogu jer su upravo ti zglobovi najizloženiji raznim ozljedama. Problemi i ograničenja mogu biti i razne tegobe s leđima i kralježnicom. Ukoliko su prevelika opterećenja na navedenim zglobova te ako ona uzrokuju nepravilan doskok to može predstavljati problem (Nessler i sur., 2017).

### **3.3. FORMA**

Općenita dobra forma također igra ulogu u svim područjima sportaševih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti. Primjer može biti sastav tijela, ukoliko sportaš na sebi ima višak potkožnog masnog tkiva tada njegov kardiovaskularni sustav mora trošiti veću količinu energije kako bi pokrenuo tijelo što dovodi do ranijeg umora nego što je sportašu predviđeno. Isto vrijedi i za sportaševu eksplozivnost, višak potkožnog masnog tkiva mu odmaže da bude eksplozivniji. Također je poželjan zadovoljavajući stupanj fleksibilnosti, odnosno da sportaš može izvesti svaki opseg pokreta koji njegov sport zahtjeva od njega (Barbieri i sur., 2017).

### **3.4. GENETIKA**

Svaki sportaš će drugačije reagirati na propisani program treninga. Treneri bi trebali prepoznati karakteristike i individualne razlike svojih sportaša dok bi sportaši trebali biti svjesni svojih sposobnosti i svojih mogućnosti. Genetski faktor će u velikoj mjeri određivati sportaševu sposobnost i brzinu napredovanja. Neki sportaši će biti izdržljivi i te će imati

bolji aerobni kapacitet dok će neki sportaši biti brži i imati bolje anaerobne sposobnosti. Također se kod sportaša razlikuju mišićna vlakna. Određeni sportaši imaju veću količinu brzih mišićnih vlakana dok će neki imati veću razinu sporijih mišićnih vlakana. Svaki sportaš bi trebao biti upućen i svjestan svojih ograničenja u trenažnom procesu pa tako i u procesu kojemu je cilj unaprijediti sportaševu eksplozivnost, koja je u većoj mjeri urođena te se na nju može utjecati u malom postotku što, naravno, ne znači da ju zbog toga ne bi trebali raditi. Dapače, pliometrijski treninzi, ako su pravilno programirani i ako se rade konstantno, mogu samo pomoći sportaševim trenutnim sposobnostima na način da ih poboljšaju i podignu na veću razinu (Tucker i sur., 2013).

### **3.5. TRENAŽNO ISKUSTVO**

Trenažno iskustvo, odnosno broj godina kojima se sportaš susreće sa pliometrijskim treningom, je puno važniji od dobi sportaša. Primjer može biti sportaš od 25 godina koji do sada nije radio specifične pliometrijske treninge i sportaš koji ima 18 godina, ali ima trenažno iskustvo od 5 godina pliometrijskog specifičnog treninga. Sportaš koji ima 18 godina, po kronološkoj dobi je mlađi, ali po trenažnom iskustvo je “stariji” odnosno, sportaš koji ima 18 godina će moći raditi puno intenzivnije treninge od sportaša koji je kronološki stariji, ali do sada se nije susretao sa pliometrijskim treningom. Sportaši koji prenaplo uđu u trenažni proces pliometrije sa većim intenzitetom imaju puno veću šansu za ozljeđivanje od sportaša koji postepeno uđu u cijeli proces. Kako bi se to izbjeglo, sportaši bi trebali sa trenerima odraditi testove za ravnotežu, stabilnost, fleksibilnost i jakost te raditi na tehnicima jednostavnih struktura gibanja prije prelaska na zahtjevnije i kompliciranije vježbe (Malina i sur., 2013).

### **3.6. PROCJENA JAKOSTI**

Znanstvenici su puno raspravljali o povezanosti jakosti i pliometrije. Prije je postojalo standardno pravilo da sportaš ne smije raditi pliometrijske vježbe ukoliko ne može podignuti određenu težinu na čučnju. Dokazalo se da to nije istina te da ima puno više faktora koji utječu na spremnost za sigurno provođenje pliometrijskog treninga. Trening sa utezima ili vanjskim opterećenjem u osnovi razvija mišićnu jakost dok pliometrijski trening

poboljšava mišićnu snagu. Sportaši provode dinamički trening s utezima kao oblik pliometrijskih vježbi s vanjskim opterećenjem kako bi maksimizirali mehaničko ispoljavanje jakosti. Također, ukoliko sportaši povećaju svoju jakost, oni će moći proizvesti veću silu, ali to neće imati preveliki transfer na sport ukoliko ne uključe pliometrijske vježbe u svoj program treninga. Primjer može biti sportaš koji može napraviti čučanj s težinom duplo većom od svoje tjelesne mase što pokazuje da ima zavidnu razinu jakosti, međutim to ne znači da će pokazati dobre rezultate na testovima eksplozivnosti (Pardos-Mainer i sur., 2021).

Postoje nekoliko vrsta jakosti. Apsolutna jakost ili maksimalni stupanj jakosti, može se mjeriti neovisno o tjelesnoj težini. Relativna ili maksimalna jakost je s obzirom na tjelesnu težinu važna za projekciju centra težišta tijela od, po ili preko podloge. Dinamička jakost uključuje ekscentričnu i koncentričnu kontrakciju sa stupnjem brzine što se koristi u čučnjevima i jednokratnim skokovima. Elastična jakost je spoj brzine, kontraktilne i elastične komponente te je još i spoj refleksnih kontrakcija. Statička jakost odnosno izometrija je među bitnijim stavkama, ali se ne primjenjuje koliko bi trebalo. Ona može biti definirana kao kontrola nad mišićima i zglobovima trupa. Statička jakost je komponenta svih drugih oblika jakosti te je ona odgovorna za stabilnost pokreta u svim ravninama i zglobovima trupa (Suchomel i sur., 2018).

