

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

ROBI KREFT

Ljubljana 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje
Atletika

**BIODINAMIČNA ANALIZA SKOKA V DALJINO
PRI 11 DO 13 LET STARIH DEČKIH IN DEKLICAH**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

prof. dr. Milan Čoh

SOMENTOR:

strok. sod. dr. Mitja Bračič

RECEZENT:

prof. dr. Branko Škof

AVTOR DELA:

Robi Kreft

Ljubljana 2010

ZAHVALA:

Zahvaljujem se mentorju dr. Milanu Čohu za vso strokovno pomoč, nasvete in usmerjanje pri nastajanju mojega diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi somentorju dr. Mitji Bračiču ob izpeljavi meritev, svetovanju in pomoči pri obdelavi dobljenih podatkov.

Še posebej pa bi se zahvalil svojim staršem za vzpodbudo, podporo tako pri moji šolski poti, kot tudi pri moji športni poti. Zahvalil pa bi še vsem tistim, ki so me spodbujali, stali ob strani in pomagali kadar koli do zaključka študija.

Ključne besede:

Skok v daljino, vertikalni skok, zaletna hitrost, kinematično-dinamične spremenljivke, dejavnik, skok z nasprotnim gibanjem

NASLOV DIPLOMSKGA DELA:

BIODINAMIČNA ANALIZA SKOKA V DALJINO PRI 11 DO 13 LET STARIH DEČKIH IN DEKLICAH

Robi Kreft

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2010

Športno treniranje, atletika

Število strani 73. Število preglednic 21. Število grafov 6. Število slik 13. Število virov 58.

IZVLEČEK

Atletika je kraljica športa. Je osnova za vse ostale športe. Poznali so jo že v antični Grčiji, zato je ena najbolj cenjenih športov. Atletiko delimo na več disciplin, kot so skoki, teki, meti in sprinti. Med antične discipline spada tudi skok v daljino. Skok v daljino je atraktivna in privlačna disciplina ne samo pri starejših atletih, ampak tudi zelo priljubljena pri otrocih. Tako je namen diplomskega dela raziskati in ugotoviti, v čem se otroci glede rezultata same dolžine skoka razlikujejo in kaj vse vpliva na njihove rezultate v starostnem obdobju od 11 do 13 leta. Ugotoviti hočemo tudi značilnosti in dejavnike zaletne hitrosti, z vidika dolžine koraka in kontaktnega časa stopala. V ta namen smo jih izmerili in postavili hipoteze, katere smo nato preverili. Podatke smo obdelali in predstavili s statističnim paketom SPSS. Posamezni podatki so obdelani z ustreznimi procedurami, za osnovni prikaz rezultatov v posameznih spremenljivkah (osnovna opisna ali deskriptivna statistika). Statistično značilnost razlik med spoloma v izbranih spremenljivkah smo testirali z analizo variance za ponovljene meritve (ANOVA). Povezavo med spremenljivkami skoka v daljino in vertikalnim skokom, pa smo ugotovili s Pearsonovim korelacijskim koeficientom. V raziskavi je sodelovalo 52 mladih atletov (31 deklet in 21 dečkov). Ugotovili smo, da so parametri od skoka z nasprotnim gibanjem, statistično pomembni pri doseganju dobrega rezultata skoka v daljino. Velika povezanost je pri hitrih atletih, ki razvijejo večjo hitrost in večjo moč v čim krajšem kontaktnem času, saj dosejajo boljše daljave pri samem skoku. Ugotovili smo tudi razlike med fanti in dekleti, saj dekleta dosežejo boljše rezultate, kot pa fantje v istem starostnem obdobju.

Key words:

Long jump, vertical jump, runup speed, kinematic-dinamic variable, factor, countermovement jump

TITLE:

Biodinamic analysis of long jump by 11 to 13 years old boys and girls

Robi Kreft

University of Ljubljana, Faculty of sport, 2010

Physical training, track and field

Number of pages: 73. Number of spreadsheet table: 21. Number of graphs: 5.
Number of pictures: 13. Number of source: 58.

SUMMARY:

Athletics is a queen of sports and is a basic for all other sports. It was known in antique Greece, that is why athletics is one of most valued sports. We divide her on many sports disciplines; like jump, run, throw, sprint. In antique disciplines we also find long jump, which is very attractive and popular by children and also by elderly athletes. That is why purpose of mine dissertation is to research and find out, where are children distinguish themselves by the length of the jump and what effects on their result by children between 11 and 13. We also want to find out characteristics and parameters of run-up speed, by length of foot step and contact time of a foot. Therefore we measured them and made hypothesis, which we also checked on the end. All the informations we were processing and presenteting wuth statistic package SPSS. Several informations were processed with appropriate procedure, for basic representation in individual variable (basic descriptive or descriptive statistics). Statistics feature variation between sexes in chosen variable we tested with Pearson's correlation coefficient. There were 52 young athlets participating in research (31 girls and 21 boys). We discovered, that parameters of countermoveme,nt jump are very important, if you want to make good result in long jump. It is a big coherence by quick athletes, that are developing bigger speed and strenght in little contact time, because they fulfill much better lengths by the jump. There are some differences between boys and girls, because girls reach out for better results than boys, in equal age.

KAZALO:

1. UVOD	1
1.1 OSNOVNE BIOMEHANIČNE ZNAČILNOSTI SKOKA V DALJINO	3
1.2 OPIS POSAMEZNIH FAZ SKOKA V DALJINO	4
1.2.1 Faza zaleta	5
1.2.2 Odriv	7
1.2.3 Let	11
1.2.4 Doskok	13
1.3 ZNAČILNOSTI TEHNIKE SKOKA V DALJINO PRI OTROCIH.....	13
1.3.1 Razvoj otrokove gibalne spretnosti, sposobnosti in razvoj skakalne motorike.....	14
1.4 BIOMEHANSKE ZNAČILNOSTI ODRIVNE AKCIJE.....	16
1.4.1 Krčenje mišice	17
1.5 ZNAČILNOSTI EKSCENTRIČNO-KONCENTRIČNA KONTRAKCIJA.....	18
1.6 ŽIVČNO-MIŠIČNI MEHANIZMI EKSPLOZIVNE MOČI.....	20
1.6.1 Merjenje sil reakcije podlage	22
1.7 VERTIKALNI SKOK	23
1.7.1 Vpliv nasprotnega gibanja na vertikalni skok.....	26
1.7.2 Skok z nasprotnim gibanjem (Countermovement Jump)	28
1.8 DOSEDANJE RAZISKAVE	29
2. PREDMET IN PROBLEM	33
3. CILJI DIPLOMSKEGA DELA	35
4. HIPOTEZE	36
5. METODE	37
5.1 VZOREC MERJENCEV	37
5.2 VZOREC SPREMENLJIVK	37
5.3 VZOREC KINEMATIČNIH SPREMENLJIVK	37
5.4 POSTOPEK MERITEV	38
5.5 METODE OBDELAVE PODATKOV	40
6. REZULTATI IN RAZPRAVA	41
6.1 OSNOVNA STATISTIKA SPREMENLJIVK SKOKA V DALJINO PRI DEČKIH IN DEKLICAH.....	41
6.2 OSNOVNA STATISTIKA SPREMENLJIVK VERTIKALNEGA SKOKA PRI DEČKIH IN DEKLICAH.....	43
6.3 PRIMERJAVA RAZLIK MED KINEMATIČNIMI SPREMENLJIVKAMI SKOKA V DALJINO IN DINAMIČNIMI SPREMENLJIVKAMI VERTIKALNEGA SKOKA.....	44
6.4 PRIMERJAVA DOBLJENIH POVPREČNIH REZULTATOV SKOKA V DALJINO Z DRUGIMI ŠTUDIAMI	45
6.5 ANALIZA RAZLIK SPREMENLJIVK SKOKA V DALJINO IN SPREMENLJIVK VERTIKALNEGA SKOKA.....	48
6.6 POVEZANOST KINEMATIČNIH SPREMENLJIVK Z REZULTATOM SKOKA V DALJINO.	49
6.7 POVEZANOST DINAMIČNIH SPREMENLJIVK VERTIKALNEGA SKOKA Z REZULTATOM SKOKA V DALJINO	54
6.8 POVEZANOST KINEMATIČNIH SPREMENLJIVK SKOKA V DALJINO IN DINAMIČNIH SPREMENLJIVK VERTIKALNEGA SKOKA Z NASPROTNIM GIBANJEM	57
6.9 OPISNA STATISTIKA REZULTATOV SKOKA V DALJINO IN VERTIKALNEGA SKOKA PRI DEKLETIH.....	58
6.10 STATISTIČNE RAZLIKE MED TREMI STAROSTNIMI RAZREDI PRI DEKLICAH	59
6.11 OPISNA STATISTIKA REZULTATOV SKOKA V DALJINO IN VERTIKALNEGA SKOKA PRI DEČKIH	63
6.12 STATISTIČNE RAZLIKE MED TREMI STAROSTNIMI RAZREDI PRI DEČKIH	64
7. SKLEP	67
8. LITERATURA	69

1. UVOD

Atletika je temeljna športna panoga, saj vsebuje osnove človeškega gibanja, kot so tek, skok in met. Tehnika osnovnih atletskih disciplin je dokaj enostavna in naravna, zato se s temi disciplinami ukvarjajo že otroci v rani dobi tako v športnih društvih kakor tudi pri spontani igri. Za tehniko atletskih disciplin je značilna struktura cikličnega in acikličnega gibanja, cilj gibanja pa je premagovanje prostora z lastnim telesom ali s pomočjo orodja. Spekter atletskih disciplin je zelo obsežen, od zelo enostavnih do zahtevnih, ki terjajo od tekmovalca večletno temeljito bazično in tehnično pripravo. Skupna značilnost vseh disciplin je njihova objektivna merljivost, glede vseh ostalih značilnosti (fizioloških, tehničnih, biomehaničnih) pa se bistveno razlikujejo.

V zadnjem času je tehnika večine atletskih disciplin dokaj natančno določena in ustaljena, trenutno se pojavljajo le manjši tehnični popravki. Bistvenih sprememb in novosti v tem pogledu ne pričakujemo. Zato so raziskovanja vse bolj usmerjena v proučevanje diagnostike in nadzora tehnike. Obstaja sodobna tehnologija raziskovanja z natančnimi merskimi instrumenti. Med takšne medije v prvi vrsti sodi tenziometrijska plošča, s katero imam možnost zbiranja podatkov s hitrostjo do 2000 Hz. S takšnimi instrumenti pridemo do novih objektivnih rezultatov in ugotovitev, ki jih apliciramo v diagnostiko in kontrolo tehnike.

