

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



**Uticaj spoljašnjih i unutrašnjih faktora na visinu skoka iz
različitih početnih položaja**

Završni rad

Student:

Dragan Klisarić

Mentor:

Dr Milan Matić, docent

Beograd, 2019.

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

**Uticaj spoljašnjih i unutrašnjih faktora na visinu skoka iz
različitih početnih položaja**

Završni rad

Student:

Dragan Klisarić

Mentor:

Dr Milan Matić, docent

Članovi komisije:

1. Dr Nenad Janković, vanredni profesor
2. Dr Igor Ranisavljev, docent

Datum odbrane: _____

Ocena rada i odbrane: ____ (____)

Beograd, 2019.

SADRŽAJ

1. Uvod	4
2. Pliometrija.....	6
2.1. Mehanički model	6
2.2. Neurofiziološki model	8
2.3. Ciklus izduženje – skraćenje (SSC)	9
2.3.1. Ekscentrična faza	10
2.3.2. Izometrijska faza	10
2.3.3. Koncentrična faza	11
2.4. Goldžijev tetivni organ	11
2.5. Pliometrijski metod	12
3. SKOK IZ SASKOKA	15
3.1. Spoljašnji faktori	16
3.1.1. Visina saskoka	16
3.1.2. Spoljašnje opterećenje	17
3.1.3. Tehnika skoka iz saskoka	19
3.1.4. Instrukcija	20
3.2. Unutrašnji faktori	20
3.2.1. Nivo utreniranosti.....	20
3.2.2. Pol	21
3.2.3. Uzrast	21
4. SKOK IZ POLUČUČNJA	22
4.1. Spoljašnji faktori	22
4.1.1. Spoljašnje opterećenje	22
4.1.2. Tehnika	24
4.1.3. Kofein	24
4.2. Unutrašnji faktori	25
4.2.1. Zamor	25

4.2.2. Uzrast	26
4.2.3. Pol	27
5. SKOK SA POČUČNJEM	28
5.1. Spoljašnji faktori	28
5.1.1. Visina skoka	28
5.1.2. Spoljašnje opterećenje	29
5.1.3. Tehnika	30
5.1.4. Instrukcije	32
5.2. Unutrašnji faktori	33
5.2.1. Pol	33
5.2.2. Uzrast	33
5.2.3. Telesni sastav	34
6. Zaključak	35
7. Literatura	37

1. UVOD

Skokovi predstavljaju sastavni deo mnogih sportova i imaju bitnu ulogu u postizanju sportskog rezultata. Da bi sportista ostvario dobar skok, on mora da poseduje dobro razvijene motoričke sposobnosti poput sile, snage, brzine, koordinacije, pokretljivosti i izdržljivosti. Potrebno je trenirati svaku od ovih sposobnosti proporcionalno zato što su one međusobno zavisne. U radu sa sportistima je veoma važno trenirati navedene sposobnosti u skladnom odnosu, zato što ukoliko se izostavi neka od navedenih, može doći do lošeg izvođenja skokova ili povrede. Glavni cilj skokova jeste da se težište tela podigne na određenu visinu. Visini skoka doprinosi pre svega aktivnost mišića kukova i nogu pri kontaktu sa podlogom, mišića ruku i svi ostali segmenti tela koji mogu da se pomeraju. Da bi se ostvario maksimalan skok mora se ostvariti maksimalna snaga. Prema definiciji Zaciorskog (1995) snaga predstavlja sposobnost čoveka da savlada spoljašnji otpor, ili da mu se suprotstavi pomoću mišićnog naprezanja, odnosno mišićnom silom. Mišići pri svakoj kontrakciji generišu mišićnu silu (eng. force), koja se pri različitim kretnim zadacima ispoljava kao snaga (Stefanović i saradnici 2010). U sportu se teži postizanju što boljeg rezultata, u čemu visina skoka, u zavisnosti od sportske discipline, u većoj ili manjoj meri utiče na krajnji rezultat.

Na visinu skoka utiču različiti faktori. Faktori se prema oksfordskom rečniku (<https://www.lexico.com/en/definition/factor>) u najopštijem smislu definišu kao okolnost, činjenica ili uticaj koji doprinosi rezultatu. U naučnom istraživanju faktori su nezavisne varijable (promenljive) koje mogu da se kontrolišu od strane eksperimentatora. Faktori, kao nezavisne varijable, mogu da utiču na pojave, stanja ili procese, koje nazivamo zavisne varijable koje se menjaju, kvalitativno ili kvantitativno, po meri uticaja nezavisnih varijabli. Faktori mogu uticati na određenu pojavu, stanje ili proces pojedinačno, što nazivamo monokauzalnost, dakle nezavisno od drugih faktora, ili kontigentno, odnosno udruženo od strane više faktora, što nazivamo multikauzalnost, što je češći slučaj u realnom svetu.

Faktor se u naučnom istraživanju posmatra kao veličina, koju karakterišu kvantitativne i kvalitativne dimenzije poput obima (količine), intenziteta (jačine), vremena trajanja ispoljenog uticaja, brzine ispoljavanja uticaja, progresivnosti ispoljavanja uticaja, smera uticaja, valentnosti itd. Intenzitet uticaja faktora može imati različite nivoe, kao na primer od slabog ispoljavanja uticaja do strogog determinizma (npr. geni kao nosioci naslednih osobina). U kontigentnom

ispoljavanju uticaja jedan faktor može ispoljavati različit intenzitet uticaja na jednu istu posmatranu pojavu, u zavisnosti od interakcije sa drugim uticajnim faktorima (npr. loše stanje puteva združeno sa prisustvom magle, kiše, snega, poledice itd).

Faktori, prema različitim kriterijumima, imaju različite podele. Podela faktora koju najčešće srećemo u naučnim i stručnim radovima jeste na spoljašnje i unutrašnje faktore. Osnovni kriterijum takve podele jeste da li faktor pripada spoljašnjoj, tj. objektivnoj sredini (okolina) ili unutrašnjoj, tj subjektivnoj (ličnoj) sredini. Za potrebe izrade ovog završnog rada prihvaćena je podela faktora koji utiču na visinu skoka iz različitih početnih položaja na spoljašnje i unutrašnje faktore.

Na visinu skoka utiču brojni spoljašnji i unutrašnji faktori. Najčešće istraživani spoljašnji faktori su: spoljašnje opterećenje, instrukcija, tehnika izvođenja skoka, visina saskoka. Najčešće istraživani unutrašnji faktori su pol, uzrast, utreniranost, telesni sastav. Navedeni faktori su obrađeni u ovom radu.

Skokovi se izučavaju u okviru različitih naučnih oblasti, a posebno u Atletici, Kondiciji, Biomehanici i Fiziologiji. Takođe, skokovi se primenjuju i poboljšavaju u okviru različitih trenaznih metoda, poput pliometrijskog, eksplozivnog, balističkog i dr. Pliometrija je najčešći i najefikasniji metod, čije osnovno sredstvo (vežbu) predstavljaju skokovi.

Predmet ovog rada jeste opisivanje i objašnjavanje različitih spoljašnjih i unutrašnjih faktora koji utiču na visinu skoka iz različitih početnih položaja, koji se odnose na skok iz saskoka (sa određene visine), skok iz polučućnja (iz polučućnja) i skok sa počućnjem (iz počućnja). Osnovna metoda u izradi ovog rada jeste komparativna analiza rezultata naučnih i stručnih istraživanja u skladu sa odabranom temom rada. Cilj rada je da se na osnovu definisanih spoljašnjih i unutrašnjih faktora prikaže i opiše njihov uticaj na visinu skoka iz saskoka, skoka iz polučućnja i skoka sa počućnjem. Zadaci ovog rada su:

- Izvršiti pregled i konsultacije domaće i strane literature – objavljeni naučni i stručni radovi, doktorski radovi iz predmetne oblasti, monografije, udžbenici, itd.
- Prikazati i opisati prirodu i mehanizam uticaja svakog odabranog faktora na visinu skoka iz saskoka, skoka iz polučućnja i skoka sa počućnjem,
- Osigurati kvalitet rada relevantnim grafičkim, tabelarnim, slikovnim i drugim prikazom.

2. PLIOMETRIJA

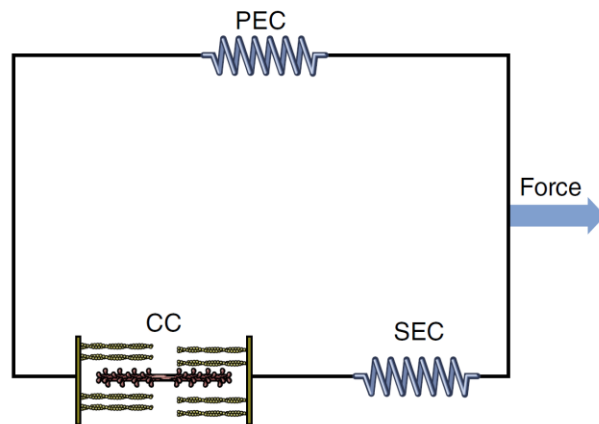
Etimološki pliometrija potiče od grčkih reči, odnosno prefiksa "plio" što znači "više" ili "duže" i sufiksa "metric" što znači izmeriti. U ljudskoj prirodi je da se mišići izduže pre nekog eksplozivnog pokreta. Pliometrijski pokreti i vežbe su nastali iz potrebe za savlađivanjem sile gravitacije, opstanka u davnim vremenima, a danas radi sportskog postignuća. Skupljanje pre skoka, sprinta, bacanja nekog predmeta odražava prirodnu potrebu sportiste da prevaziđe silu gravitacije ili inercije sopstvenog tela ili predmeta (Hansen i Kennelly 2017). U osnovi pliometrije se nalazi brz telesni odgovor na brzo izduženje mišića. Tako npr. kada se košarkaš priprema da "zakuca" on će prvo spustiti svoje težište pre nego što energično izvrši odskok; odbojkaš koji treba da blokira smeč, prvo što će uraditi jeste spuštanje težišta a zatim će izvršiti odskok i blok rukama. U nekim slučajevima sportisti nastoje da se odupru ciklusu izduženje-skraćenje kako bi dobili na vremenu, što se može videti pri sprinterskim disciplinama, kada treba što brže napustiti startni blok. Pri planiranju programa treninga i uključivanju pliometrijskih vežbi treba uložiti dosta truda. Pliometrijske vežbe su kompleksne i variraju u stepenu intenziteta opterećenja. Prema tome treba uvažiti princip postupnosti i postepeno povećavati intenzitet u zavisnosti od nivoa pripremljenosti sportiste, kako bi se postigla efikasnost i bezbednost prilikom izvođenja vežbi. Dokazano je da pliometrijske vežbe utiču na razvoj određenih motoričkih sposobnosti, kao što su sila, snaga i brzina. Kako se navedene sposobnosti razvijaju i organizam adaptira na veći stimulus, potrebno je pojačati intenzitet vežbi. Da bi smo razumeli važnost i značaj pliometrijskog treninga u poboljšanju motoričkih sposobnosti i izvođenju skokova, neophodno je predstaviti i razumeti određena mehanička i neurofiziološka svojstva skeletnog mišića. U tom cilju prikazani su i objašnjeni mehanički i neurofiziološki model, ciklus izduženje – skraćenje, Goldžijev tetivni organ i pliometrijski metod.