#### **4. UČINAK PLIOMETRIJSKOG TRENINGA NA HIPERTROFIJU**

Grgić i sur. (2021) su napravili metaanalizu čiji je cilj bio kritički usporediti efekte pliometrije u odnosu na trening s opterećenjem na mišićnu hipertrofiju. Provedena metaanaliza je uključivala 8 relevantnih studija. Šest studija uspoređivalo je učinke pliometrijskog naspram treninga s opterećenjem u svrhu hipertrofije mišića, dok su dvije studije istraživale učinke kombinacije ova dva tipa treninga. Najčešće korištene makroskopske metode u znanstvenim istraživanjima uključuju procjenu debljine mišića pomoću ultrasonografije B-moda, procjenu površine poprečnog presjeka mišića pomoću ultrasonografije B-moda, računalne tomografije ili magnetske rezonance, kao i procjenu nemasne tjelesne mase korištenjem dvostrukoe energetske rendgenske apsorpciometrije. Na temelju rezultata studija uključenih u ovaj pregled, zaključuje se da pliometrijski trening i trening sa vanjskim opterećenjem mogu dati slične učinke za hipertrofiju mišića donjih

ekstremiteta kod netreniranih i rekreativno treniranih pojedinaca. Međutim, unatoč nalazima koje je istraživanje pokazalo, dokazi o hipertrofiji na razini mišićnih vlakana su još uvijek ograničeni. (Grgić i sur., 2021).

#### **4.1. PLIOMETRIJA S DODATNIM OPTEREĆENJEM**

Negra i sur. (2019) su proveli istraživanje čiji je cilj bio ispitati učinke pliometrijskog skoka pod opterećenjem i rasterećenjem, odnosno bez otpora. Istraživanje je uključivalo 29 sudionik - nogometaši u pred-pubertetskim godinama. Program treninga se sastojao od provjera snage mišića, brzine, promjene smjera i udarca. Sudionici su nasumično podijeljeni u dvije grupe. Prva skupina (LPJT) sa dodatnim opterećenjem je imala 13 sudionika koji su koristili prsluke sa dodatnim opterećenjem. Druga skupina (UPJT) je imala 13 sudionika koji su koristili samo svoju masu tijela bez dodatnog vanjskog opterećenja. Testovi koji su bili korišteni za testiranje prije i poslije trenažnog procesa su protupokret-skok [CMJ], stajanje skok u dalj [SLJ], brzina odnosno sprint na 5 m, 10 m i 20 m, promjena smjera odnosno Illinois test [ICoDT], modificirani test agilnosti 505 i test udaljenosti udarca bili su provedeni. Podaci su analizirani pomoću zaključaka na temelju veličine. Skupina koja je radila sa dodatnim vanjskim opterećenjem je pokazala vrlo velika poboljšanja za vrijeme sprinta na 10 metara veličina učinka [ES]=2,00) i modificirani test 505 CoD (ES=2,83). Za istu grupu umjerena poboljšanja primijećena su u ICoDT (ES=0,61), vremenu sprinta na 5 i 20 m (ES=1,00 za oba testa), CMJ (ES=1,00) i MKD (ES=0,90). Mala poboljšanja u SLJ (ES=0,50) testu bila su očekivana. Što se tiče UPJT skupine, uočena su mala poboljšanja za sve testove (ES=0,33 do 0,57) osim vremena sprinta na 5 m i 10 m (ES=1,00 odnosno 0,63). Međuskupinske analize daju prednost skupini LPJT za modificirani 505 CoD (ES=0,61), SLJ (ES=0,50) i MKD (ES=0,57) testove, ali ne za vrijeme sprinta na 5 m (ES=1,00). Prikazane su samo trivijalne razlike između grupa za preostale testove (ES=0,00 do 0,09). Zaključak istraživanja pokazuje da je LPJT učinkovitiji nego UPJT u poboljšanju mjerenja mišićne snage, brzine, promjene smjera i udarca. Ova studija ispitala je učinke pliometrijskog skoka pod opterećenjem (LPJT) i rasterećenja odnosno bez opterećenja (UPJT) (Negra i sur. 2019).

## 5. EKONOMIČNOST TRČANJA

Maksimalni aerobni kapacitet smatra se ključnim za izvedbu trčanja u disciplinama na velike udaljenosti. Međutim, druge varijable identificirane su kao bolji prediktori izvedbe, poput maksimalne aerobne brzine i ekonomičnosti trčanja. Nekoliko studija usredotočilo se na prednosti pliometrijskog treninga za ekonomičnost trčanja za širok raspon kopnenih sportova. To uključuje poboljšane performanse kod trkača na srednje i duge staze. Spurrs i sur. (2003) proveli su istraživanje u kojemu je sudjelovalo sedamnaest trkača koji su bili testirani tijekom šest tjedana. Sudionici su bili nasumično podijeljeni u dvije skupine – eksperimentalna skupina kod kojih je pliometrijski trening bio kombiniran s treningom trčanja i kontrolna skupina koja je tijekom šest tjedana odrađivala samo trening trčanja. Na sportašima su se provodili različiti testovi kao što su mjerenje izometrijske sile, test brzine razvoja sile, visina skoka u suprotnom smjeru itd. U istraživanju je vidljivo značajno poboljšanje (za 2,7 %) u utrci na 3 km bez istodobnog poboljšanja u maksimalnom aerobnom kapacitetu ( $\dot{V} O_2\max$ ) kod eksperimentalne skupine. Značajne promjene kod kontrolne skupine nisu primijećene. To pokazuje da trkači na srednje i duge staze također imaju veliki benefit od pliometrijskog treninga (Spurrs i sur., 2003).