Vse več raziskav je usmerjenih prav v natančno analizo tehnike skoka v daljino, saj spada med osnovne in zato najenostavnejše skakalne discipline. Tenziometrijsko ploščo uporabljamo za analizo odzivne akcije. S tem dobimo izpis sil reakcije na podloge, ki so posledica delovanja živčno-mišičnega sistema skakalca ob izvedbi odziva pri skoku v daljino. Z rezultati sil reakcije podlage ob odzivu lahko ugotavljamo način izvedbe odzivne akcije, s tem pa zagotavljamo kontrolo tehnike ter možne rešitve za boljšo izvedbo odzivne akcije. Takšnih raziskav je v zadnjem času zelo veliko in zato je tudi baza podatkov in rezultatov odzivne akcije kar velika. Prav v tem smislu smo se odločili, da je cilj diplomskega dela analiza parametrov zaletne in odzivne akcije ter dinamični parametri skoka z nasprotnim gibanjem pri otrocih starih od 11 do 13 let.

Skok je poleg hoje in teka eden najbolj pogostih načinov človeškega gibanja. Vertikalni skok je naravno človeško gibanje, ki ga lahko uporabimo kot orodje za preučevanje gibalnih funkcij človeškega telesa. Gibanje celotnega telesa je povezano s študijami človeške koordinacije in vloge kostnega ter živčno-mišičnega sistema pri izvajanju skoka. Od vseh naravnih gibanj pa je hiter tek oziroma sprinterski tek v tekmovalnih okoliščinah najbolj »občudovanja« vredno gibanje, saj predstavlja najhitrejšo gibanje, ki ga je človeško telo sposobno razviti. Sprinterski tek na 100 m in

200 m, ki je tudi pomemben pri skoku v daljino, je poleg teka na 100 m in 200 m dogodek na olimpijskih igrah in svetovnem prvenstvu. Že v antični Grčiji so sprinti veljali na najbolj atraktivne in zanimive discipline. Med tek na kratke razdalje šteje tek na en stadij. Vsak tekmovalec je že tam imel vsak svojo progo. Zmaga teka na en stadij je bila v Grčiji zelo cenjena. Še danes spadajo sprinti, kot so tek na 100m in 200m med najbolj priljubljene in zanimive discipline med tekmovalci in gledalci.

Napredek skakalca v daljino je vse bolj povezan z novimi tehnološkimi, raziskovalnimi in organizacijskimi metodami v procesu treniranja. Vrhunskih rezultatov danes ni mogoče več pričakovati na osnovi izkušenj, intuicije in drugih slučajnih dejavnikov. Postopki in odločitve v treningu morajo biti skrajno premišljeni in kar se da učinkoviti. Rezultati so na današnji stopnji razvoja športa proizvod načrtovanega in nadzorovanega procesa treninga.

V sodobnem skakalnem treningu ima biodinamika, ki temelji na novih tehnologijah in tehnološko-metodoloških rešitvah, izjemno pomembno funkcijo. Namen diagnostičnih postopkov je ugotavljanje pomembnih in čim bolj objektivnih kazalcev trenutnega nivoja biološko-motoričnega statusa skakalcev in drugih atletskih disciplin. Brez podatkov o motoričnih, morfoloških, fizioloških, biokemičnih, psiholoških in socioloških značilnosti ni mogoče načrtovati in modelirati sodobnega trenažnega procesa. Na osnovi izmerjenih podatkov je mogoče izbrati optimalne metode in sredstva, načrtovati ciklizacijo, popravljati športno pripravo in tempirati formo vrhunca sposobnosti atleta za največja tekmovanja (Bračič, 2010).

Otroci na splošno radi skačejo, zato jim je to potrebno omogočiti že v zgodnjih letih življenja. Razvojno so skoki zelo pomembna gibanja, saj so človekovim prednikom omogočali hitro premikanje v prostoru v vseh smereh, ki jim je dajalo večjo možnost tako pri lovu in v bojih kot pri begu. Danes predstavljajo skoki gibanja, ki se v otrokovem gibalnem razvoju pojavijo nekako po drugem letu starosti, ko že zadovoljivo obvladajo hojo in nimajo več težav z ravnotežjem. Otroci skačejo v daljino, v globino ter višino. Vendar to raje počno ob zanesljivi zunanji pomoči kot pa to samostojno. Ti skoki so na začetku sonožni, nekje po tretjem letu starosti pa se začnejo pojavljati enonožni odrivi, ki se izvajajo tudi v povezavi s tekom (zaletom). Skoki so gibanja, za katera je značilno, da so sestavljena iz treh faz: odriv, let in doskok. Skakanje se pri otrocih pojavi že zelo zgodaj v njihovem razvoju, vendar so to le različni poskoki na mestu in s sonožnim odzivom (Pistotnik, 2003).

Gre za naravno obliko gibanja. Skoki so sestavni del razvoja pri vsakem posamezniku (seveda pod pogojem, da razvoj ni moten), zato jih uvrščamo v filogenetske oblike gibanja. Skoki predstavljajo gibanja, ki se v otrokovem gibalnem razvoju pojavijo nekako po drugem letu starosti, ko že zadovoljivo obvlada hojo in nima več pretiranih težav z ravnotežjem. Kljub temu, da se skoki pojavijo že zgodaj v

razvoju otroka, so to na začetku le različni poskoki na mestu in s sonožnim odzivom. Za skoke v višino in daljino sta pomembnejši fazi odziva in leta, pri skokih v globino pa predvsem fazi leta in doskoka. Pri skokih v višino in daljino se z mišičnim krčenjem premaga sila gravitacije, kar da telesu pospešek, da se odlepi od podlage (faza odziva) ter preide v fazo leta. Pri skokih v globino se z mišično silo ublaži (amortizira) vpliv gravitacije na telo in se tako omogoči varen pristonek tudi na trši podlagi. Ne glede na vrsto skoka pa v vseh primerih prihaja do večjih obremenitev iztegovalk nog, zato moramo dobro poznati pogoje, pod katerimi bo gibanje otrok varno (težavnost skokov, otroci morajo biti ogreti) (Pistotnik, 2003). Otrok po drugem letu starosti poskuša skakati sonožno. Skače že v daljino, globino, pri skoku v višino pa ima največ težav. Pri treh letih otrok že skače enonožno, skok v višino lahko izvede tudi v teku. Po petem letu starosti otrok brez težav skače enonožno in sonožno, na mestu ali v gibanju. Z različnimi skoki in poskoki razvija odzivno moč, vpliva na gibljivost nožnih sklepov, krepi trebušne, prsne, hrbtne mišice in mišice ramenskega obroča. Razvija tudi sposobnost ravnotežja in koordinacije gibanja.

1.1 Osnovne biomehanične značilnosti skoka v daljino

Skok v daljino sodi med najstarejše atletske discipline, saj so ga poznali že stari Grki v sklopu pentatlona. Vendar ne glede na to, da so ga poznali v drugačni izvedbi, predstavlja osnovno skakalno izvedbo. Skok v daljino je atletska disciplina, ki sodi v skupino naravnih gibanj in je primeren za začetnike, saj za njegov začetek niso potrebna dodatna znanja. Spada v skupino sestavljenih prostorskih gibanj, razdelimo pa ga lahko na ciklični del (zalet) in aciklični del (odriv, let in doskok). Povezanost med posameznimi fazami, predvsem pa njihova soodvisnost, daje skoku v daljino želeni učinek in s tem dolžino skoka. Podobno je osnovne faze v skoku v daljino razdelil tudi Hay s sodelavci (1986), s katero si bomo pomagali pri opisu posameznih faz.

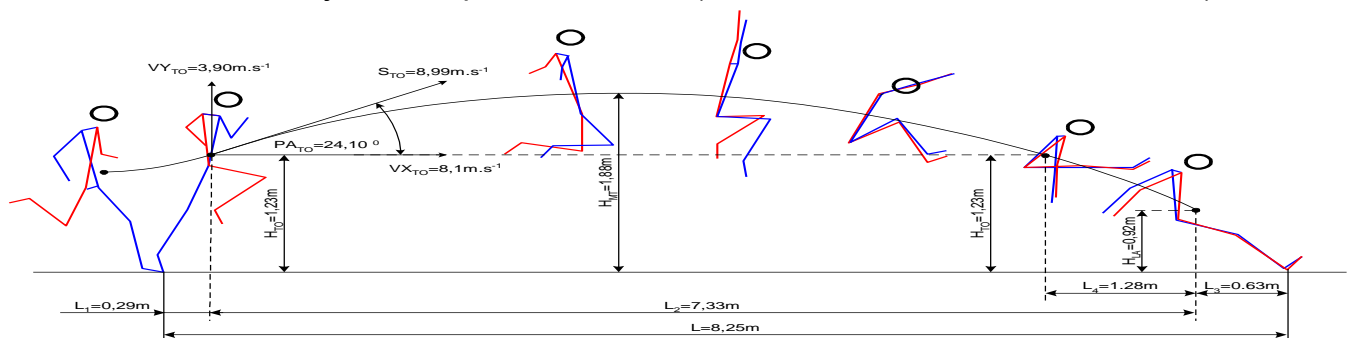
Posamezne faze skoka v daljino po Hayu s sodelavci (1986):

- 1. Faza zaleta**
- 2. Faza odziva**
- 3. Faza leta**
- 4. Faza doskoka**

Z biomehanskega vidika je skok v daljino tipičen primer poševnega meta, enake pa so tudi zakonitosti, ki definirajo poševni met in skoka v daljino (Slika 1). Na poševni met vplivajo izmeta hitrost, kot izmeta in višina izmeta. To pomeni, da na rezultat

skoka v daljino v največji meri vplivajo vzletna hitrost (V_o), kot odriva (β) in pa višina težišča telesa (H_{tt}) ob odzivu. Na rezultat pri skoku v daljino vpliva še zračni upor, vendar je tako majhen, da ga lahko pogojno zanemarimo. Vzletna hitrost (V_o) je razdeljena na horizontalno hitrost (V_x) in na vertikalno hitrost (V_y). Na skok vpliva tudi lateralna hitrost pri odzivu, vendar je ta majhna. Skakalci se pri odzivu nagnejo na stran odzivne noge, kar je posledica spuščanja boka v predzadnjem koraku, ko tekmovalec išče kot odriva. Idealno bi bilo, če bi bil skakalec sposoben spustiti bok v predzadnjem koraku brez lateralnega giba, saj to gibanje ne pripomore k daljšemu skoku oziroma bolj obremenjuje sklepe (Leskovar, 2003). Na rezultat v skoku v daljino vpliva še doskok, s katerim lahko izgubimo več ali manj dolžine (ob odzivu določene trajektorije težišča telesa). Let na rezultat nima vpliva, temveč služi v največji meri le za ohranjanje ravnotežja v zraku, s čimer se zagotovi ustrezen položaj doskoka.