2.1. Mehanički model

Prema Hafu i Tripletu (2016) Hilov mehanički model objašnjava funkcionisanje skeletnog mišića i opisuje stvaranje elastične energije u mišićno – tetivnom aparatu. Ova energija se povećava brzim pokretom koji izdužuje mišić - ekscentrična kontrakcija mišića. Tako stvorena energija se skladišti u mišićno-tetivnom aparatu određeno vreme. Ako se odmah nakon

pokreta izduženja izvrši pokret skraćanja - koncentrična kontrakcija, uskladištena elastična energija se oslobađa i doprinosi ostvarenju veće mišićne sile. Ukoliko koncentrična mišićna kontrakcija ne usledi odmah nakon ekscentrične kontrakcije mišića ili ekscentrična kontrakcija traje predugo, pomenuta uskladištena energija se neće iskoristiti, već će se pretvoriti u toplotnu energiju.

Hilov model čine tri komponente koje se odnose na određene morfološke strukture, a to su: serijska elastična komponenta (SEK), kontraktilna komponenta (KK), paralelna elastična komponenta (PEK), što je prikazano na slici br. 1.



Sl. 1 Mehanički model funkcije skeletnog mišića (Hill, A.V. 1970)

Serijska elastična komponenta (SEK) sastoji se od tetiva i manjim delom od mišića. Ona obavlja najveći deo posla pri pliometrijskom radu mišića. Pri ekscentričnoj mišićnoj kontrakciji SEK se ponaša kao opruga i izdužuje se, čime skladišti elastičnu energiju. Ako se odmah nakon ekscentrične kontrakcije izvrši koncentrična kontrakcija mišića, doći će do oslobađanja uskladištene energije. Na ovaj način SEK doprinosi ukupnom ispoljavanju mišićne sile.

Kontraktilna komponenta (KK) koju čine miofilamenti aktina, miozina i njihovi poprečni mostići. Ona ima funkciju da stvara mišićnu silu, koja se ostvaruje tokom koncentrične mišićne kontrakcije. Aktivnost ove komponente zavisi od njene trenutne dužine, brzine i nivoa aktivacije.

Paralelna elastična komponenta (PEK) koju čine epimizijum, perimizijum, endomizijum i sarkolema, koje se nalaze oko samog mišića. Ona ispoljava silu otpora, koja se suprotstavlja istezanju mišića izvan njegove normalne dužine.

2.2. Neurofiziološki model

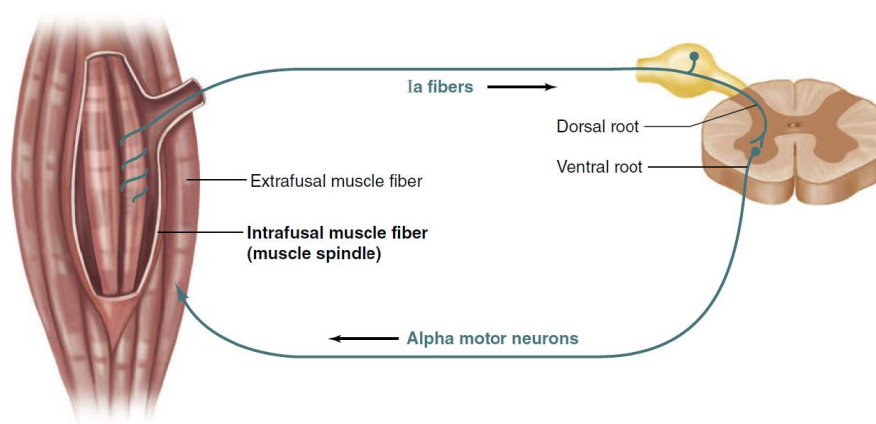
Prema Hafu i Tripletu (2016) nervno fiziološki model obuhvata potencijaciju, refleks istežanja i mišićno vreteno.

Potencijacija (nadražaj) podrazumeva promene kontraktilnih mišićnih komponenti izazvane istežanjem (na relaciji sila – brzina).

Refleks istežanja ili miotatički refleks je monosinaptički refleks, što znači da ima jednu sinapsu, preko koje se ostvaruje direktan kontakt aferentnog i eferentnog neurona. Kod monosinaptičkog refleksa, refleksna reakcija je prosta, što znači da će na isto draženje receptora, uvek biti isti odgovor efektor, odnosno biće uvek ista refleksna reakcija. To znači da će spoljni nadražaj uvek prouzrokovati izduženje mišića. Za razliku od monosinaptičkog refleksa postoji polisinaptički refleks sa više neurona i sinapsi, gde je refleksna reakcija složena, što znači da na isto draženje receptora može biti različit odgovor efektor. Miotatički refleks predstavlja nehotični / nesevesni telesni odgovor na istežanje mišića. Ovaj refleks se prirodno nalazi u svim mišićima i u većem delu sastoji se iz mišićnog vretena. **Mišićna vretena** su proprioceptivni organi, koji se nalaze u intrafuzalnim mišićnim vlaknima, koji su paralelni sa ektrafuzalnim mišićnim vlaknima. Oni su osetljivi na stepen i veličinu istežanja. Kada se registruje brzo istežanje, mišićna aktivnost se refleksno povećava.

Tokom pliometrijskih vežbi, mišićna vretena se stimulišu brzim istežanjem, što stvara refleksnu mišićnu kontrakciju. Ovaj refleksni odgovor povećava aktivnost agonističkih grupa mišića i samim tim stvara veću mišićnu silu. Međutim, ukoliko koncentrična kontrakcija ne usledi odmah nakon ekscentrične mišićne kontrakcije, refleks istežanja neće ispoljiti svoja svojstva, kao što je slučaj i u mehaničkom modelu. Kada se mišić izduži, refleks istežanja reaguje na taj stimulus i šalje nervne impulse putem aferentnih vlakana (Ia) u zadnji koren kičmene moždine. Nakon spajanja sa alfa motoneuronom u prednjem korenu kičmene moždine, impulsi se šalju eferentnim nervnim vlaknima do agonističkih ektrafuzalnih vlakana, stvarajući refleksnu mišićnu kontrakciju (Sl. 2). Ovaj refleks koristi potrebna elastična svojstva mišića i vezivnog tkiva kako bi povećao ukupno ispoljavanje mišićne sile. Takođe, predstavlja jedan od najbržih refleksa u ljudskom organizmu, zato što ima samo jednu sinapsu. Pri izvođenju

pliometrijskih vežbi, refleksni mehanizam je uglavnom sastavljen od aktivnosti mišićnog vretena, što je prikazano na slici br.2.



Sl.2 Refleks na istezanje (Wilk et al, 1993)

Navedeni mehanički i neurofiziološki model doprinose povećanju mišićne sile tokom pliometrijskih vežbi, ali nije dovoljno istraženo u kojoj meri i koliko svaki od njih doprinosi.

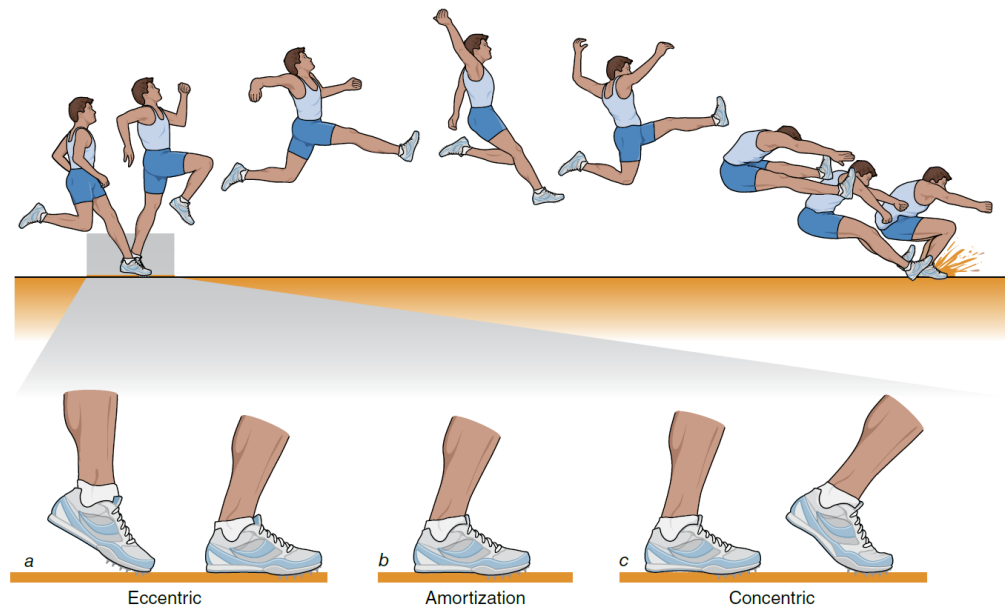
2.3. Ciklus izduženja – skraćanja mišića (SSC)

Ciklus izduženje – skraćenje (SSC) je sastavni deo mnogih prirodnih oblika kretanja poput hodanja, trčanja, nekih vrsta skokova, bacanja, udaraca itd, a takođe sreće se i kod velikog broja sportskih aktivnosti. On podrazumeva reverzibilnu kontrakciju mišića (ekscentrično – koncentričnu). Suština ovog ciklusa je momentalna upotreba stvorene povećane mišićne sile, koja je nastala putem ekscentrične kontrakcije. Ovaj ciklus koristi uskladištenu energiju, stvorenu od strane SEK i stimulacije refleksa istezanja kako bi podstakao maksimalnu aktivaciju mišića u što kraćem vremenskom periodu. Pokreti koji se izvode u ovom ciklusu moraju biti izvedeni kao jedan kontinuirani pokret, a ne kao dva sa pauzom između njih. Prema Zaciorskom (2009) sila koja se ostvari u ekscentričnom ili pliometrijskom režimu rada mišića može lako da nadmaši maksimalnu izometrijsku silu koju sportista ispoljava za 50% do 100%. Reverzibilna kontrakcija se sreće kod skoka iz saskoka i skoka iz počučnja, dok je kod skoka iz polučučnja neutralisana izometrijskim uslovima. Mnogi treneri prepostavljaju da je vežba skok iz saskoka usmerena ka poboljšanju skladištenja i ponovnog korišćenja elastične energije tokom odskoka. Mišićna sila se poboljšava na osnovu inhibicije Goldžijevog tetivnog organa, nadražaja refleksa

istezanja i pravog trenutka pokreta. SSC ciklus se sastoji iz tri posebne faze: ekscentrične, izometrijske i koncentrične faze (sl. 3).

2.3.1. Ekscentrična faza

Ekscentrična faza (a) uključuje aktivaciju agonističkih mišićnih grupa. Tokom ove faze SEK skladišti elastičnu energiju i mišićno vreteno se stimuliše. Kako se mišićno vreteno izdužuje, šalje se impuls zadnjem korenu kičmene moždine, putem aferentnih nervnih vlakana (tip 1), kao što se vidi na slici 3 i slici 4 na kojoj je prva faza predstavljena od početka kontakta stopala sa podlogom do kraja tog pokreta (spuštanja stopala na podlogu).



Sl. 3 Skok u dalj i SSC, (Haff i Triplet 2016)

2.3.2. Izometrijska faza (amortizaciona)

Izometrijska faza (b) predstavlja vreme između ekscentrične i koncentrične faze, a takođe se naziva amortizaciona faza. Ona predstavlja vremenski razmak od završetka ekscentrične faze do početka koncentrične faze. Tokom ovog vremenskog razmaka impuls iz aferentnog nervnog vlakna (tip 1) preko sinapsi dolazi do alfa motoneurona u prednjem korenu kičmene moždine. Zatim, alfa motoneuron šalje impuls do agonističke grupe mišića. Ova faza se u SSC smatra

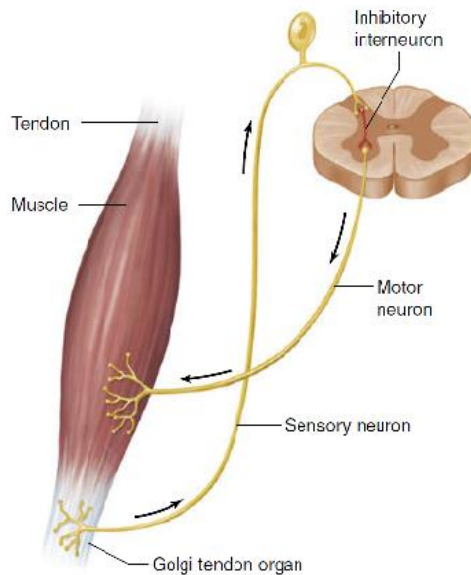
ključnom za stvaranje mišićne sile. Ona treba da traje veoma kratko, zato što u suprotnom stvorena energija u mišiću nestaje u vidu toplote, a refleks na istezanje neće povećati mišićnu aktivnost za narednu koncentričnu kontrakciju. Kod skoka udalj, amortizaciona faza započinje kada skakač završi kontakt stopala sa podlogom, a završava kada pokret ponovo započne.