### 5.1. BRZINA I AGILNOST

Svrha istraživanja koje su proveli Ferley i sur. (2020) bila je provjeriti 2 kombinirana pristupa koja su uključivala sličan trening snage i pliometrijski trening sa drugačijim pristupom intervalnom treningu sprinta. Ovo je bilo paralelno istraživanje koje je pratilo 3 grupe sa 2 različita pristupa na intervalni trening sprinta na nogometnu izvedbu. Subjekti su grupirani po rezultatima njihove maksimalne aerobne brzine ( $V_{\max}$ ) te potom nasumično podijeljeni po ostalim karakteristikama. Varijable koje su se koristile između ove dvije grupe, grupe na pokretnom sagu ili traci i grupe na razini, su bile ovim redom: skok čučanj sa zamahom (CMJ), jednonožni skok u dalj (SLJ), jednonožni troskok, sprint, profesionalni test agilnosti promjene smjera, modificirano trčanje Cunnighama i Faulknera do  $V_{\max}$ , trčanje do iznemoglosti odnosno dok više subjekt nije u stanju nastaviti test, trčanje do otkaza na pokretnoj traci postavljenoj na 1.5% ( $T_{\max}$ ), jedno maksimalno ponavljanje unilateralnog potiska nogom, jedno bilateralno maksimalno ponavljanje na istoj spravi, jedno maksimalno ponavljanje na ekstenzije i fleksiji kuka na dominantnoj strani,



test skokova u trajanju od 30 sekundi koji se izvode na vodoravnoj spravi (3PQ). Sudjelovala su 46 ispitanika (24 muškarca i 22 žene) u dobi od 13 do 18 godina. Istraživanje je trajalo ukupno 8 tjedana. Grupa 1 izvodila je intervalni trening sprinta koristeći pretežno nagnute uvjete na traci za trčanje u kombinaciji s otporom i pliometrijskim treningom (INC,  $n=17$ ). Grupa 2 izvodila je intervalni trening sprinta koristeći razine na traci za trčanje i završila isti trening snage i pliometriju (LEV,  $n=14$ ). Treća grupa odnosno kontrolna grupa koja je predstavljala različite sportova koju su nastavili svoj normalni plan treninga bez dodavanja pliometrijskih treninga. Grupe koje su dodatno provodile pliometrijske treninge uz svoj sport su imali puno bolje rezultate i poboljšanja od kontrolne grupe. Također, INC grupa koja je izvodila intervalne treninge sprinta koristeći nagib na pokretnoj traci u kombinaciji s treningom snage i pliometrijskim treningom je imala znatno veća poboljšanja u usporedbi s LEV grupom u sprintu, jednonožnom troskoku, testu za agilnost, modificiranom trčanju Cunnighama i Faulknera te na uspravnoj ekstenziji kuka dominantnom stranom. Zaključuje se da je trening snage i pliometrije u kombinaciji sa intervalnim treningom sprinta temeljenim na nagibu učinkovitiji od sličnog pristupa treninga koji koristi razine intervalnog treninga sprinta (Ferley i sur., 2020).

## **5.2. VERTIKALNI SKOK**

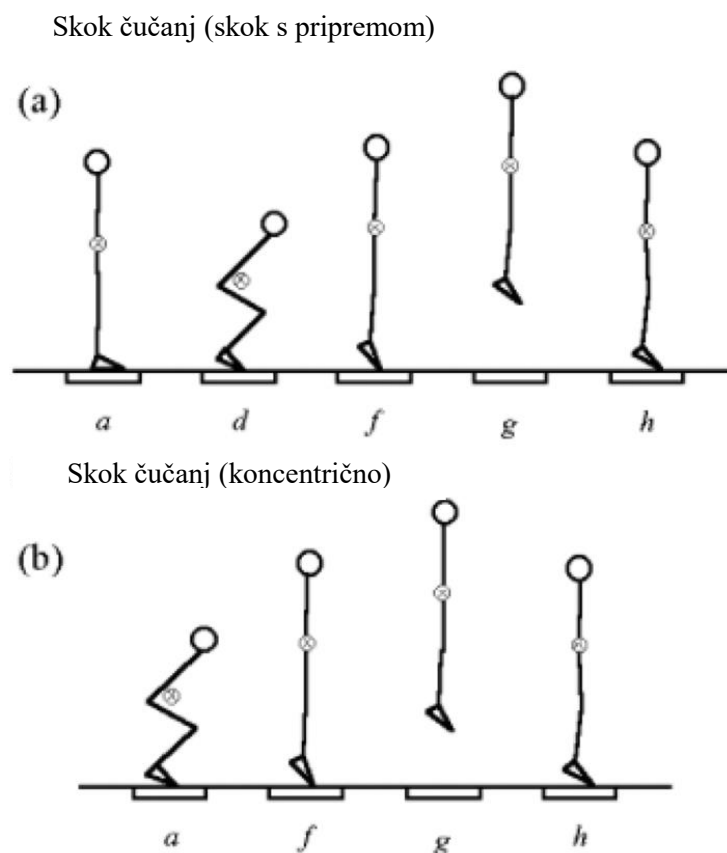
Najviša proučavana mjera izvedbe u odnosu na pliometrijski trening je vertikalni skok. Najčešće korištene pliometrijske vježbe vrte se oko vertikalnog skoka i varijacija eksplozivnog skakanja. Stoga je to najčešći alat za obuku i mjerenje poboljšanja. Također za provjeru vertikalnog skoka nije potrebna skupocjena oprema te nije potrebno veliko predznanje za provjeru i mjerenje istoga.