Slika 1: Skok v daljino kot poševni met (Čoh, 2001, Biomehanika atletike)



Legenda: V_y = vertikalna hitrost, V_x = horizontalna hitrost, V_o = vzletna hitrost, β = kot odriva, H_{tt} = višina težišča telesa ob odzivu, L_1 = odzivna razdalja, L_2 = dolžina leta, L_3 = doskočna razdalja, L = dolžina skoka

1.2 Opis posameznih faz skoka v daljino

Za pravi in uspešen skok v daljino je potrebno, da so pravilno izvedene vse štiri faze skoka. Tako bomo posamezne faze podrobneje razložili ob upoštevanju raziskave, ki jo je opravil Hay s sodelavci (1986, preglednica 1) in ob analizi nekaj najdaljših skokov različnih skakalcev zadnjih letih ter na osebnih opažanjih različnih tehnik. Skupinska analiza tehnik vseh skakalcev v daljino sicer ni najboljše merilo zaradi razlik v njihovih sposobnostih in lastnostih, vendar v tem primeru predstavlja splošen pregled tehnik v posameznih fazah.

1.2.1 Faza zaleta

Uspešen in dolg skok je odvisen predvsem od izvedbe zaletne faze. Glavni cilj zaletne faze je optimalen prihod na odzivno desko, kar pomeni prihod na desko z najvišjo možno kontrolirano hitrostjo, z minimalno izgubo horizontalne hitrosti pri odzivu in z optimalnim položajem telesa za izvedbo odziva (Hay, 1988). Največji problem, ki se pojavlja pri skoku v daljino, je hiter in predvsem natančen prihod na odzivno mesto. Uspešna izvedba zaletne faze zagotavlja, da bo dejanska dolžina skoka (merjena z mesta odziva do najbližjega odtisa v pesku) čim bližje uradni dolžini (merjeno od sprednjega roba odzivne deske do najbližjega odtisa).

Fazo zaleta lahko zaradi očitne in lažje analize razdelimo v dve podfazi:

- Doseganje maksimalne kontrolirane hitrosti
- Prehod v odziv

Začetek zaleta pri skoku v daljino je podoben štartu pri šprintu, kar pomeni nagib telesa naprej v prvih korakih, energično delo rok, dvigovanje kolen in aktivno delo stopal. Z naraščanjem hitrosti se trup zravna, poveča se amplituda dela rok in nog, kar omogoča optimalen prehod v odzivno akcijo. Največjo hitrost zaleta pri skoku v daljino je mogoče najučinkoviteje doseči s pristopnim in enakomernim pospeševanjem hitrosti. Po Aleksadrovu in Fjodorovu (1975) realizirajo vrhunski skakalci v daljino v zaletu 87% do 93% svoje maksimalne hitrosti, medtem ko manj izkušeni skakalci realizirajo okoli 85% ali manj. Maksimalna zaletna hitrost, ki jo dosežejo nekateri najboljši skakalci, je lahko tudi preko 11 m/s (Nixdorf in Brüggemann, 1990). Da lahko skakalec doseže takšno hitrost, pa je potrebna pravilna dolžina zaleta, ki je odvisna predvsem od višine skakalca, motoričnih sposobnosti in od sposobnosti pospeševanja. Hitrejši in bolj izkušeni skakalci imajo daljši zalet (20–24 korakov), manj izkušeni in počasnejši pa krajšega (14–18 korakov). Obstajajo pa tudi izjeme, kot so Owens, Calado, ki so izraziti šprinterji in imajo zaradi tega krajši zalet. Dolžina zaleta je zato proporcionalna skakalčevi izkušeni oziroma treniranosti.

Ker večina otrok še ne razvija svojo trenutno maksimalno hitrost in jo tudi ne zna, jih je treba tega naučiti in pripraviti. Pri otrocih se tako najpogosteje srečujemo s problemom natančnosti zaleta. Nekateri bolj trenirani oziroma tisti, ki dalj časa trenirajo, imajo že bolj natančen zalet in za njihovo starost znajo razvijati maksimalno zaletno hitrost.

Preglednica 1: Zaletne hitrosti nekaterih najboljših skakalcev v daljino

Tekmovalec	Uradni rezultat (cm)	Hitrost 10-5m pred odzivno desko (m/s)	Hitrost v zadnjih 5 m zaleta (m/s)
Beamon	890	10,85	10,56
Jefferson	837	10,74	10,37
Myricks	852	10,77	10,47
Emijan	834	10,75	10,30
Evangelisti	808	10,65	10,12
Powell	849	11,40	11,11
Lewis	872	11,89	11,65
Povprečje	848	11,00	10,65

Vir: Čoh, 2002, Atletika

Ob koncu zaleta skakalec izvede prehod v odziv, ki je podfaza zaleta. Večina avtorjev meni, da se priprava na odziv prične v zadnjih dveh korakih. Cilj vsakega skakalca v tej fazi je, da izvede takšno akcijo s čim manjšo izgubo horizontalne hitrosti. V predzadnjem koraku naj bi skakalec malenkost spustil težišče telesa, nato pa v zadnjem koraku, z zamašno nogo, že pričel z dvigovanjem težišča telesa in posledično z odzivom. Nixdorf in Brüggemann (1990) sta v raziskavi ugotovila, da vrhunski skakalci znižajo svoje težišče telesa tudi za 10%. V tej fazi prične večina skakalcev pomikati težišče telesa nazaj, kar zunanemu opazovalcu daje občutek, kot da skakalca noge prehitijo. Vendar pa skakalci težišče prenesejo nazaj zato, da v trenutku odziva iz horizontalne hitrosti lahko pridobijo tudi vertikalno hitrost. Arampatzis s sodelavci (1997) je v svoji raziskavi ugotovil, da se zaradi nižanja težišča telesa v predzadnjem koraku ta podaljša za 20–30 cm, hkrati pa je zadnji korak krajši, zaradi česa potuje trajektorija težišča telesa že od predzadnjega koraka naprej in navzgor.

Pogled skakalca naj bi bil celo zaletno fazo usmerjen naravnost naprej, zasrt v točko nekje za doskočiščem. Večina skakalcev se pri odzivu nagne na stran odzivne noge, kar omogoča izboljšanje ravnotežja in s tem lažji odziv. Ker imajo praviloma skakalci na tekmovanju na voljo tri poskuse, je potrebno zaletno fazo skoka v daljino trenirati tako dolgo, da postane čim bolj standardizirana oziroma predprogramirana. Če bi bili skakalci sposobni standardizirati korake zaletne faze, bi iz tega lahko sklepali, da bo natančnost zaleta velika oziroma večja. Točnost zaleta je dolga leta temeljila na skakalčevem vzorcu korakov, ki naj bi ga osvojili s treningi in ga s pogledom, usmerjenim naprej, nadaljeval v odziv. V zadnjem času pa so opazili, da izkušeni atleti tega enostavno ne počno več, pač pa akumulirane napake prvega dela zaleta poskušajo popraviti v zadnjem delu. Pojavi se vprašanje, kako naj trener ugotovi, ali

je skakalčeva vizualizacija pravilna in ali je akumulirana napaka posledica skakalčeve nekonstantnosti prvega dela zaleta ali pa jo to njegova nesposobnost korigiranja zadnjega dela zaleta. Za rešitev tega problema mnogi uporabljajo dodatno oznako (kontrolno točko) pred zadnjimi štirimi, petimi ali šestimi koraki zaleta, ker se je izkazalo, da ima atlet v tem trenutku najboljšo sposobnost vizualizacije in s tem korigiranja zaleta. Zato naj bi bila dodatna oznaka postavljena približno 9–12 metrov pred odzivno desko. Glede na raziskavo Haya (1988), se 67 % korigiranja dolžine korakov zgodi le v zadnjih dveh korakih, kar pa ni najbolj zaželeno in je verjetno posledica neizkušenosti skakalca.

1.2.2 Odriv

Odrivna akcija je odločilna faza skoka v daljino, saj po nekaterih raziskavah skupaj z zaletom prispeva 70–90% k uspešnosti skoka (Hay s sodelavci, 1986; Hay in Nohara, 1990; Nixdorf in Brüggemann, 1990). Potrebno pa je vedeti, da vsaka napaka oziroma slabša izvedba v predzadnji fazi zaleta (zale, priprava na odriv) direktno vpliva na izvedbo odriva. Glavni cilj skakalca v tej fazi je, proizvesti čim večjo vertikalno komponento sile in pri tem izgubiti čim manj horizontalne hitrosti. V kratkem kontaktnem času mora skakalec dvigniti težišče telesa iz nižjega položaja (predzadnji korak) čim višje, saj je višina težišča telesa ob odzivu pomemben faktor, ki vpliva na dolžino skoka. Tako kratek čas odriva skakalcu ne dopušča razviti večje sile vertikalne hitrosti, kot bi bile glede na biomehanične zakonitosti potrebne. Zaradi tega so vzletni koti vrhunskih skakalcev med 18° in 24° (Nixdorf in Brüggemann, 1990). Premajhen kot odriva povzroči krajšo fazo leta in njegovo nizko krivuljo, prevelik kot pa povzroči večjo izgubo horizontalne hitrosti in višjo krivuljo leta. Iz tega sledi, da je za uspešno izvedbo skoka potrebno najti optimalni odzivni kot (preglednica 3).

Preglednica 2: Čas odriva osmih finalistov na OI v Seulu 1988

Tekmovalec	Uradna dolžina skoka (cm)	Čas odriva (ms)
Lewis	872	105
Powell	849	120
Myricks	827	110
Evangelisti	808	110
Corgos	800	120
Szalma	799	115
Brige	797	110
Voloshin	787	115

Vir: Nixdorf in Brüggemann (1990)

Preglednica 3: Vzletni koti osmih finalistov na OI v Seulu 1988

Tekmovalec	Uradna dolžina skoka (cm)	Vzletni kot (°)
Lewis	872	20,8
Powell	849	17,9
Myricks	827	19,5
Evangelisti	808	19,9
Corgos	800	20,3
Szalma	799	17,8
Brige	797	19,2
Voloshin	787	23,3

Vir: Nixdorf in Brüggemann (1990)

Preglednica 4: Zaletne in vzletne hitrosti finalistov SP v Atenah (1997)

Tekmovalec	Rezultat (cm)	VXTD (m/s)	VXTO (m/s)	VYTO (m/s)
Pedroso	842	10,82	8,72	3,86
Walder	830	10,78	8,76	3,41
Sosunov	818	10,81	8,65	3,66
Beckford	807	10,75	8,53	3,48
Ferreira	804	10,47	8,87	3,10
Glavatski	803	10,32	8,59	3,35
Toure	798	10,73	8,79	3,09
Dilworth	788	10,52	9,24	3,45
Povprečje	811	10,62	8,77	3,42

Vir: Brüggemann(1997). Biomechanical Research project, Athens 1997, Final Report.