2.3.3. Koncentrična faza

Koncentrična faza (c) predstavlja telesni odgovor na ekscentričnu i amortizacionu fazu. U ovoj fazi, energija koja je skladištena u SEK tokom ekscentrične faze koristi se u cilju povećanja mišićne sile tokom koncentrične kontrakcije. Ova koncentrična kontrakcija stvara veću mišićnu silu nego kada se ista kontrakcija izvede bez prethodno pomenutih faza. Alfa motoneuron stimuliše agonističke grupe mišića i stvara refleksnu mišićnu akciju putem svojstva refleksa na istezanje. Kod skoka u dalj, ova faza započinje u trenutku napuštanja kontakta stopala sa podlogom. Prostije rečeno, ako posmatramo m. gastrocnemius kroz ciklus izduženje - skraćenje uviđamo da on podleže brzom istezanju (ekscentrična faza), zatim kratak vremenski razmak bez pokreta (amortizaciona faza) i napuštanje kontakta stopala sa podlogom (koncentrična faza).

2.4. Goldžijev tetivni organ

Goldžijev tetivni organ je proprioceptor koji se nalazi u tetivama i aktivira se sa istezanjem aktivnog mišića. On igra bitnu ulogu u ciklusu izduženje – skraćenje. Kako se napetost u mišiću povećava, tako se i aktivacija ovog organa povećava. Njegovom aktivacijom, šalju se signali u kičmenu moždinu da bi se inhibirao motorni neuron koji pokreće taj isti mišić. Ova inhibicija motornog neurona smanjuje napetost u mišićima i tetivama. Iako, refleks istezanja podstiče aktivaciju mišića, goldžijev tetivni organ inhibira mišićnu aktivaciju. Prema tome, goldžijev tetivni organ ima zaštitnu ulogu u sprečavanju preterane napetosti i moguće povrede mišića i tetiva. Pri malim mišićnim silama, efekat ovog organa je mali, dok pri velikim mišićnim silama, efekat ovog organa uzrokuje relaksaciju mišića. Ovo svojstvo za koje je zadužen goldžijev tetivni organ predstavlja jednu od osnovnih adaptacija na trening sa velikim opterećenjem.



Sl. 4 Goldžijev tetivni organ (Haff i Travis 2016)

Prilikom planiranja i primene pliometrijskog metoda treninga, treba znati da oba navedena senzorna organa igraju ulogu pri pronalaženju optimalne visine skokova. Tako npr. skok sa umerene visine može proizvesti dovoljno sile da se stvori ekscentrična kontrakcija koja aktivira mišićno vreteno koje pojačava koncentričnu kontrakciju. U suprotnom, ukoliko se izvodi skok sa preterane visine može doći do brzog istezanja tetive, čime će se prizvati kočeći odgovor od strane Goldžijevog tetivnog organa, što će momentalno ugasiti koncentričnu kontrakciju.

2.5. Pliometrijski metod

Pliometrijski metod je način poboljšanja eksplozivne sile koji ima relativno veliki značaj u ostvarivanju vrhunskog rezultata u sportu. Pliometrijske vežbe podrazumevaju reverzibilni (ekscentrično – koncentrični) režim rada mišića. U osnovi njihovog izvođenja su snažne i brze koncentrične kontrakcije, koje nastaju nakon brzog dinamičkog istezanja angažovanih mišića (ekscentrične kontrakcije). Ovaj režim rada se sreće u različitim svakodnevnim i sportskim pokretima i kretanjima.

Jedan od ranih zastupnika ovog metoda bio je Jurij Verhošanskij, ruski trener i naučnik. On je koristio tzv. “udarni metod” u cilju povećanja reaktivne sposobnosti atletičara. Zahvaljujući ovom metodu njegovi uspesi sa skakačima udalj su postali veoma poznati.

Pored uticaja na kontraktilne sposobnosti mišića, pliometrijski metod takođe razvija neuromišićni sistem u cilju izvođenja brže i snažnije promene pravca kretanja, kao npr. prelazak iz “silaznog u “uzlazni” položaj skokova ili promene kretanja nogu u različitim pravcima, što je jako bitno u sportskim igrama.

Jaki mišići predstavljaju preduslov za efikasan pliometrijski trening. Neki naučnici preporučuju uključivanje pliometrijskih vežbi za donji deo tela tek nakon što se razvije mišićna sila do nivoa kada osoba može da izvede duboki čučanj sa tegovima 1.5 do 2.0 puta više od svoje telesne mase. Ove preporuke bi isključile decu i mnoge žene iz programa pliometrije. Sa druge strane, empirijski dokazi pokazuju da sportisti smeju da sprovode pliometrijski metod, ukoliko mogu da izvedu čučanj i druge osnovne vežbe snage sa umerenim opterećenjem i sa pravilnom formom (Ču i Mjer 2013). Vežbe poput trčanja, preskakanja vijače, razne vrste poskoka i skokova mogu da se koriste u radu sa mlađim sportistima i slabije utreniranim. Uostalom, mnogi sportovi poput odbojke i košarke se započinju u ranom uzrastu i uključuju pokrete i kretanja zasnovanim na pliometrijskom režimu rada mišića.

U programu koji ima za cilj poboljšanje visine skokova potrebno je uključiti vežbe u kojima se vrši ekstenzija u zglobov kuka, kolena i skočnog zgloba, tzv. trostruka ekstenzija.

Jedna od najčešće korišćenih vežbi u početku jeste naskok na kutiju, čime se trenira koncentrična faza skoka i izbegava tvrd doskok. Nakon ove vežbe, mogu da se koriste skokovi u mestu (npr. skok iz polučučnja) čime se povećava opterećenje pri doskoku. Nakon što se razviju mišićna sila, snaga i efikasna tehnika, treba preći na složenije i teže varijante skokova. Prema Stefanoviću i Ranisavljevu (2013) u pliometrijskom treningu postoje dva osnovna principa:

- Princip progresivnog preopterećenja

U okviru programa pliometrijskog treninga neophodno je da se koristi odgovarajući princip preopterećenja (kada se mišić naglo optereti), zato što su tada mišići primorani da intenzivnije rade. Nepravilno dozirano opterećenje može da ima za posledicu vežbanje bez ikakvog efekta ili preterano intenzivno vežbanje koje može da bude uzrok povrede.

- Princip specifičnosti

U sportu se ispoljavaju mnogi pokreti koji podrazumevaju pliometriju, u cilju transfera pliometrijskih vežbi na sportske aktivnosti, potrebno je izvoditi vežbe koje su bliske takmičarskoj aktivnosti određenog sporta.

Da bi se pliometrijski program treninga pravilno i efikasno realizovao, potrebno je znati da različite vežbe variraju u intenzitetu. Pliometrijske vežbe se mogu podeliti u dve velike grupe, u odnosu na to koliki uticaj ostvaruju na nervno –mišićni sistem, a to su: nisko intenzivne i visoko intenzivne vežbe. Prema Bompia (2015) svaki plan koji uključuje pliometrijske vežbe u program treninga, treba da uzme u obzir sledeće faktore:

- Uzrast i fizičku pripremljenost sportiste
- Veštine i tehniku izvođenja pliometrijskih vežbi
- Ključne faktore sposobnosti za dati sport
- Energetske zahteve datog sporta
- Trenutnu fazu treninga u odnosu na godišnji plan
- Potrebe mladih sportista, uvažavajući princip postupnosti (od nisko intenzivnih do visoko intenzivnih vežbi).

Ukoliko se ne poštuju navedeni faktori, može se desiti da sportisti koji su nedovoljno pripremljeni izvode visoko intenzivne vežbe (npr. previsoka visina saskoka kod skoka iz saskoka), čime se mogu uzrokovati određene povrede. Komponente opterećenja o kojima treba voditi računa jesu:

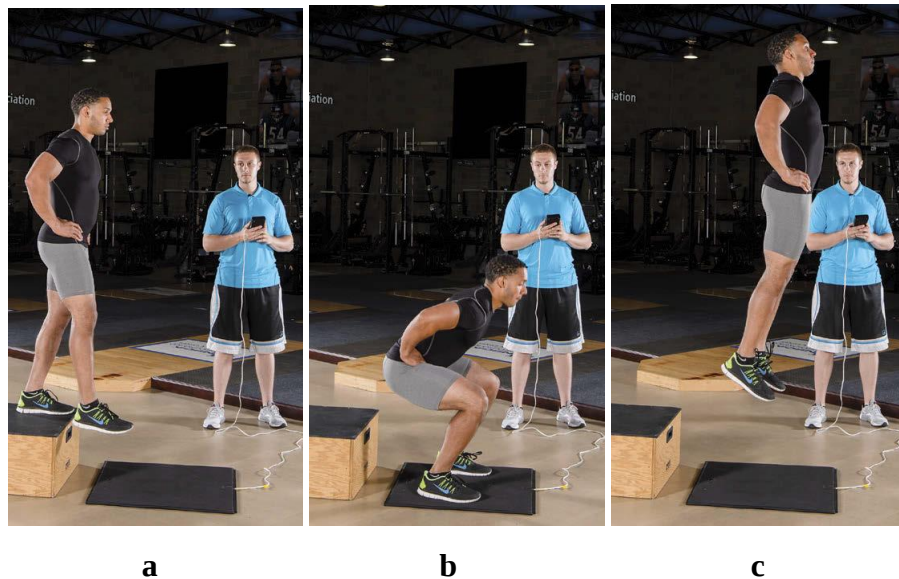
- Intenzitet opterećenja (visina saskoka, visina naskoka, dodatno opterećenje, itd.)
- Obim opterećenja (broj ponavljanja, broj serija, broj vežbi, trajanje i karakter pauze, i dr)

Karakteristika pliometrijskih vežbi je da se primenjuju sa minimalnim dodatnim opterećenjem ili čak i bez dodatnog opterećenja (samo masa tela). Opterećenje može da se povećava sa povećanjem stepena izduženja aktiviranih mišićnih grupa, zatim skraćivanjem trajanja ekscentrične faze skoka ili povećanjem opterećenja koje vrši izduženje mišića – npr. povećanjem visine sa koje se vrši saskok ili dodatnim opterećenjem u ekscentričnoj fazi (korišćenje elastičnih traka).

3. SKOK IZ SASKOKA

Skok iz saskoka (eng. drop jump - DJ) je skok koji se izvodi sa platforme određene visine. Izvodi se iz stojećeg položaja iz kojeg se vrši saskok sa platforme, te doskok na tlo i odskok uvis (slika 5. a, b, c). Ovaj skok uključuje ciklus izduženje – skraćenje. Ovim skokom se procenjuje eksplozivna i reaktivna snaga mišića nogu.