Marković i Mikulić (2010) su proveli metaanalizu gdje se proučavao učinak pliometrijskog treninga u 26 studija, potvrdila je poboljšanje u dubinskom skoku (DJ) i čučanj skoku (SJ) te u skoku sa pripremom (CMJ) za 8,7 %. Razlika između skoka s pripremom i skok čučnja je ta što kod skok čučnja ne dolazi do pred-istezanja nego skok ide iz polu čučnja. Vidljivo poboljšanje je uočeno kod skok čučnja kod adolescenata preko 10-tjednog programa, koji se sastojao od 2 sesije tjedno te se sa svakim treningom volumen povećavao sa 60 na 100 skokova po sesiji. Slični rezultati su uočeni kod zdravih ali netreniranih odraslih muškaraca koji su imali frekvenciju od 4 treninga tjedno sa ukupno 12 tjedana. Performanse skoka s pripremom su naširoko dokumentirane te iznose poboljšanja

od 7,5 % i 10 % kod zdravih odraslih muškaraca koji se rekreativno bave sportom. Povećanje skoka s pripremom je također uočeno i kod netreniranih odraslih muškaraca koji su imali samo 3 treninga tjedno kroz 12 tjedana. Volumen treninga povećao se sa 60 kontakata s podlogom na 180 do kraja istraživanja što iznosi volumen treninga profesionalnih sportaša. Takva poboljšanja nisu ograničena na bilateralni skok s pripremom. Neuvježbane odrasle žene su izvodile jednonožni odnosno unilateralni skok s pripremom te su također ostvarile pozitivne rezultate. Međutim, nisu sve studije bile jednoglasne u izvješćivanju o poboljšanjima izvedbe vertikalnog skoka s pliometrijskim treningom. Studentice i visoko istrenirani muški trkači nisu pokazali poboljšanje u visini vertikalnog skoka što pokazuje da je 6 tjedana pliometrijskog treninga nedostavno za postizanje poboljšanja u izvedbi u odnosu na visinu skoka (Marković i Mikulić, 2010).

#### Slika 4

*Faze skoka s pripremom i skok iz čučnja (Garcia i sur., 2022).*



### 5.3. SPORTOVI NA TERENU

Sportaši koji se bave sportovima na terenu doživljavaju visoke razine prijenosa odnosno transfera pliometrijskog treninga na sportsku izvedbu. Košarka, odbojka, rukomet i tenis zahtijevaju visoku razinu brzine agilnosti i sposobnosti skakanja kao što je šutiranje u košarci i blokada u odbojci. Stoga su mnoge studije ispitivale učinke pliometrijskog treninga na performanse.

U usporedbi tradicionalne pliometrije, 27 elitnih muških košarkaša su bili podvrgnuti sa dodatnim vanjskim opterećenjem odnosno sa prslukom. Grupa bez dodatnog opterećenja i grupa sa dodatnim vanjskim opterećenjem su poboljšale izvedbu CMJ-a odnosno skoka s pripremom, čučanj skoka i 5 ponavljajućih skokova sa značajno većim učinkom u opterećenoj skupini. Pokazalo se da visina pada igra ključnu ulogu u visini skokova kod 33 elitna juniorska košarkaša koji su radili dodatne pliometrijske treninge. Protokol treninga dubinskog skoka koji se izvodio na visini od 50 ili 100 cm, tri puta tjedno tijekom 6 tjedana, povećao je visinu vertikalnog skoka za 4,8 cm do 5,6 cm. U sveobuhvatnijoj studiji pliometrijskog treninga gornjeg i donjeg dijela tijela koju su proveli Santos i Janeira (2011), 24 mlađa rekreativna košarkaša, značajno su poboljšala skok čučanj, skok sa pripremom te dubinski skok i performanse bacanja medicine nakon 10 tjedana. Učinak detreniranosti, 6 tjedana nakon primjene treninga, pronađen je kada je stimulus pliometrijskog treninga uklonjen unatoč nastavku redovnog košarkaškog treninga. Učinak pliometrijskog treninga na terenu se više odražava na poboljšanje brzine sprinta i agilnosti nego na sposobnost skakanja. To je vjerojatno zbog činjenice da ovi sportovi rijetko uključuju zadatke skakanja tijekom natjecanja (Santos i Janeira, 2011).

Studija koju su proveli Pardos-Mainer i sur. (2021) uključivala je 16 adolescentnih nogometašica te su primijećena poboljšanja u izvedbi vertikalnog skoka i udaljenosti nakon 14 tjedana pliometrijskog treninga, ali ne i nakon sedam tjedana. To sugerira da bi mlade žene trebale imati dulja razdoblja prilagodbe od muškaraca nogometaša. Poboljšanja u vremenu sprinta na 10 m (22,1 %) i u različitim testovima agilnosti (29,6%) uočeni su kod mladih sportašica. Također je istražen utjecaj pliometrijskog treninga na visinu skoka i snagu donjih ekstremiteta te njihov odnos s udarcima nogom u nogometu. Od posebnog je interesa praktična primjena za poboljšanje brzine lopte ili ukupne udaljenosti udarca nogom (Pardos-Mainer i sur., 2021).