Legenda: VXTD – horizontalna hitrost v fazi postavljanja odzivne noge; VXTO – horizontalna hitrost ob odzivu; VYTO – vertikalna hitrost ob odzivu.

S pomočjo kinematične analize lahko odziv razdelimo na tri faze:

- Faza postavljanja odzivne noge
- Faza amortizacije
- Faza ekstenzije

Prvo fazo bi lahko poimenovali tudi faza zaviranja, saj vsi skakalci v tej fazi izgubijo nekaj horizontalne hitrosti (preglednica 5). Hay s sodelavci (1986) so v svoji raziskavi prišli do podrobnih zaključkov glede izgube hitrosti pri odzivu, ki znaša 10,7 do 19,8%. Z manjšanjem kota postavitve odzivne noge, ki se praviloma giblje v mejah od 63° do 74°, se ta izguba praviloma večja (Čoh, 2002). V zadnjem času se kaže

tendenca večanja kota postavitve odrivne noge, kar bi lahko povezovali z vse večjo hitrostjo v zaletu. Za uspešen odriv je pomemben tudi kot v kolenu odrivne noge, ki v trenutku kontakta stopala s podlago znaša 170° do 178° (Arampatzis s sodelavci, 1997). Zelo pomembno za dober odriv pa je tudi položaj trupa, saj lahko že ob najmanjši nepravilnosti pride do znatne izgube vzletne hitrosti.

Preglednica 5: Izguba horizontalne hitrosti v trenutku odriva sedmih finalistov na OI v Seulu

Tekmovalec	V_{6-1} /m/s	V_x /m/s	Razlika/ m/s
Lewis	11,06	9,3	1,76
Powell	10,39	9,5	0,89
Myricks	10,68	9,2	1,48
Evangelisti	10,61	8,9	1,71
Szalma	10,68	9,1	1,58
Brige	10,61	9,1	1,51
Voloshin	9,61	8,1	1,51

Vir: Nixdorf in Brüggemann (1990)

Legenda: V_{6-1} = povprečna hitrost v intervalu od šestega do enega metra pred odzivno desko; V_x = vzletna hitrost težišča telesa v horizontalni smeri

Naslednja faza je faza amortizacije in traja od postavitve stopala odrivne noge na tla do vertikalne (težišče telesa je nad podporno površino stopala). V tej fazi pride zaradi velikih dinamičnih sil do upogiba v vseh kritičnih sklepih. Najvidnejši je upogib kolena ali delovna amplituda, kjer se kot zmanjša za okoli 30° (Arampatzis s sodelavci, 1997). Tendencia skakalcev je čim manjše krčenje v kolenu, kar ima za posledico krajši odzivni čas in s tem učinkovitejšo odzivno akcijo. Amortizacija je vidna v skočnem in kolčnem sklepu, delno pa tudi v hrbtenici.

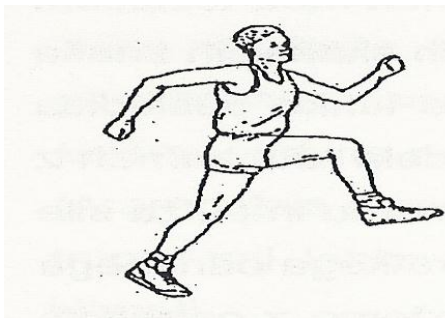
Zadnja faza je faza ekstenzije, prične pa se, ko težišče telesa preide sredino podporne površine stopala in traja, dokler stopalo odrivne noge ne zapusti podlage. V tej fazi se skakalec iztegne v vseh pomembnejših sklepih, kot so skočni, kolenski in kolčni sklep. Točnost in pravilnost odriva nam pove kot med težiščem telesa ter oporno točko stopala v trenutku odriva. Ta pri vrhunskih skakalcih znaša med 70° in 78° (Čoh, 2002). Manjši kot odriva (pod 70°) pa je lahko posledica zamujanje odriva. Poleg mišic odrivne noge pa sta sestavna dela tudi zamah z zamašno nogo in zamah roke. Velik prispevek k skupnemu odzivnemu impulzu sile imata tudi zamah zamašne noge in roke. Pri zamahu je zaradi kratkega odzivnega časa pomembno tudi, da je ta maksimalno hiter. To lahko dosežemo z ostrejšim kotom med golenjo in stegnom (krajša ročica omogoča večjo kotno hitrost zamašne noge).

Obstajata dva pristopa, kako naj bo postavljena odzivna noga na desko. Prvi pristop zagotavlja t.i. aktivno postavljanje, v kateri stopalo potuje nazaj in dol, relativno gledano s perspektive težišča telesa. To gibanje stopala nazaj podpira teza, da se s takšnim načinom odziva minimalno izgublja horizontalna hitrost. Drugi pristop pa zagovarja t.i. »zaklenjeno postavitev«, v kateri se stopalo, glede na težišče telesa, ne giblje ne naprej ne nazaj. Pri tej tehniki je značilno povečanje vertikalne hitrosti težišča telesa, ki jo opazimo pri odzivu (Tiupa s sodelavci, 1982).

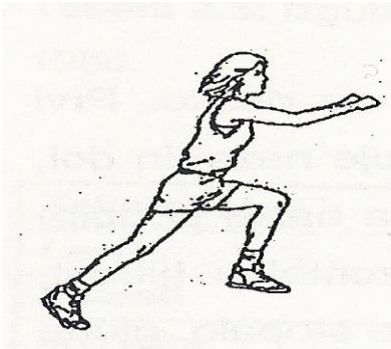
Glede na tehniko oziroma stil odziva razlikujeta Jacoby in Fraley (1995) štiri vrste odziva, ki so posledica različnih zamahov zamašne noge in rok. Vedeti pa je potrebno, da je lahko odziv istega skakalca tudi posledica napake v prejšnji fazi skoka.

Faze odziva, kot jih je določil Jacoby in Fraley (1995):

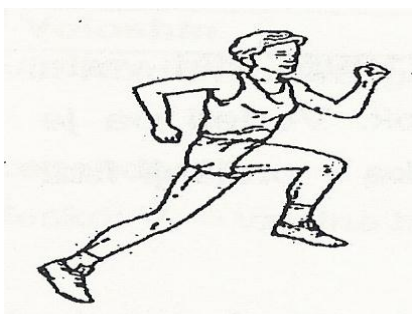
- Odprti zamah (Kick Style)
- Soročni stil (Double-Arm Style)
- Šprinterski stil (Sprint Takeoff)
- Skakalni stil (Power Sprint or bounding Takeoff)



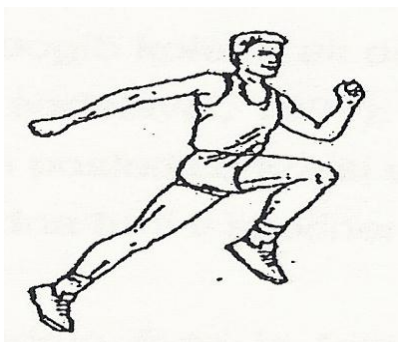
Odprti zamah uporabljajo predvsem skakalci, ki uporabljajo koračno tehniko skoka. Skakalec prične iztegovati golen zamašne noge, že ko je odzivna noga še na tleh (odprti zamah). Tak stil ne dopušča popolne iztegnitve v kolčnem sklepu in popolnega odzivnega impulza. Večkrat je ta stil posledica napake v prejšnji fazi (preoster kot postavitve odzivne noge ali zamujen odziv).



Soročni stil danes ni več v uporabi pri vrhunskih skakalcih v daljino, še vedno pa ga uporabljajo skakalci v troskoku. V preteklosti so soročni stil odziva uporabljali predvsem skakalci viseče tehnike. Ta tehnika je znana po tem, da doda k odzivnemu impulzu skakalca, vendar pa je večja tudi izguba horizontalne hitrosti pri odzivu. Soročni odziv omogoča tudi visoko težišče telesa pri odzivu.



Šprinterski stil odziva je podoben šprinterskemu odzivu in je klasična odzivna akcija. Ta tehnika je prilagodljiva vsaki skakalni tehniki, zato jo pri učenju zagovarja večina trenerjev. Prav tako kot soročni stil omogoča visoko težišče telesa pri odzivu, vendar pa ne omogoča maksimalnega odzivnega impulza zaradi zamaha rok. Zelo pogosta je tudi nepokončna drža, pri kateri je trup nagnjen rahlo naprej.



Skakalni stil je najboljša izbira skakalca, ki uporablja koračno tehniko, saj omogoča maksimalen impulz in visoko težišče telesa ob odzivu, hkrati pa omogoča dobro ohranjanje horizontalne hitrosti. Pri tej vrsti odziva je zadnja roka skoraj iztegnjena, to pa se sklada z nadaljevanjem gibanja v zraku pri koračni tehniki.

Slika 2:Vir: Jacoby E. in Fraley B., (1995). Complete book of jumps.

1.2.3 Let

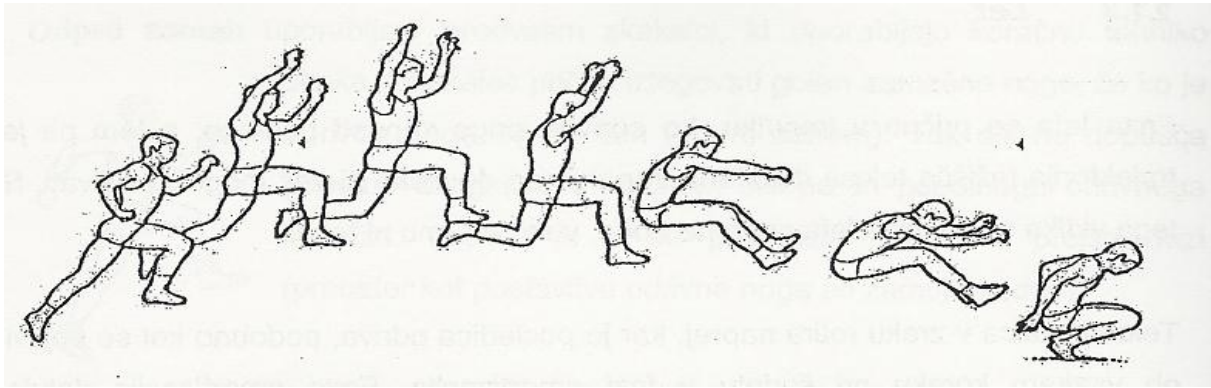
Faza leta se prične v trenutku, ko odzivna noga zapusti podlago, s tem pa je trajektorija težišča telesa določena in nanjo do doskoka ni več mogoče vplivati. S tega vidika se zdi faza leta nepomembna, vendar temu ni tako.