Tokom doskoka istežu se ekstenzorne grupe mišića, pri čemu miotatički refleks pojačava mišićnu kontrakciju; istovremeno goldžijev tetivni organ reaguje na povećanu mišićnu aktivnost istog mišića i inhibira njegovu aktivnost. Kada su sportisti naviknutni na brza i jaka istezanja mišićno - tetivnog aparata, dejstvo goldžijevog tetivnog organa je onemogućeno, što omogućava ispoljavanje velikih sila u mišiću. U procesu treninga ova vežba se koristi za razvoj eksplozivne snage, za testiranje skakačkih sposobnosti, povećanja deponovanja elastične energije u mišićima i u rehabilitaciji.



Sl. 5 Skok iz saskoka: a - Faza saskoka sa platforme, b- faza doskoka na tlo, c- faza odskoka uvis (Haff i Triplet 2016)

3.2. Spoljašnji faktori

3.2.1. Visina saskoka

Visina saskoka predstavlja faktor kojim se utiče na intenzitet opterećenja pri skoku iz saskoka, izražava se u centimetrima (cm). U sportskom treningu se koriste različite visine saskoka koji se vrši uglavnom sa platforme – kutije. Da bi se saskok pravilno izveo potrebno je posedovati određeni stepen snage i naučiti pravilnu tehniku doskoka, zato što sile pri doskoku mogu da budu veće nekoliko puta od telesne mase. Radi efikasnog i bezbednog sprovođenja ove pliometrijske vežbe, neophodno je uvažiti princip individualnosti i odrediti optimalnu visinu saskoka za svakog sportistu.

Studija koju su sprovedli Vitasalaj i Bosko (1982) imala je za cilj da ispita uticaj visine saskoka sa 0.20, 0.40, 0.60, 0.80 i 1 m na visinu skoka kod ispitanika - studenata. Nisu dobijene statistički značajne razlike visine skoka nakon saskoka sa navedenih 5 različitih visina. Slične rezultate su dobili i Vitasalo i sar. (1998) u ispitivanju uticaja dve visine saskoka sa 0.40 i 0.80 m kod vrhunskih troskokaša i fizički aktivnih studenata. Rezultati studije pokazuju da su troskokaši postigli visinu od 0.47 m, a studenti visinu od 0.35 m, što pokazuje veoma malu razliku. Veliki intenzitet (visina) uzrokuje smanjenje kontrole i povećanje amplitude pokreta na nivoima skočnog, kolenog i zgloba kuka, tj. pravljenje mekšeg doskoka i manjeg korišćenja efekta SSC mišića.

Matić (2015) je u svom istraživanju, u kome je bio cilj određivanje optimizacije intenziteta skoka iz saskoka, koristio visine saskoka u rasponu od 12 do 82 cm, sa dve grupe ispitanika (jaki i slabi). Dobijene su prosečne vrednosti visine DJ u rasponu od 29 cm do 32 cm. Ovo ukazuje da ne postoji bitna razlika u visini ostvarenog skoka kod primenjenih visina saskoka. U ovoj studiji je korišćen veći raspon visina saskoka nego u ostalim navedenim studijama, a rezultati ukazuju na nepostojanje efekata visine saskoka na ostvarenu visinu skoka.

Međutim, visina saskoka utiče na određene varijable skoka kao što su sila reakcije podloge, maksimalna mišićna snaga, prosečna mišićna snaga, vreme trajanja kontakta stopala sa podlogom, brzina kretanja težišta tela tokom faze odskoka i dr. Matić u svojoj studiji zaključuje da se visina saskoka može koristiti za doziranje intenziteta kod skoka iz saskoka, kada se intenzitet definiše preko gore navedenih varijabli.

Sadašnja istraživanja ukazuju da se optimalna visina saskoka može odrediti na osnovu neuromišićnih kapaciteta sportiste da proizvede maksimalnu mišićnu jačinu. Maksimalnu jačinu treba posmatrati kao važan faktor koji može da utiče na optimalnu visinu saskoka, što se primenjuje prilikom testiranja, treninga ili rehabilitacije sportiste (Matic, M, Pazin, N, Mrdakovic, V, Jankovic, N, Ilic, D, Stefanovic, Đ). Matic je u svom istraživanju utvrdio optimalnu visinu saskoka na osnovu testa 1RM, kojim je određena maksimalna sila (jačina) mišića u vežbi polučučanj na Smit mašini. U vezi sa navedenim, preporuka autora je da je neophodno individualno određivanje optimalne visine saskoka (intenziteta) kako bi se povećala efikasnost trenažnih ili rehabilitacionih procedura.

3.2.2. Spoljašnje opterećenje

Spoljašnje opterećenje predstavlja još jedan faktor kojim se može uticati na intenzitet opterećenja. To opterećenje može biti u vidu prsluka sa opterećenjem, bučica, elastične trake i dr. koje se dodaje na telesnu masu sportiste.

U studiji Makaruka i Sacevica (2011) ispitivan je uticaj promene mase tela prilikom skoka iz saskoka na vrhunskim sportistima. DJ je izvođen sa 20, 40, 60 cm visine. Dodatno opterećenje je bio prsluk koji je činio opterećenje od 5 i 10 % od ukupne telesne mase ispitanika. Pronađeno je da sa povećanjem visine saskoka rastu značajno varijable (sila reakcije podloge, sila u ekscentričnoj fazi pokreta), sa izuzetkom za visine od 40 cm i 60 cm, kada je korišćen prsluk sa opterećenjem od 10 % od TM. Povećanjem opterećenja za 5 do 10 % značajno je smanjilo pomenute varijable kod 0.60 m visine saskoka. Takođe varijable su bile niže kada je korišćeno opterećenje od 10 % nego kod 5 % od TM. Na osnovu izmerenih varijabli (sila reakcije podloge, stepen prirasta mišićne sile), zaključuje se da korišćenje ovog vida opterećenja tokom ekscentrične i koncentrične kontrakcije, onemogućava ispoljavanje dovoljne snage tokom koncentrične kontrakcije.

Ova studija ukazuje da je visina saskoka efektivniji način upravljanja intenzitetom skoka iz saskoka nego spoljašnje opterećenje. Pliometrijske vežbe mogu da budu rizične u smislu nastanka povrede, ukoliko se intenzitet ne određuje kako treba. Takođe, intenzitet treba da se definiše na osnovu varijabli kao što su sila reakcije podloge i stepen prirasta mišićne sile. Dakle, za određivanje intenziteta DJ efikasnija je i bezbednija visina saskoka u odnosu na promenu

mase tela. Navedeno može pomoći u planiranju bezbednih i efikasnih programa u okviru pliometrijskog metoda.

Naučnici predpostavljaju da dodavanje spoljašnjeg opterećenja tokom ekscentrične faze skoka može da podstakne ciklus izduženja – skraćanja i utiče na intenzitet skoka. U studiji Abodarada i saradnika (2014) cilj je bio da se odredi efekat povećanja opterećenja u ekscentričnoj fazi DJ. Kao sredstvo opterećenja korišćene su elastične trake. U studiji je učestvovalo 15 visoko utreniranih sportista po tipu snage koji su izvodili skok iz saskoka sa visina 20, 35 i 50 cm i to na tri načina: samo sa svojom težinom (bez dodatog opterećenja), sa elastičnim trakama koje pružaju opterećenje jednako 20% od težine telesne mase sportiste i 30 % od TM sportiste. DJ sa elastičnim trakama se izvodio tako što su asistenti stajali stopalima na po jednoj elastičnoj traci i tako fiksirali taj kraj trake, dok je drugi kraj traka bio prikačen za ispitanika. Elastične trake su pružale ekscentrično opterećenje u fazi saskoka, zatim su asistenti pri doskoku ispitanika pustili jedan kraj trake kada ispitanik doskoči (sl. 9). Svi ispitanici su uspešno izveli skok i bez povreda.

Rezultati istraživanja su pokazali da korišćenje ovog tipa opterećenja može da poboljša visinu kod skoka iz saskoka bez akutnih inhibitornih efekata (onemogućeno je dejstvo Goldžijevog tetivnog aparata) u aktivaciji neuromišićnog sistema pri izvođenju skoka.



*Sl. 6 Skok iz saskoka sa dodatnim spoljašnjim opterećenjem – elastičnim trakama
(Abodarad 2011)*

U poređenju sa prethodnom studijom u kojoj je opterećenje bio prsluk sa opterećenjem i nije dao željene efekte, elastične trake mogu da predstavljaju korisno sredstvo kojim se utiče na intenzitet kod DJ. Ovim sredstvom se povećava tolerancija sportista na veliko ekscentrično opterećenje pri doskoku. To posebno može biti od koristi za sportove u kojima postoji takvo opterećenje, kao što su Atletika, Gimnastika i Alpsko skijanje. Osim elastičnih traka, mogu se koristiti otpuštajući pojasevi radi praktičnijeg sprovođenja treninga.

3.2.3. Tehnika skoka iz saskoka

Uobičajena tehnika skoka iz saskoka podrazumeva stajanje u uspravnom položaju na kutiji iz kojeg se vrši saskok, tako što se izvede korak jednom nogom ka napred. Zatim se vrši doskok na oba stopala istovremeno. Nakon ovoga se vrši odskok eksplozivnim opružanjem u zglobu stopala, kolena i kuka. Ne treba izvoditi skok sa kutije, zato što to može dovesti do dubljeg doskoka i proizvesti velike udarne sile pri doskoku.

U zavisnosti od trajanja odskoka Bobert i saradnici (1986) su podelili skokove iz saskoka u dve grupe:

- amortizujući skok u dubinu (CDJ) koga karakteriše počučanj većih amplituda i duže trajanje odskoka. On odgovara brzom ciklusu izduženje – skraćenje i
- reaktivni skok u dubinu (BDJ) koga karakteriše počučanj manje amplitude i kraće trajanje odskoka. On odgovara sporom ciklusu izduženje – skraćenje.

Razlika između ova dva skoka vidi se u manjem spuštanju težišta tela tokom izvođenja BDJ skoka u odnosu na CDJ, što utiče na kraće trajanje faze odskoka i vremenskog perioda između postignute maksimalne brzine pomeranja težišta tela u amortizacionoj i početka ekstenzione faze. To omogućava efikasnije korišćenje elastičnih svojstava mišićno – tetivnog aparata.

3.2.4. Instrukcija

Dokazano je da instrukcije sa spoljašnjim fokusom imaju daleko veći učinak nego instrukcije sa unutrašnjom fokusom. Young i saradnici (1995) su poredili tehniku odskoka i visinu skoka CMJ i skoka iz saskoka sa 30, 45 i 60 cm izvođenih sa tri različita tipa instrukcije:

- sa ciljem postizanja što veće visine skoka,
- sa ciljem postizanja što veće visine i kraćeg trajanja odskoka,
- sa ciljem ostvarivanja što kraćeg trajanja odskoka.

U zavisnosti od date instrukcije, tehnika odskoka kod skoka iz saskoka može biti slična tehnici izvođenja skoka sa počućnjem. Tako je pronađena visoka povezanost između tehnike u kojoj je data instrukcija da se postigne što veća visina skoka. Instrukcija može bitno promeniti tehniku izvođenja. Prema tome, pri poboljšavanju skokova u procesu treninga treba voditi računa da skokovi budu slični skokovima koji se izvode u takmičarskim uslovima, kako bi se postigle specifične adaptacije u odnosu na sportsku disciplinu.