Usporedba tradicionalnih postpotencijacijskih aktivacijskih strategija tj. podražaj dizanja utega prije eksplozivne aktivnosti i pliometrijskog treninga, pokazala je da je niz od 40 skokova iz čučnja proizveo ekvivalentno povećanje performansi skoka s pripremom onom viđenom u teškom čučnju praćenom CMJ testom. Slični rezultati primijećeni su za testove s vremenskim razdobljima odmora od 1, 3 i 5 minuta prije skoka s pripremom (CMJ) . Ovo istraživanje sugerira da složeni protokol treninga možda neće biti potreban da bi se potaknule prednosti aktivacije nakon potenciranja (Santos i Janeira, 2011).

#### **5.4. PROGRAMIRANJE TRENINGA PLIOMETRIJSKIH SKOKOVA U NOGOMETU**

Studije koje su proveli Rodrigo Ramirez-Campillo i sur.(2022) pokazuje programiranje treninga skokova odnosno pliometrije u nogometu. Trajanje programa treninga skokova kretalo se između tri i 96 tjedana s medijanom od sedam tjedana, pri čemu je jedna studija izvijestila o individualiziranom trajanju. Većina studija provedena je unutar sezone, što znači da se njihovi rezultati mogu primijeniti samo na tu određenu fazu godišnjeg ciklusa. Iako dokazi upućuju na to da trening skokova može potaknuti rane prilagodbe, čak i nakon četiri tjedna, u nekim ishodima fizičke spremnosti kod nogometaša, uključujući linearni sprint, brzinu promjene smjera, skakanje, maksimalnu snagu, anaerobnu snagu, i udaljenosti udarca lopte, veća poboljšanja se mogu očekivati nakon dugoročnijih intervencija. Frekvencija u većini istraživanja je bila 2 sesije tjedno, iako se kretalo od jedne do šest sesija tjedno. Pred-pubertetski nogometaši završili su jedan ili dva pliometrijska treninga tjedno tijekom 8 tjedana s ukupnim volumenom izjednačenim sa 680 skokova. Grupe su doživjele slična poboljšanja i rezultate u fizičkoj kondiciji odnosno u linearnom sprintu i skokovima kod obje učestalosti treninga odnosno frekvencije. Kada se tjedni volumen izjednači, a ukupni je volumen prilično umjeren, čini se da učestalost treninga ne utječe na prilagodbu fizičke spremnosti kod nogometaša, barem kratkoročno, odnosno  $\leq 8$  tjedana. Međutim, kada je potrebno akumulirati veći volumen skokova, veća učestalost treninga može omogućiti neke logične prednosti kao što su veći odmor između ponavljanja i intenzitet treninga, odnosno lakša raspodjela volumena na dva treninga. Istraživanja su pokazala razliku između horizontalne i vertikalne projekcije sile. Pliometrijski trening s naglaskom na vertikalnu projekciju sile je pokazao bolji učinak na fizičku spremnost nogometaša tijekom izvedbe vertikalnog skoka odnosno na bolje rezultate

dok je pliometrijski trening s naglaskom na horizontalnu projekciju silu imao bolji učinak na horizontalne radnje odnosno sprint (Ramirez-Campillo i sur., 2015).

Meta-analiza je pokazala da je horizontalni trening skokova superiorniji od vertikalnog treninga skokova za bolju horizontalnu izvedbu odnosno sprint. Međutim ista ta meta-analiza je pokazala da horizontalni trening skokova ima sličan učinak za vertikalnu izvedbu skoka kao i sami trening za poboljšanje vertikalnog skoka što sugerira da bi sportaši više trebali raditi na horizontalnoj projekciji sile (Moran i sur., 2021).

Pliometrijski trening, ako je on prvenstveni cilj, treba uvijek biti na početku treninga pogotovo ako je u kombinaciji sa drugim metodama treninga. Razlog je taj što sportaš mora biti maksimalno odmoran kako bi mogao proizvesti maksimalnu moguću silu na tom treningu. Rezultati pliometrijskog treninga su oslabljeni ako se pliometrija primjenjuje na kraju treninga (Ramirez-Campillo i sur., 2015).

## **5.5. BACAČKI SPORTOVI**

Dokazi upućuju na to da su pliometrijske vježbe za gornji dio tijela vrijedan alat u bacačkim sportovima za povećanje snage gornjeg dijela tijela, a time i za poboljšanje performansi kod atletičara i bacača u bejzbolu. Značajno poboljšanje koncentrične unutarnje rotacije i ekscentrične vanjske rotacije ramenog zgloba igrača bejzbola nakon balističkog-6 protokola koji se sastojao od seta od 6 pliometrijskih vježbi za gornji dio tijela. Dvadeset dva zdrava aktivna muška ispitanika (dob  $25,9 \pm 1,3$  godine, visina  $1,8 \pm 0,08$  m, masa  $87,6 \pm 12$  kg) izvela su 4 ponavljanja od svake varijacije skleka nasumičnim redoslijedom. Za svaki ekstremitet izračunate su četiri ovisne varijable, vršni vGRF, vGRF od vremena do vršnog, brzina opterećenja i brzina propulzije. Grupa koja je primjenjivala pliometrijske vježbe je poboljšala brzinu izbacivanja sa 83,15 na 85,15 mph nakon osam tjedana pliometrijskog treninga. Slične promjene nisu primijećene u kontrolnoj skupini, što ovo čini važnim poboljšanjem performansi za bejzbol. Cilj ovog istraživanja je bio odrediti utjecaj pliometrijskog treninga gornjeg dijela tijela na sportsku izvedbu kao što je snaga, brzina izbačaja lopte, udaljenost izbacivanja lopte te snaga u zdravih osoba. Velika većina sportskih aktivnosti zahtijeva eksplozivne pokrete ne samo donjih ekstremiteta već i gornjih. Pliometrijske vježbe za gornji dio tijela su bile otvorenog kinetičkog lanca s medicinskom loptom kao što je dodavanje na prsa i bacanje lopte te vježbe zatvorenog kinetičkog lanca