Telo skakalca v zraku rotira naprej, kar je posledica odziva, podobno kot se pojavi ob vsakem koraku pri šprintu v fazi amortizacije. Faza amortizacije deluje zaviralno in tako povzroča rotacijo zgornjega dela telesa naprej. Pri skoku v daljino se pojavljajo tudi ostale rotacije, vendar je rotacija zgornjega dela telesa največja. Skakalec se lahko tej rotaciji delno izogne z gibanjem rok nazaj, okrog težišča telesa, da pride v boljši položaj za doskok. Če skakalec tega ne nevtralizira, lahko pride do neuspelega ali do prezgodnjega doskoka in s tem tudi do bistveno slabšega rezultata (Hay, 1993).

Delo skakalcev v zraku je različno, razlikujejo pa se lahko na načine, s katerimi nevtralizirajo rotacijo telesa. Poznamo tri osnovne tehnike:

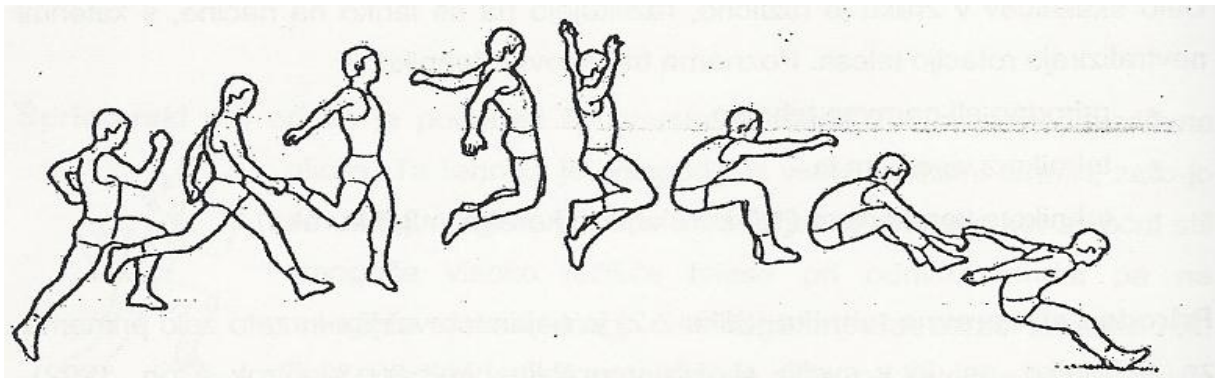
- Prirodno ali naravno tehniko
- Tehniko z visenjem
- Tehniko s korakanjem (1,5 koraka, 2,5 koraka in 3,5 koraka)

Prirodna ali naravna tehnika (slika 3) je najenostavnejša in zato zelo primerna za začetnike, saj jo v svojih skokih uporablja okoli 80% otrok (Čoh, 2002). Najboljši skakalci to tehniko uporabljajo redko, zaradi slabega položaja za doskok, saj ne omogoča dobrih rešitev glede nevtralizacije rotacij v letu. V zraku poskuša skakalec obdržati položaj, ki ga je imel pred odzivom. Tako ostaneta nogi v prvi fazi leta narazen, zadnja roka pa zaokroži do vzročenja, pred doskokom skakalec priključi odzivno nogo, roki pa naredita zamah navzdol in nazaj. Pri tej tehniki skakalec zaradi rotacije naprej praviloma spusti noge prezgodaj, zato je krivulja leta pogosto krajša od optimalne.



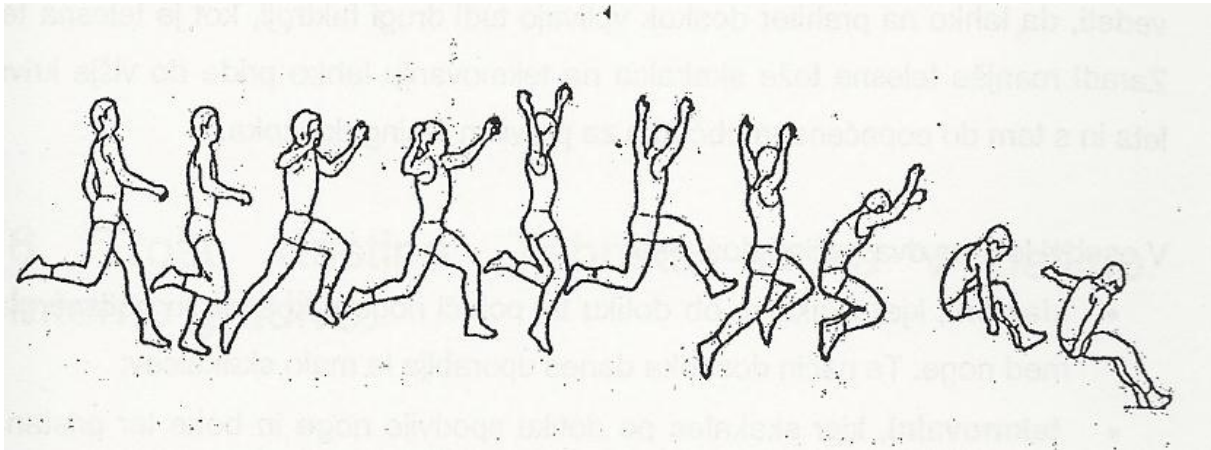
Slika 3: Prirodna ali naravna tehnika (Čoh, 2002, Atletika)

Tehnika z visenjem (slika 4) je bila desetletje in več vodilna tehnika najboljših svetovnih skakalcev. Po odzivu skakalec spusti zamašno nogo nazaj in vzroči roke. Tako zavzame daljši položaj telesa v zraku, kar je ugodno za upočasnitev rotacije naprej, saj se daljše ročice vrtijo počasneje. Tak položaj pa zagotavlja dobro stabilnost v zraku in primerno pripravo na doskok. Pred doskokom skakalec visoko dvigne noge ter hkrati z rokami zamahne nazaj in navzdol.



Slika 4: Tehnika z visenjem (Čoh, 2002, Atletika)

Tehnika s korakanjem (slika 5) je najzahtevnejša, vendar tudi najučinkovitejša s stališča preprečevanja rotacije telesa naprej. Pri tej tehniki skakalec izvaja po zraku korake, podobno kot pri teku. Zaradi tega je korakanje priporočljivo, saj se z njo ustvarita dve dodatni osi vrtenja (os vrtenja nog in os vrtenja rok), ki preprečujeta rotacijo telesa naprej v prehitro doskok. Poleg tega je skakalec tudi neprestano zaposlen, zato je malo verjetnosti, da bi pričel prehitro izvajati doskok. Koračno tehniko uporabljajo le vrhunski skakalci, ki skačejo vsaj 750 cm. Poznamo več vrst koračne tehnike, ki se razlikujejo glede na število korakov, ki ji skakalec naredi v zraku. Tako poznamo enoinpol koračno tehniko, dvojnopol koračno tehniko in triinpol koračno tehniko.



Slika 5: Tehnika s korakanjem (Čoh, 2002, Atletika)

1.2.4 Doskok

Z doskokom poskuša skakalec realizirati ustvarjeni potencial predhodnih faz, zlasti zaleta in odriva. Bistvo doskoka je, da se skakalec skuša čim bolj približati teoretični dolžini leta, ki je določena ob odrivu. Najracionalnejši je tisti doskok, pri katerem je razdalja med idealno dolžino leta po teoretični krivulji in doseženim rezultatom najmanjša. Pri vrhunski skakalcih znaša ta razdalja 15–25 cm, pri začetnikih pa 40–50 cm. Prispevek doskoka k rezultatu skoka v daljino lahko znaša tudi 5% in 8% (Hay s sodelavci, 1986; Čoh s sodelavci, 2001).

Naloga skakalca (ne glede na tehniko v fazi leta) pred doskokom je, da dvigne stopali obeh nog horizontalno predse v višino bokov ali še bolje višino težišča telesa. Tak položaj omogoča z biomehničnega vidika optimalen doskok. Hay s sodelavci (1986) je v svoji raziskavi ugotovil, da maksimalno pokrčeni boki, iztegnjene noge ter predklon trupa naprej dajo najboljši položaj za doskok pri skoku v daljino. Ob dotiku pet s podlago nastane zaradi sile reakcije podlage vrtilni moment, ki vrtilni moment se poveča z upogibom v kolčnem in kolenskem sklepu. V primeru, da rotacije nima, je velika možnost, da se s hrbtom uleže nazaj in si tako skrajša skok.

1.3 Značilnosti tehnike skoka v daljino pri otrocih

Skoki so osnovna elementarna gibanja, ki so pomembna za vse športne panoge in discipline. Skok v daljino sodi med relativno enostavne gibalne naloge in preproste tehnike, ki jo že otroci v vrtcu ali začetku šolskega obdobja osvojijo do ravni, ki jim omogoča medsebojna primerjanja tekmovanja. Skok v daljino sestavljajo vsakodnevne gibalne aktivnosti kot so tek, odriv z eno nogo, skok z obema nogama in doskok na obe nogi. Zato zna skakati v daljino vsak že po naravi. S skoki prek ovir in jarkov otroci razvijajo pogum in odločnost, ter s tem pridobivajo izkušnje različnih

skokov in zahtevnost mora biti prilagojena njihovim sposobnostim. Drugače lahko pride do poškodb ali strahu. Za tehnično popolnejši in s tem daljši skok pa otrok potrebuje več moči in gibalne koordinacije. V mehanskem smislu je skok v daljino sestavljen iz dveh sklopov cikličnega dela (zalet) in acikličnega dela (odriv, let in doskok). Za otroke je skok v daljino izziv in ga zelo radi sprejmejo in bodo motivirani, če bodo njihovi skoki dolgi. Let po zraku namreč človeku že od nekdaj pomeni ugodno doživetje in tako je tudi pri otrocih. V procesu učenja in izpopolnjevanja skoka v daljino se prepletajo sintetični, analitični in kombinirani pristop. Za resnične skoke v daljino pa mora biti otrok že dovolj krepak in koordiniran, saj brez zanesljive hoje in teka tega gibanja ne more izvesti. Skok v daljino zahteva ustrezno hiter zalet z močnim odzivom, s katerim se premaga sila gravitacije. Pri prehodu telesa v let si je treba pomagati z zamašno nogo in roko pri odzivu, ter tako izvesti usklajen zamah. Zaradi dokaj zahtevne uskladitve gibov okončin in trupa se otroci najprej naučijo skakati v daljino in šele potem v višino.