3.3. Unutrašnji faktori

3.3.1. Nivo utreniranosti

Nivo utreniranosti podrazumeva visok ili nizak nivo motoričkih i drugih sposobnosti, pri čemu fizička aktivnost ne mora da uključuje usmeren trening za razvoj sile, brzine ili neke druge motoričke sposobnosti. U razvoju motoričkih sposobnosti bitnu ulogu imaju fiziološke adaptacije na trening, na osnovu kojih sportista napreduje. Da bi se ostvarile pozitivne adaptacije na trening potrebno je da postoji adekvatan stimulus – optimalno trenažno opterećenje. Ako je trenažno opterećenje premalo, neće doći do napretka već do stagnacije u sposobnostima ili ako je trenažno opterećenje preveliko sportista neće uspeti da se adaptira, već će ući u stanje pretreniranosti ili povrede. U studiji Matića i saradnika (2015) utvrđeno je da slabiji ispitanici ostvaruju viši skok nakon saskoka sa nižih visina (22 – 32 cm) nego sa većih visina (62, 72, 82 cm), dok jači ispitanici ostvaruju veću visinu skoka kada vrše saskok sa veće visine. Ovo ukazuje da je jačim

ispitanicima potrebno veće spoljašnje opterećenje (visina saskoka), kako bi ispoljili maksimalnu snagu mišića tokom koncentrične faze skoka i time ostvaruju veće visine skoka.

3.3.2. Pol

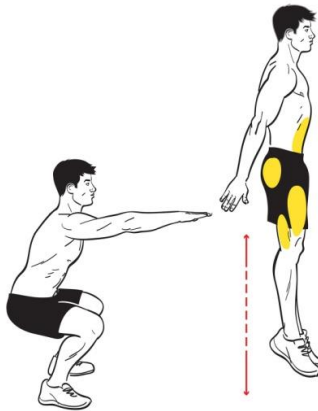
U studiji Lazaridisa (2010) ispitivana je razlika između devet odbojkaša i odbojkašica u skoku iz saskoka sa visina 30 i 60 cm. Muškarci su u proseku postigli veće visine skoka od 46.6 cm za DJ30 i 46.5 cm za DJ60 u odnosu na žene koje su ostvarile 36.3 cm za DJ30 i 35.7 cm za DJ60. Ovo se može predstaviti prosečnom razlikom od 46.6 cm za muškarce i 36 cm za žene, odnosno 22.7 % razlike. Tehnika pri DJ60 kod žena se značajno promenila u odnosu na DJ30. Pretpostavlja se da muškarci efikasnije koriste ciklus izduženje – skraćenje. Korišćene visine saskoka 30 i 60 cm nisu adekvatne pogotovo za žene koje menjaju tehniku skoka pri DJ60. Treneri trebaju da pristupe sa odgovarajućim instrukcijama za oba pola i da koriguju loše izvođenje tehnike skokova.

3.3.3. Uzrast

Uzrast i sazrevanje ima veliki uticaj na ispoljavanje motoričkih sposobnosti, pa tako i kod ovog skoka. Kod skoka iz saskoka postoji velika razlika u ostvarenim visinama skoka između dece i odraslih. U studiji Lazaridisa i sar. (2010) ispitivana je razlika između 12 neutreniranih dečaka predpubertetskog uzrasta i odraslih muškaraca starosti od 19 do 27 godina u skoku iz saskoka sa visine od 20 cm. Muškarci su u proseku ostvarili veće visine pri izvođenju DJ20 u odnosu na dečake sa iste visine (0.33 cm prema 0.15 cm), kao što je i očekivano. Pokazano je da doskok zavisi od uzrasta. Naime, dečaci su pratili loš obrazac izvođenja tehnike, koji se sreće kod muškaraca koji vrše dublji doskok. Takođe, pokazalo se da muškarci postižu veće visine u odnosu na dečake, zahvaljujući zrelosti i efikasnijem korišćenju ciklusa izduženje – skraćenje. U radu sa decom se preporučuje da se koriste samo male visine skokova i saskoka u pliometrijskom treningu, kako ne bi došlo do povređivanja.

4. SKOK IZ POLUČUČNJA (eng. squat jump - SJ)

Skok iz polučučnja se izvodi iz statičkog položaja, tako što se iz uspravnog položaja spušta u poziciju polučučnja sa fleksijom u skočnom zglobu, zglobu kolena (pod uglom od 90°) i zglobu kuka. U tom položaju se zadržava 2 do 3 sekunde. Ovaj način izvođenja isključuje učešće ciklusa izduženje - skraćenje, te se skok ostvaruje samo na osnovu koncentrične mišićne kontrakcije. U poređenju sa skokom iz saskoka i skokom iz počučnja, skokom iz polučučnja se ostvaruju niže vrednosti u visini skoka. Ovaj skok može biti koristan za sportove u kojima ne prethodi ekscentrična kontrakcija, već se iz izometrijskih uslova ispoljava koncentrična kontrakcija, kao npr. kod starta u plivanju, bloka u odbojci, skoka pod košem u košarci, skijaškim skokovima i dr.



Sl.7 Skok iz polučučnja (preuzeto: <https://www.goldsgym.com/blog/glutes-progression-strength-begins-with-a-squat/>)

4.2. Spoljašnji faktori

4.2.1. Spoljašnje opterećenje

Skok iz polučučnja sa spoljašnjim opterećenjem se uspešno koristi radi testiranja nivoa sposobnosti sportiste, pre svega snage ili u trenažnim procedurama radi poboljšanja snage.

U treningu i istraživanjima primenjuje se različit nivo opterećenja u zavisnosti od efekata koji žele da se postignu. Može se izvoditi na Smit mašini ili sa slobodnim tegovima. U studiji Vanderke i saradnika (2016) u trajanju od osam nedelja izučavani su efekti treninga korišćenjem

vežbe čučanj – skok sa opterećenjem (šipka se drži na ramenima). Pored ovog načina opterećivanja sportiste/ispitanika moguće je koristiti i druge vidove opterećenja, kao npr. bučice, elastične trake, kettlebele, prsluk sa opterećenjem i dr.

Korišćeno opterećenje u navedenoj studiji određeno je na osnovu merenja ispoljene snage u testu sa progresivnim povećanjem opterećenja u vežbi čučanj – skok sa šipkom na ramenima. Opterećenje se povećavalo sa po 10 kg u svakoj seriji. Opterećenje pri kome se javio plato u ispoljavanju maksimalne snage predstavlja traženo opterećenje. Eksperimentalna grupa je izvodila vežbu čučanj – skok sa prethodno određenim opterećenjem u testu. Sprovedeno je trinaest treninga sa 8 serija po 4 ponavljanja (100% od maksimalne snage) i 13 treninga sa 4 serije po 8 ponavljanja (sa 80% od maksimalne snage). Nalazi ove studije su pokazali da nakon programa treninga (eksplozivni metod treninga) u trajanju od osam nedelja primenom vežbe čučanj - skok dolazi do značajnih poboljšanja u visini SJ (pre programa 39,3, tokom 45,3, što predstavlja razliku od 16%, nakon programa 45,4 cm). Značajno poboljšanje se ostvaruje nakon četiri nedelje (tokom programa) nakon čega sledi plato u napredovanju.

U studiji Vilsona i saradnika (1993), koja je trajala 10 nedelja, korišćen je isti eksplozivni metod treninga sa opterećenjem od 30 % od maksimalnog opterećenja (1RM u čučnju). Nalazi ove studije su pokazali da nakon osam nedelja treninga primenom vežbe čučanj - skok dolazi do značajnih poboljšanja u visini SJ (pre 33.8 ± 4.9 , tokom 37.8 ± 6.4 , što predstavlja razliku od 15, 2 %, nakon 38.8 ± 5.6 cm). Značajno poboljšanje ostvaruje se nakon pet nedelja, nakon čega sledi plato u napredovanju.

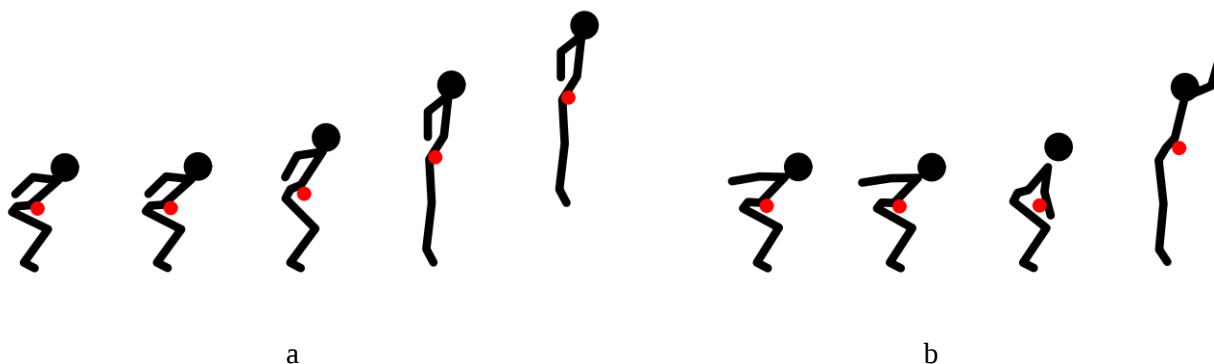
Nalazi navedenih studija ukazuju na efektivnost i efikasnost eksplozivnog metoda treninga sa primenjenim opterećenjem, koji u kratkom vremenskom periodu poboljšava visinu SJ. Najveći napredak u navedenim studijama postiže se u sličnom vremenskom periodu od četiri i pet nedelja, dok po završetku studije, visine skokova se ne poboljšavaju puno. Nalazi ovih studija mogu biti od koristi u sportovima u kojima je trajanje treninga ograničeno, kao što su timski sportovi.

4.2.2. Tehnika

Skok iz polučučnja se može izvoditi bez zamaha ruku (ruke se drže na potiljku ili na bokovima) ili sa zamahom ruku (sl.7). Većina skokova u svakodnevnim i sportskim aktivnostima koriste brz zamah rukama zajedno sa kretanjem nogu, što može da poboljša visinu skoka.

U studiji Hara i saradnici (2006) cilj je bio da se ispita kako zamah rukama utiče na snagu i rad nogu tokom vertikalnog skoka i da se stekne uvid kako zamah rukama može da poveća visinu skoka. Ispitanici su izvodili SJ bez zamaha ruku i SJ sa zamahom ruku. Rezultati istraživanja na osnovu kretanja težišta tela pokazuju veći skok kod SJ sa zamahom ruku 55.9 ± 4.69 cm u odnosu na SJ bez zamaha ruku 46.2 ± 7 cm.

Ovo istraživanje ukazuje da SJ sa zamahom rukama podiže težište tela više nego SJ bez zamaha rukama, a takođe doprinosi povećanju ukupnog rada skočnog zgloba, zgloba kolena i zgloba kukova.



Sl. 8 (a) SJ- skok iz polučučnja bez upotrebe ruku; (b) SJA – skok iz polučučnja sa upotrebom ruku (Hara 2016)

4.2.3. Kofein

Ergogena sredstva predstavljaju materije koje mogu da poboljšaju sportski uspeh, naročito otklanjanjem simptoma zamora, a to mogu biti, kofein, kreatin, farmakološka sredstva i dr. Konzumiranje kofeina podstiče različite fiziološke efekte koji mogu da doprinesu boljem izvođenju vežbi maksimalnog intenziteta. Većina istraživanja se bavi izučavanjem uticaja

kofeina i njegove primene u okviru sportova tipa izdržljivosti, dok je manje onih koja izučavaju efekte kofeina u sportovima u kojima se traži izvođenje aktivnosti visokog intenziteta.

Studija Blomsa i saradnika (2016) imala je za cilj da ispita efekte kofeina na izvođenje vertikalnih skokova (SJ, CMJ). Ispitanici su konzumirali 5 mg kofeina / kg TM. Nakon 60 minuta, izvodili su skokove. Rezultati istraživanja su pokazali da je konzumiranje kofeina imalo pozitivne efekte na visine SJ i CMJ. Kod SJ placebo grupa je ostvarila visinu od 32.8 cm dok je eksperimentalna grupa ostvarila 34.5 cm. Kod CMJ placebo grupa ostvarila je 36.4 cm, dok je eksperimentalna grupa ostvarila 37.9 cm. Ovo istraživanje je u saglasnosti i sa ostalim istraživanjima Pabiana i saradnika (2015); Vicena i saradnika (2014) koja su izučavala efekte kofeina na visinu skoka. Ispitanici u ovim istraživanjima konzumirali su 3mg / kg TM. Ova istraživanja pokazala su slična poboljšanja u izvođenju skokova, nakon konzumiranja kofeina.