kao što su pliometrijski sklekovi, sklekovi s pljeskom i sklekovi s medicinkom. Od 11 studija koje su ušle u odabir odnosno koje su ispunile kriterij, njih 8 je pokazalo učinkovitost u poboljšanju brzine izbacivanja lopte, udaljenosti za bacanje lopte i snagu mišića gornjih udova. Iz ovoga se zaključuje da se pliometrija gornjeg djela tijela ne bi trebala izostaviti jer ona također igra ključnu ulogu u većini sportova (Koch i sur., 2012).

## **5.6. SPORTOVI NA VODI**

Nekoliko je studija ispitalo učinke pliometrijskog treninga u plivanju, koje bi mogle imati koristi specifične za sport za propulziju udarca i horizontalne sile. Značajna poboljšanja u vršnim okretnim momentima oko zglobova kuka i koljena primijećena su nakon 9 tjedana pliometrijskog treninga skoka u dalj. Povećana horizontalna sila (7 %) i horizontalna brzina odlijetanja (16 %) koje imaju značajne implikacije na izvedbu za startna vremena i prevrtanje, vrijeme izvedbe plivanja do 5,5 m (20,59 sekundi naspram 20,21 za kontrolnu skupinu), i brzina odlijetanja do kontakta (0,19 milisekundi naspram 20,07 milisekundi za kontrolnu skupinu (Marković i Mikulić, 2010).

Uspješnost plivanja može se poboljšati ne samo treningom specifičnim za sportove u vodi, već i pomoću treninga na suhom kao što je pliometrijski trening. Studija koju su proveli Girolid i sur. (2007) ispitala je učinke 8-tjednog pliometrijskog treninga na uspješnost odnosno rezultat plivanja kod muških plivača u pred-pubertetu. Jedna grupa je radila kombinaciju pliometrijskih treninga dok je druga grupa radila samo spicifične treninge za plivače. Tjedan dana prije testiranja, obavljene su dvije sesije upoznavanja kako bi se sudionici navikli na testove fizičke spremnosti te na pliometrijske vježbe. Odgovarajuće ispitne sesije bile su u razmaku od 5 dana. Prije i nakon intervencije, provedeni su testovi za procjenu skokova (skok u dalj i sunožni skoku u vis sa zamahom) te provjera plivačke izvedbe. Specifično sportsko testiranje uključivalo je testove kraulom na 15, 25 i 50 metara sa startom ronjenja, test kraulom na 25 metara bez odgurivanja od zida i 25 m. Rezultati su otišli u korist grupe koja je imala dodatne pliometrijske trening uz treninge plivanja što ponovno potvrđuje kako dodatni pliometrijski treninzi mogu imati velik utjecaj na sportaševu izvedbu u odabranom sportu (Girolid i sur., 2007).

## **5.7. PREVENCIJA OZLJEDA**

Pliometrijske vježbe ne koriste se samo za poboljšanje performansi, već i kao alat za prevenciju ozljeda. Kada se koristi pliometrijski trening u kontekstu prevencije ozljeda, mora se uzeti u obzir i vrsta propisane vježbe. Sportaš bi se u svojim treninzima trebao susresti sa istim kretnim strukturama kao i na terenu kako bi se tijelo adaptiralo i prilagodilo na zahtjeve utakmica ili natjecanja. Također intenzitet same utakmice ili natjecanja bi trebao biti isti kao i na treninzima, razlika bi bila jedino u tome koliko dugo će sportaš biti u kojem intenzitetu rada. Ostala razmatranja uključuju mehaniku doskoka za vježbe donjeg dijela tijela ili rotacijske momente uključene u vježbe za gornji dio tijela. Osnove mehanike doskoka su strategije regrutiranja mišića, kutovi zglobova i obrasci opterećenja. Razlike u aktivnostima tetive koljena i stražnjice identificirane su u pliometrijskim vježbama tijekom pripremne faze i faze doskoka. Preskakanje s preponama u sagitalnoj ravnini s jednom nogom proizvelo je najveću aktivnost stražnjice i tetive koljena u obje faze. Ovu vježbu bi moglo biti važno uključiti u programe prevencije ACL ozljeda (Noyes i Westin, 2012).

## **5.8 UČINCI PLIOMETRIJSKOG I IZOMETRIJSKOG TRENINGA NA UKOČENOST MIŠIĆA I TETIVA**

Kubo i sur. (2017) su napravili istraživanje čiji je cilj bio usporediti učinke pliometrijskog i izometrijskog treninga na svojstva tetiva tijekom balističkih kontrakcija i ukočenost mišića u pasivnim i aktivnim uvjetima. Jedanaest ispitanika završilo je 12 tjedana (3 dana/tjedan) unilateralnog programa treninga za plantarne fleksore. Radili su pliometrijski trening s jedne strane i izometrijski trening s druge strane. Aktivna mišićna krutost u medijalnom gastrocnemiusu izračunata je prema promjenama u procijenjenoj mišićnoj sili i duljini fascikula tijekom brzog istezanja nakon submaksimalnih izometrijskih kontrakcija. Pasivna krutost mišića također je izračunata iz procijenjene pasivne mišićne sile i duljine fascikula tijekom sporog pasivnog istezanja. Krutost i histereza tetivnih struktura mjerena su ultrazvučno tijekom ramp i balističkih kontrakcija. Pasivna ukočenost mišića i histereza tetiva nisu se promijenile za pliometriju ili izometriju. Aktivna ukočenost mišića značajno se povećala za pliometriju, ali ne i za izometriju. Krutost tetive tijekom rampe i balističkih kontrakcija značajno se povećala za izometriju, ali ne i za pliometriju. Osim toga, vrijednosti