1.3.1 Razvoj otrokove gibalne spretnosti, sposobnosti in razvoj skakalne motorike

Gibalni razvoj je proces, ko se laže predvsem v spremembah gibalnega obnašanja v različnih obdobjih človekovega življenja. Otrokovo gibanje je v osnovi razvito na intaktnem živčnem sistemu, kar je pogoj za obsežno senzomotorično izpopolnjevanje. Osnovni gibalni vzorci imajo genetsko podlago in so osnova učenja in nadaljnega razvoja. Pridobivajo jih tudi z izkušnjami, jih utrjujejo in izpopolnjujejo. Osnovni gibalni vzorci so tisti veliki gibalni mejniki, razvijejo naravno zaporedje dogajanj v življenju posameznika, so zanj značilni in predstavljajo preprosta naravna, namerna gibanja, kot so dvig glave, kobacanje, plezanje, hoja, tek, met, udarec, skok (Škof, 2007).

Atletska motorika predšolskega otroka je povezana s hojo, teki, skoki in meti v najbolj elementarni obliki. »Programe« za izvajanje le teh imajo otroci genetsko prirojene. Razvoj otroka je najhitrejši v prvih treh letih življenja, nato pa se nekoliko upočasni. Z enim letom otrok shodi, z dvema že teče in kmalu že preskakuje manjše ovire. Triletni otrok že dobro hodi, vendar je ta hoja vijugasta, opotekajoča, nezanesljiva. Večkrat pade. Hojo večkrat prekinja s sedenjem, plazenjem. Tudi tek je bolj vijugast, slabo koordiniran in traja le nekaj metrov. Med skoki ima otrok najraje tiste, ki so izvedeni z določen višine (npr. skok s švedske skrinje na blazine). V daljino se odrine le sonožno, enonožni odziv je prezahteven. Štiriletni otrok je motorično zelo aktiven, zelo rad se primerja z drugimi, kdo je hitrejši, močnejši ... Korak pri hoji je daljši in zanesljivejši. V tem starostnem obdobju postaja tek hitrejši, zmanjša se število padcev. Zmore že enonožne skoke. Šest do sedemletni otrok že popolnoma obvlada svoje telo v prostoru. Posamezna gibanja izvaja hitreje, spretneje, v primernem ritmu in tempu. Svoje napake hitro opaža in jih po opozorilu tudi korigira. Otroci so za tek

zelo motivirani, če je le-ta v obliki tekmovanja ali igre. Od skokov obvladajo: skok v daljino z mesta, skok v daljino s kratkim zaletom, skok v višino sonožno in enonožno. S pridobivanjem kinestetičnega občutka so tudi meti bolj pravilni in koordinirani. Otrok, starejši od 7 let, se uči novih gibalnih tehnik izredno hitro in brez večjih naporov.

Če je bil otrok v predšolskem obdobju deležen dovolj obsežnih in dovolj kakovostnih gibalnih spodbud in če je osvojil osnovna naravna gibanja, bo čas poznega otroštva zaradi relativno visoke raznovrstnosti in plastičnosti živčnega sistema čas priložnosti. Čas učenja in razvijanja široke gibalne podkovanosti v kompleksnih in specifičnih gibanjih, čas polnjenja gibalnega spomina. Obdobje otroštva in predpubertete mišični in drugi funkcionalni sistemi še niso v polni funkciji, smiselno in potrebno posebno pozornost usmeriti v učenje novih kompleksnih gibanj, v razvoju širokega spektra koordinacije in tistih sposobnosti, ki temeljijo predvsem na mehanizmih natančne regulacije oziroma kontrole gibanja. Tehnični elementi kot so hitrost, agilnost, ravnotežje in naloge natančnosti so veliko pomembnejše in primernejše naloge za vadbene programe otrok kot poskusi razvijanja absolutnih zmogljivosti mladih v moči, vzdržljivosti, hitrosti, itd. V času pospešene pubertetne rasti so spremembe periferije zaradi hitre in neenakomerne rasti zelo hitre in velike. Motorični programi težko sledijo tem spremembam v celoti. Zato nadzor gibanja v času pospešene rasti ni tako natančen, hitrost gibalnega učenja je manjša, kar se pri posamezniku odraža v manj natančnem gibanju, slabšem občutku in včasih celo nekoliko nerodnem gibanju mladostnika. Z stabilizacijo rasti kontrola gibanja izboljša in poveča učinek koordinacijske vadbe. Toda tudi v obdobju pospešene rasti je zelo pomembno, da s pogosto in kakovostno vadbo tehnike in koordinacije nasploh čim bolj blažimo negativne vplive hitre rasti na koordinacijo gibanje (Škof, 2003).

Biološki razvoj je proces kvantitativnih in kvalitativnih sprememb, ki se zgodijo od spočetja do obdobja polne biološke zrelosti. To obdobje običajno razdelijo v štiri razvojna obdobja: (1) obdobje dojenčka in malčka (do dve in pol), (2) zgodnje otroško obdobje (predšolsko obdobje), (3) srednje ali pozno otroštvo (nižji razredi osnovne šole) in (4) mladostništvo (adolescenca). Obdobje mladostništva zajema predpuberteto, ki traja približno 2 leti (od 10 do 12 leta pri dekletih in od 12 do 14 leta pri fantih) in puberteto, s katero se obdobje mladostništva zaključí.

Iz širšega antropološkega vidika pa razvoj pomeni sposobnost prilagajanja zunanjim, okoljskim in socialnim spremembam oziroma pričakovanjem. Pomeni razvoj posameznika, ki je odvisen od rasti in zorenja (bioloških dejavnikov) na eni strani ter od vpliva izkušenj in adaptacij (proces učenja, psihosocialnih dejavnikov) na drugi strani. Razvoj obravnava pojavljanje in razvijanje otrokovih sposobnosti na fiziološkem, psihomotoričnem, kognitivnem in čustveno-socialnem področju. S spoznavanjem človekovega razvoja skušamo odkriti zakonitosti dogajanja v

organizmu med odraščanjem katere spremembe, kdaj in kakšni dinamiki se pojavljajo v organizmu od rojstva dalje.

V času rasti (od rojstva do odraslosti) se telesna masa človeka poveča za več kot 20-krat. Vzporedno se povečuje velikost skeleta, mišic, večine organskih sistemov, poveča se produkcija energije itd. Živčni sistem ob rojstvu omogoča le grobe in slabo koordinirane gibe in nekatere neonatalne reflekse, ki otroku omogočajo hranjenje in enostavne odzive na zunanje okolje. Z razvojem pa postane sposoben uravnavanja tako zapletenih gibalnih nalog, kot so igranje Paganinija ali virtuozne izvedbe vaje na bradlji. Razvija sposobnost učenja, kreativnost. Ob biološkem razvoju človek v tem obdobju razvije tudi svoj socialni in čustveni potencial.

Biološki razvoj opredeljuje: telesni ali somatski razvoj, spolni razvoj, razvoj živčnega sistema, razvoj hormonskega sistema in gibalni razvoj. Proces rasti uravnava hormonski sistem. Dinamika telesne rasti je v različnih obdobjih biološkega razvoja različna. V obdobju srednjega in poznega otroštva je telesna rast enakomerna in umirjena ter podobna pri obeh spolih. Prirastek telesne višine v tem obdobju je 5–5,5 cm na leto in 2–2,5 kg na leto. V obdobju pubertete ki se pri dekletih začne okrog 10 leta starosti (pri fantih nekje 2 leti pozneje) je tu največji telesni prirastek, ki znaša med 8 in 10 cm na leto pri fantih in 5 do 8 cm pri dekletih.

Nastop pubertete prekine umirjeno rast z otroštva in povzroči burne morfološke, fiziološke in vedenjske spremembe. S funkcionalnega vidika je adolescenca obravnavana predvsem kot obdobje pospešene rasti in spolnega zorenja, ki ju sproži povečano delovanje hormonskih žlez. Zaradi specifičnega delovanja hormonskega sistema se v tem obdobju pri fantih povečuje delež kostne in mišične mase, medtem ko pri dekletih narašča masa. Zaradi tega se tudi dinamika športne učinkovitosti deklet (zlasti v športnih dejavnostih energijskega značaja, kot so tek na daljše razdalje, atletika, plavanje) v obdobju pospešenega biološkega razvoja upočasnijo (Škof, 2007).

1.4 Biomehanske značilnosti odrivne akcije

Mišice so osnove enota človeškega telesa, ki omogoča pretvarjanje kemične energije v mehansko, pri čemer nastaja sila, ki človeku omogoča gibanje. Tako se aktivnost mišic neposredno izraža s produkcijo sile in hitrosti. Velikost sile, ki jo mišica proizvede, je odvisna od omejitvenih dejavnikov moči. Mišice delimo na prečno progaste, to so mišice, ki omogočajo izvedbo zavestnih gibov, na srčno mišico ter na gladke mišice, ki uravnavajo avtonomno delovanje notranjih organov.

Človek ima približno 600 mišic, vsaka je zgrajena iz različnega števila mišičnih celic (od nekaj 100 do 100000). Mišična celica nadalje sestavljena iz mišičnih vlakenc (miofibril), ta pa iz mišičnih nitk (miofilamentov). Vsako mišično celico kakor tudi skupine mišičnih celic (mišičnih snopov) in celotne mišice obdaja vezivno tkivo, ki je sestavni del mišice. Mišica se preko kite pripenja na kost.

Prečno progavost mišici dajejo sarkomere, ki si zaporedno slede v mišični celici. Sarkomera je najmanjša funkcionalna enota mišične celice. Mišično vlakence vsebuje tri vrste proteinov (Lasan, 2004):

- Krčljivi proteine – to so proteini, ki sodelujejo pri izvedbi mišične kontrakcije (aktinski in miozinski miofilamenti)
- Uravnalni proteini – skupaj s kalcijem uravnavajo fazo krčenja in sprostitve (tropomiozin, troponin)
- Strukturni proteini – tvorijo ogrodje miofilamentov (protein M povezuje miozinske molekule, alfa aktin tvori Z linijo, titin pripenja miozinsko nitko na Z linijo)

Z vidika krčenja oz. delovanja mišice nas najbolj zanimajo krčljivi proteini. Miofibrile vsebujejo okoli 1500 miozinskih nitk in okoli 300 aktinskih nitk. Miozinska nitka je sestavljena iz miozinskih molekul, ima dolg rep in glavico, imenovano tudi prečni mostiček. Glavica ima dve aktivni mesti, eno namenjeno vezavi z aktinom, drugo pa ima funkcijo katalizatorja hidrolize ATP-ja. Aktinska nitka je iz molekul aktina, ki tvori dve medsebojno ovito verigo. Vzdolž verige vsebuje mesta za vezavo z miozinom. Na aktinski nitki so tudi uravnalni proteini, vsak ima svojo funkcijo pri delovanju mišice.