Nalazi ovih studija ukazuju da je konzumiranje kofeina u dozi od 3mg do 5mg / kg TM efektivno i efikasno u manjoj meri nego što je uticaj drugih spoljašnjih faktora.

4.3. Unutrašnji faktori

4.3.1. Zamor

Postoji malo istraživanja i naučnih radova u vezi sa efektima neuromišićnog zamora na izvođenje SJ. Zamor u donjim ekstremitetima može dovesti do opadanja u sposobnostima izvođenja SJ usled smanjene motorne i mišićne kontrole. Studija Robina i saradnika (2012) imala je za cilj da odredi – kvantifikuje neuromišićni zamor donjih ekstremiteta. Radi realizacije zadatog cilja postavljen je model fudbalske utakmice u trajanju od 90 minuta, sastavljene od dva poluvremena od 45 min, sa pauzom između od 15 min. Ispitanici su bili amateri. Visina SJ i CMJ skoka je merena pre utakmice, na poluvremenu i na kraju utakmice. Rezultati istraživanja ukazuju da visina pri izvođenju SJ značajno opada na poluvremenu i na kraju utakmice. Na početku visina SJ je iznosila 34.6 cm, na poluvremenu 32.8 cm, na kraju utakmice 31.8 cm. Kod CMJ vrednosti na poluvremenu (34.4 cm) i na kraju utakmice (34.1cm) se neznatno razlikuju od visine na početku utakmice (35.9 cm).

U studiji Nikol i saradnika (2016) ispitivan je uticaj zamora u donjim ekstremitetima na izvođenje vertikalnog skoka (SJ i CMJ). Rekreativno utrenirani ispitanici su izveli Boskov protokol koji se sastoji od izvođenja 60s uzastopnih čučanj - skokova sa rukama na kukovima. Rezultati istraživanja ukazuju na razlike između visine skokova pre i nakon Boskovog protokola. Kod SJ visina pre protokola je bila 39.48 cm, a nakon protokola 35.6 cm. Kod CMJ skoka visina pre protokola je bila 42.7 cm, a nakon protokola 40.29 cm. Boskov protokol je značajno akutno smanjio visinu SJ, što može biti usled smanjenja mišićne kontrole i koordinacije kao rezultat protokola zamora. Ova studija je dokazala da je dovoljno 60s. rada da se izazove zamor i pad u sposobnostima. Prilikom sastavljanja programa treninga odgovarajuće pauze trebaju biti zastupljene kako bi se proizveli željeni efekti na sposobnosti. Zadržavanje umorenog igrača u igri takođe može da poveća rizik od povređivanja usled smanjene koordinacije i efikasnosti kretanja. Cilj u svakom sportu je da se održi maksimalna efikasnost tokom igre.

4.2.2 Uzrast

Skok iz polučučnja se koristi kao test radi procene neuromišićnih sposobnosti i stepena razvoja kod dece. U studiji Lazaridisa i saradnika (2013) ispitivane su biomehaničke razlike između dece u pred pubertetu, uzrasta 9 do 11 godina i odraslih, starosti 19 do 27 godina u izvođenju SJ, DJ, CMJ. Ispitanici su bili neutrenirani. Rezultati istraživanja pokazali su da je visina kod svih skokova značajno veća kod muškaraca. Dečaci su ostvarili visinu SJ od 15.2 ± 1.1 cm, što je daleko niže nego muškarci koji su ostvarili visinu od 28.5 ± 3.5 . Pored SJ, najveće vrednosti u visini kod dece ostvarene su u CMJ, dok su odrasli ostvarili najveću visinu kod DJ (visine saskoka 40 cm).

Može se zaključiti da su dečaci slabiji od odraslih zbog svoje nezrelosti. Kod njih verovatno goldžijev tetivni organ sprečava prekomerno istezanje i čuva od povreda, dok kod odraslih refleks istezanja pojačava aktivaciju mišića i omogućava veću visinu skoka. Takođe, deca nemaju dobru tehniku izvođenja skokova. Stariji efikasnije koriste uskladištenu energiju i samim tim postižu veći skok u svim testovima.

4.2.3 Pol

Postoje određene fiziološke razlike između muškog i ženskog pola, kao što su manji broj i veličina mišićnih vlakana kod žena, razlike u snazi, pogotovo u gornjem delu tela, daleko niže vrednosti testosterona i dr. Navedene razlike određuju i razlike u sposobnostima u postizanju sportskih rezultata. Tako npr. razlika u sposobnostima polova u skokovima u Atletici može se ilustrovati poređenjem aktuelnih maksimalnih rezultata. Ako uporedimo aktuelne svetske rekorde u skoku uvis muškaraca (Havijer Sotomajor 2, 45 m) i žena (Stefka Kostadinova 2, 09 m), dobićemo da žene ostvaruju 85 % od muškog maksimalnog rezultata. Slično tome, ako uporedimo aktuelne svetske rekorde u skoku u dalj muškaraca (Majk Pael 8, 95 m) i žena (Galina Čistajkova 7, 52 m), dobićemo skoro istu vrednost, da žene ostvaruju 84% od muškog maksimalnog rezultata.

U Studiji Boska i saradnika (2002) izučavane su karakteristike ekstenzornih grupa mišića, brzina trčanja i koncentracija testosterona, u kojoj su učestvovali 16 muških i 12 ženskih ispitanika. Oni su izvodili SJ bez tega i sa tegom (šipkom na ramenima sa spoljašnjim opterećenjem 50 do 200% od svoje telesne mase). Pri izvođenju SJ bez opterećenja muškarci su ostvarili veći skok sa 43,1cm, u odnosu na žene 34,4 cm, dok je razlika bila manja pri izvođenju SJ sa spoljašnjim opterećenjem 100 % od svoje TM (Muškarci 15,8cm, žene 13,8 cm). Znači, visina je ispitivana samo za 100% od TM. Pretpostavlja se da izmereni nivo testosterona koji je bio viši kod muškaraca uticao na veće ispoljavanje snage u odnosu na žene. Muškarci su bolji u eksplozivnoj snazi i brzini, ali ne i u snazi u odnosu na telesnu masu.

5. SKOK SA POČUČNJEM (eng. counter-movement - CMJ)

Skok sa počučnjem se izvodi kao jedan kontinuirani pokret iz uspravnog položaja iz kojeg se vrši brzi počučanj koji podrazumeva fleksiju u skočnom zglobu, kolena i kukova. Odmah nakon počučnja izvodi se ekstenzija u sva tri zgloba. Kao i kod skoka iz saskoka, ovaj skok takođe uključuje ciklus izduženje – skraćenje. Ovim skokom se ostvaruje najveća visina skoka u poređenju sa DJ i SJ, što je rezultat korišćenja uskladištene energije, refleksa na istezanje i aktivnog stanja mišića (Bobert i saradnici 2005; Komi i Bosko 1978; Vitaliso i Bosko 1982).

5.2. Spoljašnji faktori

5.2.1. Visina skoka

Primenom pliometrijskog metoda treninga, koriste se različite vežbe sa variranjem visine skokova bez i sa upotrebom prepreka (prepone i drugi rekviziti) u cilju poboljšanja skočnosti. U okviru istraživanja Ozbara (2015) u ženskom fudbalu, koje je trajalo 10 nedelja, korišćene su visine prepona od 40 do 60 cm sa ciljem povećanja CMJ skoka kod ispitanika eksperimentalne grupe. Rezultati pokazuju značajno povećanje visine CMJ kod tih ispitanika (pre 40.1 ± 1.9 cm i posle 48.6 ± 1.6 cm).

U studiji Bogdanisa i saradnika (2019) u ženskoj gimnastici, koje je trajalo osam nedelja, korišćene su različite vežbe skokova samostalno i u kombinaciji sa drugim gimnastičkim vežbama. Vežbe su varirale u visini skokova od 10 do 30 cm, koje su doprinele poboljšanju visine CMJ skoka. Rezultati ukazuju na poboljšanje visine CMJ (pre 18.1 ± 3.2 cm i posle 20.1 ± 2.9 cm).

Navedene studije ukazuju da je visina skoka, koja je svojstvena pliometrijskom metodu, značajno utiče na poboljšanje visine CMJ. S tim u vezi, u veoma ranom uzrastu dece, sa fiziološkog aspekta nije opravdano niti moguće očekivati jačinu uticaja ovog faktora kao što se ispoljava kod odraslih.

5.2.2. Spoljašnje opterećenje

Jedan od glavnih problema sa kojima se susreću kondicijski treneri jeste kako objektivno izmeriti i pratiti trenažno opterećenje kojim se poboljšavaju sposobnosti sportista. Studija Rejesa i saradnika (2016) ispituje visinu na kojoj se ispoljava maksimalna snaga i odgovarajuće opterećenje. U istraživanju su učestvovali preko 50 utreniranih atletičara (muškaraca), koji su izvodili CMJ test bez opterećenja i sa povećanjem opterećenja na Smit mašini (sl. 8) sve dok vrednost visine skoka nije pala na 16.9 cm. Relativno opterećenje koje omogućava maksimalno ispoljavanje snage mereno je pomoću platforme sa trasdukterom, povezano sa PC računarom.



Sl. 9 CMJ na Smit mašini (<https://content.sciendo.com/view/journals/hukin/54/1/article-p153.xml>)

Opterećenje na Smit mašini je primenjeno u rasponu od 17 do 97 kg, u okviru čega se opterećenje povećavalo u serijama za po 10 kg. Za svako opterećenje ispitanici su izvodili skok i merila se ostvarena snaga. Najveća visina skoka ostvarena je bez dodatnog opterećenja (što su uslovi izvođenja CMJ u gotovo svim sportovima). Pri opterećenju od 57 kg ispoljena je visina skoka od približno 20 cm, što predstavlja i visnu pri kojoj je ispoljena najveća snaga. Vrednosti za visinu CMJ, ispoljenu snagu za svaki skok i opterećenje na Smit Mašini prikazani su u tabeli 2.

Tabela 1. Vrednosti opterećenja, visine, snage (Rejes i saradnici 2016)

Load (kg)	Height (cm)	Power (% of maximum)
0	48,81 ± 4,75	86,11 ± 5,20
17	31,3 ± 3,87	87,1 ± 4,77
27	27,2 ± 3,32	92,3 ± 4,77
37	25,6 ± 4,12	94,1 ± 3,84
47	22,6 ± 3,03	96,5 ± 3,49
57	21 ± 3,44	97,7 ± 2,52
67	20,1 ± 2,93	97,5 ± 1,63**
77	19,9 ± 2,35	99,1 ± 1
87	17,5 ± 2,23	97,4 ± 1,89**
97	16,9 ± 0,91	97 ± 2,3

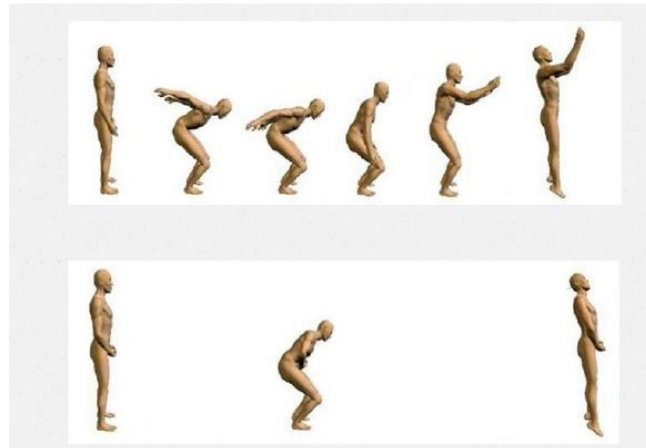
Rezultati ovog istraživanja ističu značaj visine koja je postignuta prilikom testiranja sa dodatnim opterećenjem, umesto snage, zato što se maksimalna snaga uvek ispoljava pri istoj visini. S toga, preporučuje se korišćenje visine koja je ostvarena prilikom testiranja CMJ sa opterećenjem, zato što visina predstavlja pouzdan pokazatelj individualnih neuromišićnih sposobnosti. Ovo istraživanje pruža značajne koristi u smislu kvantifikacije i prilagođavanja trenažnog opterećenja na osnovu visine dobijene CMJ testom sa opterećenjem.