istezanja tetive na razinama proizvodnje sile iznad 100 N tijekom balističkih kontrakcija povećale su se za pliometrijski trening. Ovi rezultati sugeriraju da pliometrijski trening (ali ne i izometrijski trening) povećava rastezljivost tetivnih struktura tijekom balističkih kontrakcija i aktivnu ukočenost mišića tijekom brzog istezanja, a te promjene mogu biti povezane s poboljšanim performansama tijekom vježbi ciklusa skraćivanja i istezanja (Kubo i sur., 2017).



## 6. ZAKLJUČAK

Pliometrijski trening je vrlo koristan alat koji je ključan u većim sportskim dostignućima. Svi elitni sportaši koriste barem nekakav oblik ekscentrično koncentričkih vježbi u svom trening programu. Ovakav oblik treninga poboljšava sportaševe motoričke i funkcionalne sposobnosti, jača zglobove i kosti te poboljšava mišićnu elastičnost što dovodi do boljeg i bržeg ispoljavanja sile. Pliometrijski trening uz sve benefite također služi i kao prevencija od ozljeda. Ozljede se najčešće u sportu dešavaju pri maksimalnim i submaksimalnim brzinama odnosno uz prisustvo većih sila. Upravo je pliometrijski trening taj koji je najbliži događanjima u sportu odnosno on najbolje prikazuje odnos sila koje se apliciraju u samom sportu.

Bitna stavka kod pliometrijskog treninga je samo programiranje treninga. Bitno je poznavati sportaševe karakteristike kako bi se mogao napraviti individualan plan specifično za njega. Ukoliko se ovakav oblik treninga krivo provede i programira može doći do neželjenog ishoda odnosno do velikog mišićno koštanog zamora te na kraju i same ozljede. Upravo zato je vrlo bitno da se nastave otkrivati nove pliometrijske metode koje će dodatno poboljšati sportaševe performanse i sam uspjeh sportaša. Također kako ne bi došlo do ozljede na utakmicama ili različitim sportskim natjecanjima sportaš mora biti prilagođen na zahtjeve istih na način da će iste zahtjeve provoditi u trenažnom procesu.

Kako bi sportaš imao maksimalni mogući benefit od pliometrijskog treninga, odnosno kako bi to ostvario bolji rezultat, mora smanjiti vrijeme kontakta s podlogom kako bi bio brži, eksplozivniji te kako bi imao bolje reakcije na terenu.

## 7. LITERATURA

- Barbieri, D., Zaccagni, L., Babić, V., Rakovac, M., Mišigoj-Duraković, M. & Gualdi-Russo, M. (2017.), Body composition and size in sprint athletes, *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 57, 1142-1146.
- Blicharz, G., Rymarczyk, M., Rogulski M. & Linek, P. (2021.), Methods of Masseter and Temporal Muscle Thickness and Elasticity Measurements by Ultrasound Imaging: A Literature Review, *Curr. Med. Imaging*, 17, 707-713.
- Bosco, C. & Komi, V. (1979.), Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles, *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 41, 278-284.
- Bouguezzi, R., Chaabene, H., Negra, Y., Ramirez-Campillo, R., Jlalía, Z., Mkaouer, B. & Hachana, Y. (2020.), Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Measures of Athletic Performance in Prepuberal Male Soccer Players, *J. Strength Cond. Res.*, 34, 1609-1617.
- Comyns, T. M., Harrison, A. J. & Hennessy, L. K. (2011), An investigation into the recovery process of a maximum stretch-shortening cycle fatigue protocol on drop and rebound jumps, *J. Strength Cond. Res.*, 25, 2177-2184.
- Cumming, S. P., Sherar, L. B., Pindus, D. M., Silva, M., Malina, R. M. & Jardine, P. R. (2012.), A biocultural model of maturity-associated variance in adolescent physical activity, *Int. Rev. Of Sports and Exercise Psych.*, 5, 23-43.
- Dalleck, L. C. (2020.), Strategies for Outdoor Wintertime Activity, *Certified*, 35, 239-246.
- Davies, G., Riemann, B. L. & Manske, R. (2015.), Current concepts of plyometric exercise, *Int. J. Sports. Phys. Ther.*, 10, 760-786.
- Ferley, D. D., Scholten, S. & Vukovich, M. D. (2020.), Combined Sprint Interval, Plyometric, and Strength Training in Adolescent Soccer Players: Effects on Measures of Speed, Strength, Power, Change of Direction, and Anaerobic Capacity, *J. Strength Cond. Res.*, 34, 957-968.
- Fukutani, A., Kurihara, T. & Isaka, T. (2015.) Factors of force potentiation induced by stretch-shortening cycle in plantarflexors, *PLoS One.*, 1.