1.4.1 Krčenje mišice

Mišica se krči tako, da nitke drsijo med miozinskimi nitkami, ob čemer ostaja dolžina nitk nespremenjena. Med nitkama se vzpostavlja povezava med miozinskimi glavicami ter aktivnimi mesti na aktinu. Miozinske glavice (prečni mostički) se ob tem pomikajo proti sredini sarkomere in vlečejo aktinsko nitko s seboj, kar povzroči, da se mišica krči. Ko se zveza med prečnim mostičkom in aktinom prekine se miozinska glavica vrne v osnovni položaj in je pripravljena na novo vezavo. Delovanje mišice torej omogočajo zaporedni cikli prečnih mostičkov. Vsaki prečni mostiček ima svoj cikel gibanja, tako je v vsakem trenutku krčenja le 50% prečnih mostičkov povezanih z aktinom, ostali so v vmesnih fazah cikla (Lasan, 2005).

Mišične celice potrebujejo za svoje delovanje kemično energijo, katere vir je adenzintrifosfat (ATP). Pri razpadu ATP-ja v ADP se sprošča kemična energija.

Mišice ob maksimalnem naprežanju hitro porabljajo energijo, zato morajo hkrati potekati tudi procesi za resintezo ATP-ja. Energijski procesi, ki obnovljajo ATP so:

- Fosfagenski mehanizem: gorivo kreatin fosfat obnovlja ATP
- Glikoliza: iz glikogena oz. glukoze se ATP resintetizira po anaerobni poti
- Oksidacija: resinteza ATP-ja glukoze in drugih goriv ob prisotnosti kisika

Glavni vir za obnovo ATP-ja pri anaerobnem naporu, ki traja nekaj sekund (med te spada tudi skok v daljino) je kreatinfosfat (CP). Iz enega mola kreatinfosfata se resintetizira en mol adenzinotriposfat (ATP). Ostali energijski procesi, ki obnovljajo ATP, imajo manjšo moč od kreatinfosfatnega, kar pomeni, da lahko dlje časa trajajoči napor izvajamo z manjšo intenzivnostjo, hkrati pa so učinkovitejši in zato primerni za dalj časa trajajočo aktivnost. Energija se pri mišičnem krčenju porablja za vzdrževanje gradienta natrijevih in kalcijevih ionov na obeh straneh sarkomere, kar je pogoj za razvoj akcijskega potenciala, za potek ciklov prečnih mostičkov, kar povzroči krčenje in za delovanje črpalke kalcijevih ionov.

1.5 Značilnosti ekscentrično-koncentrična kontrakcija

Skakalec mora za odzivno akcijo razviti veliko silo, ki premaga silo teže. Tako skakalec povzroči fazo leta. Mišice pri takšnem gibanju izvajajo balistično krčenje. Balistično krčenje je lahko koncentrično, ekscentrično ali ekscentrično – koncentrično. Zadnje se pojavlja v večini naravnih oblik gibanja, še prav posebej v atletiki, kjer gibanje pri teku, skoku ali metu izkorišča ta pojav (Ušaj, 2003). Ekscentrično-koncentrično krčenje mišic je način mišičnega dela, kjer koncentrični kontrakciji takoj sledi ekscentrična. Ekscentrična kontrakcija je bolj učinkovitejša kot pa koncentrična. Mišica v ekscentrični fazi shrani del kinetične energije z izkoriščanjem aktivnosti elastičnih elementov. Ta energija se nato v drugi fazi gibanja to je v koncentrični fazi izkoristi in uporabi za mehansko delo, seštevek je večja sila. Najpomembnejše mišične skupine, ki sodelujejo pri odzivu skoka v daljino so ekstenzorji kolenskega sklepa, plantarni fleksorji in ekstenzorji kolčnega sklepa, delno pa tudi ekstenzorji hrbtenice. Pri odzivu skoka v daljino sta najpomembnejša fiziološka fenomena refleks na nateg in elastična togost na kratke razdalje. Refleks na nateg je prvi odziv živčno-mišičnega sistema na hitro in nepričakovano podaljšanje mišice. Z refleksom na nateg mišice ščitijo pred nepričakovanimi spremembami položaja telesa, prav tako pa pomaga pri uravnavanju mišične togosti. Zanka refleksa se lahko sproži v sproščeni in aktivirani mišici. Odziv refleksa razdelimo na tri latence. Prvi in najhitrejši odziv se imenuje latenca M1 in je monosinaptični refleks. Pri sproščeni mišici se vključuje le ta reakcija. Latenca M1 zgornjih ekstremitet je 20 do 30 ms, vključuje odziv refleksa poleg latenco M1 še latenci M2 in M3. Ta dva odziva sta polisinaptična refleksa in bolj kompleksna, časovno sledita latenci M1. Latenca odziva M2 je 60 do 90 ms, latenca odziva M3 pa je 90 do 120 ms (povzeto po Leskovar, 2003).

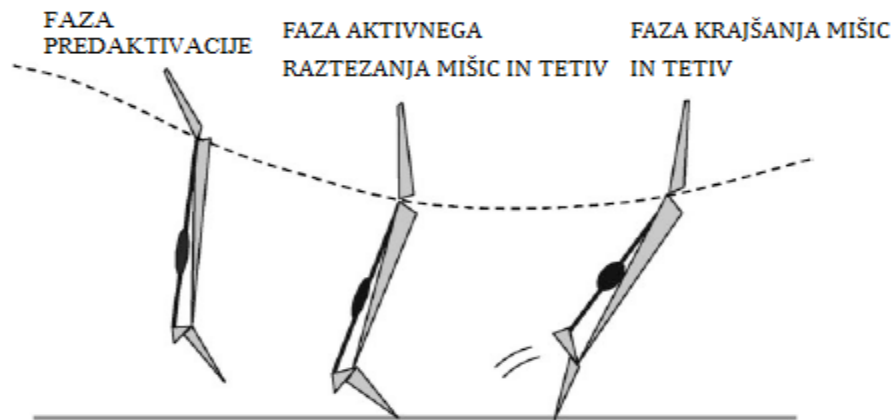
Velikost odziva latence M1 je pri sproščeni mišici odvisna od začetne dolžine mišice, od hitrosti raztezanja ter od amplitude raztezanja mišice. Glede začetne dolžine mišice raziskave kažejo, da je odziv refleksa pri večji začetni dolžini mišice večji kot krajši. S povečanjem hitrosti raztezanja mišice se večja tudi odziv refleksa. Amplituda raztezanja mišice mora biti dovolj velika, da se refleks na nateg sproži, nadaljnega vpliva na odziv pa nima.

Pri aktivirani mišici je velikost odzivov latenc M1, M2 in M3 odvisna poleg zgoraj omenjenih faktorjev (začetna dolžina, hitrost raztezanja in amplituda raztezanja mišice) še od velikosti predaktivacije mišice. Večja kot je začetna dolžina mišice, večji so odzivi refleksa. Z večjo hitrostjo raztezanja mišice se povečuje odziv M1, medtem ko sta odziva M2 in M3 pri majhni hitrosti velika, z večanjem hitrosti pa se zmanjšata in ostajata približno konstantna. Amplituda raztezanja praktično nima vpliva na odziv M1, saj je konstanten. Odziva M2 in M3 se pri majhni amplitudi raztezanja ne sprožita, z večanjem amplitude pa se povečujeta. S povečanjem zavestne aktivacije se povečuje odziv refleksa v vseh treh latencah.

Ekscentrična kontrakcija povzroča raztezanje mišic pod vplivom zunanjih sil, upiranje mišice raztezanju se imenuje mišična togost. Na mišično togost vplivajo elementi, ki jih razdelimo na pasivne in aktivne. Aktivni elementi so prečni mostički, pasivni pa vezivno tkivo, citoskeletne komponente ter viskoznost mišice. Če raztezamo sproščeno mišico vplivamo na togost mišice le pasivni elementi. Togost je takrat odvisna od dolžine mišice. Pri skrajšani mišici in do normalne dolžine mišice je togost nizka in se skoraj ne spreminja, raztezanje nad normalno dolžino mišice pa eksponentno povečuje togost.

Aktivni elementi mišične togosti so prečni mostički, ki proizvajajo silo v mišici. Togost se razvija pri sklenjenem prečnem mostičku ob ekscentrični kontrakciji. S tem je omejitveni dejavnik togosti aktivnih elementov življenjska doba prečnih mostičkov ter amplituda raztezanja. Življenjska doba prečnih mostičkov je različna, odvisna tudi od tipa mišičnih vlaken. Togost je odvisna tudi od vrste mišične kontrakcije, ki je mišica izvajala pred ekscentrično kontrakcijo. Največji vpliv na togost ima izokinetična kontrakcija, kjer je sklenjenih več prečnih mostičkov kot pri koncentrični kontrakciji. Elastična togost na kratke razdalje (SRES- Short Range Elastic Stiffness) predstavlja mišični vidik kontrole togosti. SRES je takojšnji odziv aktivne mišice na raztezanje. Čas delovanja SRES je tako kot pri aktivni kontroli mišične togosti odvisen od življenjske dobe prečnega mostička in od amplitude raztezanja prečnih mostičkov. Velikost SRES je odvisna predvsem od hitrosti raztezanja (hitrejše raztezanje večja togost). Znotraj meja delovanja SRES se mišica odziva skoraj kot idealno elastično telo (Komi, 2000).

Mišice dobro treniranih športnikov lahko presežejo togost tetive. S tem postane ekscentrična kontrakcija tetive mišice tista, ki se razteza. Tako dosežemo pozitivne učinke, saj je hitrost krajšanja predhodno raztegnjene tetive večja kot je hitrost krajšanja mišice pri koncentrični kontrakciji. Prav tako je lahko tetiva v koncentrični fazi krčenja sposobna zadržati večjo silo, kot jo lahko pri ekscentrično-koncentrični kontrakciji prenese mišica. Tudi poraba kemične energije bo manjša, kar je pomembno pri dlje časa trajajoči aktivnosti (Komi, 2000; povzeto po Bračič, 2010).



Slika 6: Prikaz ekscentrično–koncentrične kontrakcije (Komi, 2000)

- Faza predaktivacije – je faza priprave stopala na dotik s podlago. Med pripravo stopala na dotik pride v vseh sklepih noge do ko-kontrakcije mišic, kar povzroči pripravo na fazo opore.
- Faza aktivnega raztezanja – je faza sprednje opore in se začne z dotikom stopala na podlago. V začetni fazi opore pride do zaviranja gibanja v horizontalni in vertikalni smeri. V tej fazi so mišice in tetive napete in se raztegujejo.
- Faza krajšanja – je faza zadnje opore, faza aktivnega odrida. Pomembna je velikost in smer sile, ki jo izvaja atlet na podlago, njena posledica je sila reakcije podlage, ki deluje v nasprotni smeri. V tem času pride do iztegovanja v kolčnem in kolenskem sklepu ter do plantarne fleksije v gležju.