Za razliku od drugih testiranja na osnovu kojih se meri i prilagođava trenažno opterećenje, kao npr. 1RM test, ovaj test ne zahteva određivanje jednog maksimalnog ponavljanja u čučnju, polučučnju ili nekoj drugoj vežbi. Međutim, zahteva određene merne instrumente za određivanje visine i snage. Nalazi u ovom istraživanju preporučuju da se postignuta visina koristi kao sredstvo za određivanje sposobnosti sportista i upravljanje trenažnim opterećenjem. Ovo može biti korisno za Atletiku, ali i mnoge druge sportove u kojima se zahteva ispoljavanje eksplozivne snage i izvođenje skokova.

5.2.3. Tehnika

Skok sa počučnjem se može izvoditi bez zamaha ruku (ruke se drže na potiljku ili na bokovima) ili sa zamahom ruku (sl. 9). U svakodnevnim i sportskim aktivnostima skokovi se koriste sa izvođenjem brzog zamaha rukama zajedno sa kretanjem nogu, čime se postiže veća visina skoka. U studiji Rahmana (2013) cilj je bio da se uporede biomehanički parametri kod CMJ bez upotrebe ruku i CMJ sa upotrebom ruku i da se stekne uvid kako zamah rukama može da poveća visinu skoka. Ispitanici su izvodili CMJ bez zamaha ruku i CMJ sa zamahom ruku.

Rezultati istraživanja na osnovu posmatranja kretanja težišta tela pokazuju veći skok kod CMJ sa zamahom ruku (61 cm) u odnosu na CMJ bez zamaha ruku (48 cm). Ovo istraživanje ukazuje da CMJ sa zamahom rukama podiže težište tela više za 23 cm u odnosu na CMJ bez zamaha rukama.



Sl. 10 gornja slika - CMJ sa upotrebom ruku, donji crtež CMJ bez upotrebe ruku (Gardner i saradnici 2012)

U simulacionim studijama (Boberta i saradnika, 2008; Domira i saradnika, 2007) u kojima su korišćeni matematički modeli mišićno-koštanog sistema pretpostavljeno je da se sa povećanjem dubine počučnja (kontra pokreta) povećava visina skoka kod CMJ. Ova istraživanja su bila apstraktna, bez stvarnih ispitanika i davanja instrukcija. Prve eksperimentalne studije Mandića i saradnika, 2015; Salsa i saradnika, 2011; Kirbija i saradnika, 2011, vezano za ovu temu, u kojima su učestvovali studenti i vrhunski sportisti, nisu potvrdile nalaze simulacionih studija. One su pronašle da postoji optimalna dubina počučnja koja daje najbolje rezultate u ostvarenoj visini skoka. Prema Mandiću optimalna dubina počučnja ima malu ulogu pri izvođenju maksimalnih skokova uvis. Ovo je, prema Sančezu, zbog toga zato što se sportisti mnogo više fokusiraju na dostizanje optimalne dubine počučnja, nego na ostvarivanje maksimalne visine skoka. Zaključak Mandića je da optimalna dubina počučnja može biti zanemarena prilikom testiranja i primene trenažnih procedura baziranih na maksimalnim skokovima uvis i prilikom analiza tehnike izvođenja skokova uvis i njihovoj optimizaciji, barem kada je u pitanju izvođenje CMJ od strane ispitanika različitog stepena utreniranosti. Navedene studije nisu potvrdile nalaze simulacionih studija.

Novija, eksperimentalna studija Sančeza i saradnika (2018), imala je za cilj da odredi kako modifikacije dubine počučnja dovode do promene u visini skoka, što je u simulacionim studijama utvrđeno. Ispitanici su izvodili tri različita skoka sa počučnjem: CMJ sa samoodabranom dubinom počučnja, CMJ sa velikom dubinom počučnja i CMJ sa malom dubinom počučnja. Na osnovu sprovedenog istraživanja pronađeno je da dubina počučnja značajno utiče na povećanje visine skoka. Veća visina skoka je ostvarena kod CMJ sa velikom dubinom počučnja u odnosu na CMJ sa samoodabranom dubinom počučnja. Takođe, veća visina skoka je ostvarena kod CMJ sa samoodabranom dubinom počučnja u odnosu na CMJ sa malom dubinom počučnja. Nalazi studija Sančeza i druge eksperimentalne studije (Geler 2015, Mekbrajd 2010 i dr) potvrđuju nalaze simulacionih studija. Iz gore navedenog može se zaključiti da variranje dubine počučnja direktno dovodi do stvaranja razlika u visini skoka posmatrajući biomehanički parameter – težište tela.

5.2.4. Instrukcije

U okviru studije Sančeza i saradnika (2018) ispitivan je uticaj instrukcija na visinu CMJ. CMJ se izvodio iz samoodabrane dubine počučnja, sa velikom dubinom počučnja i sa malom dubinom počučnja. Korišćena su tri tipa standardizovanih instrukcija:

- “Skoči što je više moguće”, za samoodabrani CMJ,
- “Izvedi što veću dubinu počučnja i skoči što je više moguće” za veći počučanj CMJ,
- “Izvedi manju dubinu počučnja i skoči što je više moguće” za manji počučanj CMJ.

Instrukcija: *“Izvedi što veću dubinu počučnja i skoči što je više moguće”* uticala je da ispitanici ostvare najveću visinu skoka. Za razliku od prethodnih studija (Kirbija i saradnika 2011; Mek Brajda i saradnika 2010) u kojima je ostvarena manja visina skoka od ispitanika je zahevano da “usvoje” specifične dubine počučnja, određene preciznim uglom u zglobu kolena ili položajem težišta tela u vertikalnoj osi. Ovo može da znači da su ispitanici usmeravali pažnju više na to da ostvare određenu dubinu počučnja, nego da izvedu maksimalni skok uvis. Instrukcija u ovom istraživanju usmerava pažnju ispitanika da izvedu maksimalan skok uvis. Istraživanje Sančeza vršeno je momentalno u jednoj sesiji, što pokazuje da se kvalitetnim (pravim i odabranim) instrukcijama može uticati na povećanje visine skoka, što ne zahteva razvoj motoričkih sposobnosti ispitanika. U tom smislu, treneri i drugi stručnjaci trebalo bi da

praktikuju ovu instrukciju, kako bi osigurali da sportisti izvode skok što bolje mogu u datim uslovima. Rezultati ovih studija pokazuju da faktori koji utiču na visinu skoka mogu da deluju u sadejstvu – spergnuto, kao što su tehnika skoka i davanje instrukcija.

5.3. Unutrašnji faktori

5.3.1. Pol

CMJ se često koristi da utvrdi razlike između polova u neuromišićnom funkcionisanju i snazi. U studiji Džona, Sofije, Paula (2017) ispitivane su razlike između muškaraca i žena u neuromišićnoj funkciji pri izvođenju CMJ. Muškarci su u proseku ostvarili veće visine skoka (32,1 cm) u odnosu na prosečnu visinu (24,3 cm) koju su ostvarile žene. Ovo je u saglasnosti sa prethodnim studijama Ebena (2007), Lafaja (2014), Rajsa (2016), s tim što su u njima ostvarene veće visine skokova. Pretpostavlja se da bi u prvobitnoj studiji ispitanici ostvarili veće visine skokova kada bi bili snažniji, zato što je snaga visoko povezana sa visinom skoka (Nuzo I saradnici 2008; Tomas I saradnici 2015), što bi takođe doprinelo boljem korišćenju efekata ciklusa izduženje - skraćanje.

5.3.2. Uzrast

U studiji Nikolidisa (2014) ispitivan je uticaj uzrasta na snagu nogu. Ispitanici (fudbaleri) podeljeni su u šest uzrasnih grupa: mlađi od 10, 10, 12, 14, 16, 18, stariji od 18 godina i odrasli. Glavni nalazi pokazuju da ne postoji razlika u visini skoka kod ispitanika (fudbalera) uzrasta od 18 godina i odraslih. Nalazi studije pokazuju da se visina skoka povećava sa uzrastom. Tako npr, grupa uzrasta od 10 godina je ostvarila visinu od (19, 8 cm), grupa uzrasta 14 godina visinu od (30 cm) i odrasla grupa (41 cm). Nije pronađena razlika između grupe uzrasta od 18 godina i odraslih. Najmanja statistička razlika je bila između uzrasta od 10 i 12 godina, dok je najveća razlika bila između 12 i 14 godina, zatim 14 i 16 godina.

U poređenju sa studijom Heterhoga i saradnika (1992) izvršenim na francuskim fudbalerima, visina skoka se takođe povećava sa uzrastom. Ispitanici su ostvarivali uglavnom

niže vrednosti visine CMJ kod svih uzrasnih kategorija. Obe studije ukazuju na važno povećanje kroz raspon godina (uzrast).

5.3.3. Telesni sastav

U studiji Nikolidisa (2014) postignute visine u CMJ su objašnjene sa morfološkog i fiziološkog aspekta. Kod pomenutih grupa uzrasta 10, 12, 14, 16, 18 godina i odraslih (21godina) merene su sledeće antropometrijske vrednosti: telesno maseni indeks (BMI), procenat masti, masna komponenta i bezmasna komponenta tela. Pronađen je linearan rast bezmasne komponente kod ispitanika u navedenim uzrasnim kategorijama, što predstavlja glavni činilac telesnog sastava koji utiče na povećanje visine kod CMJ, što je potvrđeno prethodnim istraživanjima Chirine i saradnika (2012) i Abdoua (2009).

6. ZAKLJUČAK

Istraživanjem u ovom radu potvrdilo se da su faktori koji utiču na visinu skoka iz različitih početnih položaja veličine koje imaju kvalitativna i kvantitativna obeležja, koja se mogu meriti i kontrolisati (spoljašnje opterećenje - kg, visina saskoka – cm, dubina počučnja - cm, uzrast – godine itd.), što istraživanje u ovoj oblasti čini egzaktnim. Zasnovano na tome, kod skoka iz saskoka u okviru spoljašnjih faktora ispitivan je uticaj različitih visina saskoka na visinu skoka, što je pokazalo da visina saskoka ne menja bitno visinu skoka. Kod istog skoka, testiranjem maksimalne jačine mišića u vežbi polučučanj utvrđeno je da postoji optimalna visina saskoka, što doprinosi maksimizaciji motoričkih sposobnosti i rezultata sportista. Takođe, istraživanjem faktora spoljašnje opterećenje utvrđeno je da visina saskoka predstavlja efektivniji činilac u određivanju intenziteta. Poređenjem BDJ i CDJ skoka, prvi pokazuje efikasnije korišćenje elastičnih svojstava mišićno – tetivnog aparata. U okviru unutrašnjih faktora, najveća razlika u visini ovog, ali i kod ostala dva skoka uočena je između dece i odraslih. To znači da je uzrast najuticajni unutrašnji faktor na ovu vrstu skoka. Kod skoka iz polučučnja u okviru spoljašnjih faktora, značajan je uticaj spoljašnjeg opterećenja u primeni eksplozivnog metoda treninga, koji u kratkom vremenskom periodu poboljšava visinu ovog skoka. Takođe, ističe se uticaj zamaha rukama na ostvarenu visinu kod ovog skoka (SJ sa zamahom ruku 55.9 ± 4.69 cm u odnosu na SJ bez zamaha ruku 46.2 ± 7 cm.). U okviru unutrašnjih faktora, značajan je uticaj zamora, koji u kratkom vremenskom periodu (60s) smanjuje visinu ovog skoka. Kod skoka sa počučnjem u okviru spoljašnjeg opterećenja, ističe se značaj vršenog testiranja, kojim je određena optimalna visina, na osnovu koje se može kvantifikovati i prilagođavati trenažno opterećenje. Što se tiče unutrašnjih faktora, izdvaja se uticaj bezmasne komponente, koji raste sa porastom uzrasta i doprinosi većoj visini kod ovog skoka.