- Garcia, S., Delattre, N., Berton, E. & Rao, G. (2022.), Patellar Tendon Force Differs Depending on Jump-Landing Tasks and Estimation Methods, *Appl. Sci*, 12, 488-495.
- Girold, S., Maurin, D., Dugue, B., Chatard, J. C. & Millet, G. (2007.), Effects of dry-land vs. resisted- and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances, *J. Strength Cond. Res.*, 21, 599-605.
- Grgić, J., Schoenfeld, B. J. & Mikulić, P. (2021.), Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review, *J. Sport Health Sci.*, 10, 530-536.
- Herzog, W. (2019.), The problem with skeletal muscle series elasticity, *BMC Biomed. Eng.*, 3, 1:28.
- Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis A., Risberg, M. A., Myklebust, G. & Steen, H. (2004.), Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players, *Clin. J. Sport Med.*, 14, 88-94.
- Ishikawa, M., Komi, P. V., Grey, M. J., Lepola V. & Bruggemann, G. P. (2005.), Muscle-tendon interaction and elastic energy usage in human walking, *J. Appl. Physiol.*, 99, 603-608.
- Koch, J., Riemann, B. L. & Davies, G. J. (2012.), Ground reaction force patterns in plyometric push-ups, *J. Strength Cond. Res.*, 26, 2220-2227.
- Kubo, K., Ishigaki, T. & Ikebukuro, T. (2017.), Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo, *Physiol Rep.*, 5, 256-261.
- Malina, R., Baxter-Jones, A., Armstrong, N., Beunen, G. P., Caine, D., Daly, R. M., Lewis, R. D., Rogolo, A. D. & Russell, K. (2013.), Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts, *Sports Med.*, 43, 783-802.
- Marković, G. & Mikulić, P. (2010.), Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training, *Sports Med.*, 40, 859-895.
- McGee, S. (2018), Chapter 62 - Examination of the Sensory System, Evidence-Based *Physical Diagnosis*, 15, 569-582.
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Liew, B., Chaabene, H., Behm, D. G., Garcia-Hermoso, A., Izquierdo, M. & Granacher, U. (2021.), Effects of Vertically and Horizontally

Orientated Plyometric Training on Physical Performance: A Meta-analytical Comparison, *Sports Med.*, 51, 59-79.

Myer, G. & Faigenbaum, A. (2011.), Pediatric physical activity exercise is sports medicine in youth : Integrative neuromuscular training to optimize motor development, *Kronos*, 10, 39-48.

Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, O. P. & T. Hewett (2005.), Neuromuscular training improves performances and lower-extremity biomechanics in female athletes, *J. of Strengh and Conditioning Res.*, 19, 51-60.

Neggra, Y., Chaabene, H., Sammoud, S., Prieske, O., Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Nejmaoui, A. & Granacher, U. (2019.), Plyometric training and young male soccer players, *Int. J. of Sports Physiology and Performance*, 15, 189-195.

Nessler, T., Denney, L. & Sampley, J. (2017.), ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us?, *Curr. Rev. Musculoskelet Med.*, 10, 281-288.

Noyes, F. R. & Westin, S. D. B. (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, 36-46.

Pardos-Mainer, E., Lozano, D., Torronregui-Duarte, M., Carton-Llorente, A. & Roso-Moliner, A. (2021.), Effects of Strength vs. Plyometric Training Programs on Vertical Jumping, Linear Sprint and Change of Direction Speed Performance in Female Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 6, 18(2):401.

Plotkin, D., Coleman, M., Van Every, D., Maldonado, J., Oberlin, D., Israel, M., Feather, J., Alto, A., Vigotsky, A. D. & Schoenfeld, B. J. (2022.), Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition progression on muscular adaptations, *Peer J.*, 30, 859-871.

Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C. Garcia-Hermoso, A., Gentil, P., Asadi, A., Chaabene, H., Moran, J., Meylan, C., Sanchez-Sanchez, J., Nakamura, F. Y., Kraemer, W. & Izquierdo, M. (2018.), Methodological Characteristics and Future Directions for Plyometric Jump Training Research: A Scoping Review, *Sports Med.*, 48, 1059-1081.

- Ramirez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguin, C., Meylan, C. M. P., Martinez, C., Alvarez, C., Cadore, E. L. & Izquierdo, M. (2015.), Effect of Vertical, Horizontal, and Combined Plyometric Training on Explosive, Balance, and Endurance Performance of Young Soccer Players, *J. Strength, Cond. Res.*, 29, 1784-1795.
- Ramirez-Campillo, R., Moran, J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Lloyd, R. S. & Granacher, U. (2022.), Programming Plyometric-Jump Training in Soccer: A Review, *Sports (Basel)*, 10, 94-106.
- Rassier, D. E. & Herzog, W. (2005.), Force enhancement and relaxation rates after stretch of activated muscle fibres, *Proc. Biol. Sci.*, 272, 475-480.
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J. & Watsford, M. L. (2003.), The effect of plyometric training on distance running performance, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 89, 1-7.
- Stroube, B. W., Myer, G. D., Brent, J. L., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S. & Hewett, T. E. (2013.), Effects of task-specific augmented feedback on deficit modification during performance of the tuck-jump exercise, *J. Sport Rehabil.*, 22, 7-18.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R. & Stone, M. H. (2018.), The Importance of Muscular Strength: Training Considerations, *Sports Med.*, 48, 765-785.
- Swanik, K. A., Thomas, S. J., Struminger, A. H., Huxel Bliven, K. C., Kelly, J. D. & Swanik, C. B., The Effect of Shoulder Plyometric Training on Amortization Time and Upper-Extremity Kinematics, *J. Sport Rehabil.*, 25, 315-323.
- Tucker, R., Santos-Concejero, J. & Collins, M. (2013.), The genetic basis for elite running performance, *Br. J. Sports Med.*, 47, 545-549.
- Turner, A. & Harmenberg, J. (2018.), Why fencers should bounce: A new method of movement to engage the stretch-shortening cycle, *Int. J. of Sports Sci. & Coaching*, 13, 456-463.