Podela faktora na spoljašnje i unutrašnje u ovom radu je opravdana, zato što su se stekla vredna saznanja o prirodi uticaja jednih i drugih. Saznanjem o spoljašnjim faktorima može se uticati na doziranje i određivanje optimalnog intenziteta opterećenja (optimalna visina saskoka, spoljašnje opterećenje, tehnika, instrukcije) u cilju postizanja najboljih efekata u testiranju, treningu i rehabilitaciji. Saznanja o unutrašnjim faktorima daju informacije o razlikama u uzrastu, polu, telesnom sastavu, zamoru, specifičnim i individualnim karakteristikama i sposobnostima.

Saznanja o spoljašnjim i unutrašnjom faktorima omogućavaju sveobuhvatno i sistematsko planiranje programa treninga u sportu kako u grupnom, tako i individualnom obliku rada. U okviru pomenutih faktora za efikasan program treninga i poboljšanje visine skokova, posebnu ulogu imaju optimalna visina saskoka, optimalna visina pri kojoj se ispoljava maksimalna snaga i primenjivanje eksplozivnog metoda.

Faktori mogu delovati izolovano ili kontigentno, kao što su visina saskoka i spoljašnje opterećenje (prsluk sa opterećenjem), tehnika i instrukcija. Međutim, istraživači preporučuju da se visina saskoka koristi izolovano u određivanju optimalnog opterećenja, dok tehnika i instrukcije stvaraju sinergijski efekat (pojačavaju uticaj).

Primena opreme i rekvizita za doziranje intenziteta u zavisnosti od faktora, pruža brojne mogućnosti, pri čemu ciljevi treninga i priroda faktora daju podsticaj za inventivnost u odabiru sprava i rekvizita. Najčešće korišćeni rekviziti u navedenim istraživanjima jesu platforme – sanduci različitih visina, prepone, elastične trake.

Primena komparativne metode je omogućila nova stručna znanja o razlikama između spoljašnjih i unutrašnjih faktora, saznanja o prednostima i nedostacima pojedinih istraživanja, o razvoju naučne misli o ovim faktorima u određenom vremenskom periodu.

7. LITERATURA

Bobbert, M.F., K.G. Gerritsen, M.C., Litjens, Van Soest, A.J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*, 28(11), 1402–1412.

Bobbert, M., F., Casius, L., J., R. (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Med Sci Sports Exerc*, 37, 440–446

Bobbert, M.F. Casius, L.J. Sijpkens, I.W. Jaspers, R.T. (2008). Humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping. *J. Appl. Physiol.*, 105, 1428–1440.

Bogdanis, G.C., Donti, O., Papia, A., Donti, A., Apostolidis, N., Sands, W.A., (2019). Effect of Plyometric Training on Jumping, Sprinting and Change of Direction Speed in Child Female Athletes. *Sports*, 7, 116

Bompa, O.T., Buzzichelli, C. (2015). *Periodization – Training for Sport*. USA: Human Kinetics

Bosco C., Tsarpela O, Foti C., Cardinale M., Tihanyi J., Bonifazi M., Viru M., Viru A. (2002). Mechanical behaviour of leg extensor muscles in male and female sprinters. *Biology of Sport*, 19, 189 – 202

Chu, D., A., Myer, G. (2013). *Plyometrics*. USA: Human Kinetics

Domire, Z.J., Challis, J.H. (2007). The influence of squat depth on maximal vertical jump performance. *J. Sports Sci*, 25, 193–200.

Ebben, W.; Flanagan, E.; Jensen, R. (2007). Gender similarities in rate of force development and time to takeoff during the countermovement jump. *J. Exerc. Physiol. Online*, 10, 10–17.

Gheller, R.G. Dal Pupo, J.; Ache-Dias, J.; Detanico, D.; Padulo, J.; Dos Santos, S.G. (2015). Effect of different knee starting angles on intersegmental coordination and performance in vertical jumps. *Hum. Mov. Sci.*, 42, 71–80.

Haff, G., Triplett, T. (2016). *Essentials of strength training and conditioning 4th ed.* USA: Human Kinetics

Hansen, D., Kennelly, S. (2017). *Plyometric Anatomy.* USA: Human Kinetics

Hara, M., Shibayama, A., Fukashiro, S. (2006). The effect of arm swings on vertical jumping, Japan. *Journal of Biomechanics*, 39(13), 2503-11

Hertogh, C., Micallef, J., P., Mercier J. (1992). Puissance anaérobie maximale chez l'adolescent (étude transversale). *Sci Sports*, 7(4), 207-13.

Kirby, J.T., McBride, M., J., Haines L., T., Dayne, M., A. (2011). Relative net vertical impulse determines jumping performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 207– 214.

Komi, P.V. and Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 10 (4), 261-265

Lazaridis, S., Bassa, E., Patikas, D., Hatzikotoulas, K., Lazaridis, I., K., Kotzamanidis, C. (2013). Biomechanical Comparison in Different Jumping Tasks Between Untrained Boys and Men. *Pediatric Exercise Science Human Kinetics*, 25, 101-113

Lazaridis, S., Patikas, D., Bassa, E., Giakas, G., (2010). Neuromuscular differences between prepubescent boys and adult men during drop jump. *Arbeitsphysiologie*, 110(1), 67-74

Laffaye, G., (2010). Gender Bias in the Effect of Dropping Height on Jumping Performance in Volleyball Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, (8)

Laffaye, G, Wagner, P.P. Tombleson, T.I.L. (2014). Countermovement Jump Height: Gender and Sport-Specific Differences in the Force-Time Variables. *J. Strength Cond. Res*, 28, 1096–1105

Lucas P. Bloms, Fitzgerald, J., S., Short, M., W., Whitehead, J., R. (2016). The Effects of Caffeine on Vertical Jump Height and Execution in Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1855–1861

Maarten F. Bobbert, L.J. Richard Casius, Igor W.T. Sijpkens, and Richard T.J. (2008). Humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping. *J Appl Physiol* 105, 1428–1440

Makaruk, H., Sacewicz, T., (2011). The effect of drop height and body mass on drop jump intensity. *Biology of Sport*, 28, 63-67

Marian, V., Longova, K., Olasz, D., Krčmar, M., Volker, S. (2016). Improved Maximum Strength, Vertical Jump and Sprint Performance after 8 Weeks of Jump Squat Training with Individualized Loads. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15, 492-500

Mandić, R. (2016). Efekat promene visine centra mase tela u ekscentričnoj fazi na maksimalni dinamički izlaz i visinu skoka uvis (doktorska disertacija). Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu, Beograd.

Matić, M. (2015). Metodološki aspekti optimizacije intenziteta kod skoka iz saskoka (doktorska disertacija). Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu, Beograd.

McBride, J.M. Kirby, T.J. Haines, T.L. Skinner, J. (2010). Relationship between relative net vertical impulse and jump height in jump squats performed to various squat depths and with various loads. *Int. J. Sports Physiol. Perform*, 5, 484–496.

Nuzzo, J.L. McBride, J.M. Cormie, P. McCaulley, G.O. (2008). Relationship between Countermovement Jump Performance and Multijoint Isometric and Dynamic Tests of Strength. *J. Strength Cond. Res*, 22, 699–707.

Ozbar, N. (2015). Effects of Plyometric Training on Explosive Strength, Speed and Kicking Speed in Female Soccer Players. *Anthropologist*, 19(2), 333-339

Rahman, A., Abdel (2013). A Comparison of Biomechanical Parameters between Two Methods of Countermovement Jump. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 07(02) 02, 123-128

Reyes, P., Cuadrado, V., Blanco, F., Montilla, J., Bendala, F., Badillo, J., (2016). Load that maximizes power output in countermovement jump, *Rev Bras Med Esporte*, 22

Rice, P.E.; Goodman, C.L.; Capps, C.R.; Triplett, N.T.; Erickson, T.M.; McBride J.M. (2016). Force and power-time curve comparison during jumping between strength-matched male and female basketball players. *Eur. J. Sport Sci.*, 17(3), 1-8

Aboodarda, S.,J., ByrneDoes, J., M., Samson, M., Wilson, B., D., Mokhtar, A., H., Behm, D., G. (2014). Does performing drop jumps with additional eccentric loading improve jump performance? *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28, 8

Sánchez, S.A., Harrison A.J., Floría, P. (2018). Larger Countermovement Increases the Jump Height of Countermovement Jump. *sports*, 6, 131

Nicole, S., M., Davis, J., S. M., Cooper, N., Christina, Celasquez, H., Perez, C., Dabbs, C., Nicole. (2016). The Effects of Lower Body Fatigue On Vertical Jump Performance. *zbornik radova sa: National Strength and Conditioning Annual Conference California State University, San Bernardino*

Stefanović, Đ., Ranisavljev I. (2013). Teorija i tehnologija kondicije (praktikum). Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu, Beograd.

Temfemo A, Hugues J, Chardon K, Mandengue SH, Ahmaidi S. (2009). Relationship between vertical jumping performance and anthropometric characteristics during growth in boys and girls. *European journal of paediatrics*, 168(4), 457-64.

Temfemo, A., Mandengue, H., S., Chardon, K., Ahmadi, S., Hugues, J. (2008). Relationship between vertical jumping performance and anthropometric characteristics during growth in boys and girls. *Eur J Pediatr*, 168, 457–464

Thomas, C. Jones, P.A. Rothwell, J., Chiang, C.Y. Comfort, P. (2015). An Investigation into the Relationship between Maximum Isometric Strength and Vertical Jump Performance. *J. Strength Cond. Res*, 29, 2176–2185.

Vicen, A.J., Puente, J.C., Salinero, J.J Gonzalez, M.C., Areces, F., Munoz, G., Coso, D.J. (2014). A caffeinated energy drink improves jump performance in adolescent basketball players. *Amino Acids*, 46, 1333–1341

Vicen, A.J., Coso, D.J., Salinero, J.J., Salazar, G.C., Areces, F., Vicente, R.D., Lara, B, Soriano, L, Munoz, G.M., V, and Abian, J. (2015). The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. *J Sports Sci*, 33, 1042–1050

Viitasalo, J.T., & Bosco, C. (1982). Electromechanical behaviour of human muscles in vertical jumps. *European Journal of Applied Physiology*, 48, 253-261.

Wilson, J., Greg, Newton, U., Robert, Murphy, J., Aron, Humphries, J., Brendan (1993) The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(11),1279–1286

Young, W., Pryor, J., & Wilson, J. (1995). Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop Jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 232-236.

Zatsiorsky, V.M., & Kraemer, W.J. (2009). *Nauka i praksa u treningu snage*. Beograd: DataStatus.