1.6 Živčno-mišični mehanizmi eksplozivne moči

Gibalne strukture, ki se pojavljajo v konkretnih športnih okoliščinah, so povezane z različnim prispevkom ekscentričnih in koncentričnih mišičnih kontrakcij. Pogosto je cilj treninga spreminjanje ekscentrične mišične kontrakcije glede na njene nevrološke značilnosti. Ekscentrično-koncentrični cikel je posledica raztezanja zaradi zunanje sile in skrajševanja mišice v drugi fazi (SSC: stretch – shortening cycle, Nicole in sod., 2006).

V ekscentrični fazi se v mišično-tetivnem kompleksu shrani določena količina elastične energije, ki jo je mogoče uporabiti drugi fazi. Del elastične energije, nakopičene v mišici, je na voljo le določen čas. Ta je določen z življenjsko dobo prečnih mostičev in traja od 15 do 120 milisekund (Cavanga in sod. 1965). Z vidika ustvarjanja sile je pomembno, da mišica pri ekscentrični kontrakciji razvije večjo silo in porabi manj kemične energije kot pri koncentrični kontrakciji (Komi in Gollhofer, 1994). Na učinkovitost ekscentrično-koncentrične kontrakcije vpliva tudi čas preklopa. Daljši kot je, manjša je učinkovitost kontrakcije. Poleg velikosti in hitrosti spremembe dolžine mišice ter časa preklopa je za učinkovitost ekscentrično-koncentrične kontrakcije zelo pomembna predaktivacija (Dolenec, 1999). Ta definira prvi stik stopala s podlago. Predaktivacija ustrezno pripravi mišice na raztezanje in se kaže v številu sklenjenih prečnih mostičev ter v spremembi vzdraženosti α -motoričnih živcev. Oba dejavnika vplivata na večjo togost mišice. Pri večji togosti je izrazitejše raztezanje vezi in tetive, kar ima za posledico manjšo porabo kemične energije v mišice. Manjša poraba kemične energije je še zlasti pomembna pri tistih gibalnih situacijah, kjer je potrebno določeno gibanje izvesti z veliko hitrostjo (delovanje skočnega sklepa pri šprintu, odzivna akcija pri skoku v daljino, skoku v višino, troskok).

Pri vertikalnih skokih imajo s funkcionalno-anatomskega vidika najpomembnejšo vlogo dvosklepne mišice stegna, ki jih nekateri avtorji imenujejo tudi hamstrings ali ishio-kruralne mišice (Šarabon, 2005). To skupino sestavljata: m. semimembranosus in m. biceps femoris. V konkretnih športnih okoliščinah te mišice opravljajo primarno iztegovanje kolčnega sklepa v zaprti kinetični verigi in upogibanje kolenskega sklepa. Dolžina dvosklepnih stegenjskih mišic zelo niha in je odvisna predvsem od položaja kolenskega ter kolčnega sklepa (Šarabon, 2005). Njihova učinkovitost se kaže predvsem v visokih kotih hitrostih sklepov spodnjih okončin. Zato imajo stegenjske mišice pomembno vlogo pri hitrih ekspozivnih gibih acikličnega ali cikličnega tipa.

Aktivnost stegenjskih mišic je pomembna pri vertikalnih skokih v razmerah koncentričnega ali ekscentrično-koncentričnega mišičnega naprežanja zaradi intersegmentarnega prenosa energije in optimizacije odzivne akcije (Šarabon, 2005). Pri vertikalnih skokih se mišice vključujejo vključujejo v odzivno akcijo po proksimalno-distalnem načelu mišične aktivacije. V pri fazi skoka, ko se povečuje vertikalna hitrost centralnega težišča telesa, so aktivni predvsem ekstenzorji trupa in kolka. Ključni dejavnik v tej fazi odzivne akcije je m. gluteus maximus, ki razvije veliko silo zaradi dokaj nizke kotne hitrosti kolcev. Stegenjske mišice dosežejo stopnjo aktivacije na začetku iztegovanja v kolku. V nadaljevanje odzivne akcije se vključijo iztegovalke kolena, pri čemer pride do prenosa energije s kolka na kolena preko m. rectus femoris. Zadnjo fazo odziva končajo dvosklepne golenske mišice (m. gastrocnemius). Eksplozivna izvedba vertikalnih skokov je odvisna predvsem od optimalne koordinacije eno- in dvosklepnih mišic. Vertikalni in globinski skoki so

pomembna vadbena sredstva v treningu moči pri športnikih v različnih športnih panogah. Z njimi izboljšujemo funkcijo ekscentričnega in koncentričnega mišičnega delovanja spodnjih okončin. Glede na strukturo gibanja, so vertikalni in globinski skoki, zelo podobni realnim motoričnim situacijam v športni praksi. Odrivno moč v koncentričnih razmerah živčno-mišičnega delovanja merimo z vertikalnim skokom iz polčepa. Odrivno moč, pri kateri se aktivne mišice najprej raztegnejo (ekscentrična kontrakcija), nato pa skrčijo (koncentrična kontrakcija), merimo z vertikalnim skokom s predpripravo in z globinskimi skoki (Bračič, 2010).

1.6.1 Merjenje sil reakcije podlage

Tenziometrijska plošča je merski instrument za merjenje sil reakcije podlage, kar nam omogoča merjenje najrazličnejših športnih aktivnosti. Sile reakcije podlage lahko merimo pri dinamičnih (hoja, tek, odriv, poskoki, doskoki) ali statičnih aktivnostih (ravnotežje, strelca), ki so predmet znanstvenega proučevanja.

Tenziometrijska plošča ki se uporablja na Fakulteti za Šport in tudi v večini drugih institucij ima oznako Amti, ZDA in je dimenzije 600x600 mm. Sile reakcije podlage meri v horizontalni, vertikalni in lateralno-medialni ravni (X, Y, Z osi). Tenziometrijska plošča je izredno natančen medij, saj je hitrost odčitavanja podatkov 2kHz. S tem se zagotovi velika natančnost zbranih podatkov in zato tudi velika vrednost pri aplikaciji ugotovitev.

Meritve nam pomagajo pri razumevanju mehničnega delovanja telesa na podlago, s tem pa sklepamo na delovanje živčno-mišičnega sistema. Različno kakovostni športniki imajo različne rezultate, tako je mogoče sklepati na kakovost mišičnega sistema oziroma tehnike pri izvedbi določenega gibanja. Zelo primerno je redno testiranje, s čimer preverimo učinek treninga, saj nam primerjava kaže napredek, stagniranje ali nazadovanje merjenca. Tenziometrijska plošča se na Inštitutu za šport v Ljubljani največkrat uporablja za merjenje sil pri sonožnih in enonožnih poskokih, kjer primerjamo različno kakovostne športnike ter športnike različnih športnih zvrsti med sabo. Z velikim številom testiranj se izoblikuje baza podatkov, ki nam služi kot kriterij uspešnosti.

Poleg dinamičnih aktivnosti lahko s tem medijem merimo tudi sile reakcije podlage pri statičnih aktivnostih, kot na primer streljanje v stoji, kjer se proučuje nihanje oziroma ohranjanje ravnotežja. Največ raziskav z uporabe tenziometrijske plošče je bilo opravljenih pri analizi hoje, kjer so proučevali znake patološke in zdrave hoje. Pri testiranju moramo zagotoviti pogoje, ki so podobna gibanjem čim bolj naravna in neprisilna, zato se plošča prekrije s tartarnato preprogo. Še bolj primernejše točno bi bilo uporaba več vzporednih postavljenih tenziometrijskih plošč, kar pa je v praktični uporabi zaradi finančnih razlogov redka rešitev.

Najbolj zanimiv podatek dosedanjih raziskav je maksimalna vertikalna sila, ki časovno doseže vrh v fazi amortizacije in je po podatkih 6–8 krat večja od teže skakalca. Otroci in mladi atleti dosežejo 3–5 krat večjo težo od sebe. Za povprečno težkega skakalca to pomeni, da se njihovo telo v trenutku odriva mora upirati sili okrog 6000 N, po novejših raziskav pa avtorji celo omenjajo tam okrog od 7000 do 9000 N. Otroci in mladi atleti razvijejo bistveno manj, ampak že tu se pojavljajo velike sile tam okrog 4000 N. Zanimivo pa je, da se podobne ali višje vrednosti vertikalne sile reakcije podlage dosegajo pri globinskih poskokih. Boljši skakalci naj bi bili sposobni razviti večjo silo pritiska na podlago od manj kakovostnih skakalcev (Leskovar, 2003).

1.7 Vertikalni skok

Skok je eden od osnovnih načinov gibanja v športnih disciplinah kot so atletika, košarka, odbojka, rokomet in nogomet. Vertikalni skok je pogosto uporabljen v raziskavah in športni diagnostiki kot »groba« metoda za evalviranje anaerobne moči mišic spodnjih okončin (Bosco idr., 1982; Fox, Bowers in Foss, 1988; Sargent, 1921) (slika 8). Merjenci v fazi odriva uporabljajo stereotipne vzorce gibanja z značilnostmi proksimalno-distalne mišične aktivacije (Bobbert in van Ingen Schenau, 1988; povzeto po Bračič, 2010).

Z metodami kinematike, dinamike in pEMG lahko podrobno analiziramo človekovo mišično koordinacijo ter vlogo eno-sklepnih in dvo-sklepnih mišic spodnjih okončin pri izvedbi odriva (Stephens idr., 2005).

Za uspešno izvedbo eksplozivnih gibanj je pomembno, da nekateri deli telesa dosežejo velike pospeške in hitrosti gibanja (Bobbert in Van Zandwijk, 1999). Primer takšnega gibanja je vertikalni skok, kjer je visoka rotacijska hitrost trupa zelo pomembna za doseganje velike višine skoka.

Pri eno-sklepnem gibanju, kjer se gibanje začne pri določenem kotu v sklepu, je dosežena kotna hitrost v določenem kotu odvisna od količine dela (angl. net work) proizvedenega z mišicami, ki potekajo preko sklepa. V študijah so ugotovili, da je čas, ki je potreben za proizvodnjo sile, pomemben dejavnik pri določanju mehanskega izhoda pri eno-sklepnih gibanjih (Bobbert in Harlaar, 1993; Bobbert in van Ingen Schenau, 1988; Chapman, Caldwell in Selbie, 1985), prav tako pa tudi pri kompleksnih več-sklepnih gibanjih kot je vertikalni skok, kjer je največji problem prenos dela v efektivno energijo (Bobbert, Gerritsen, Litjens in van Soest, 1996). Zaradi vpliva na proizvedeno delo je čas, ki je potreben za proizvodnjo sile, eden od izhodiščnih problemov za rešitev, kako učinkovito izvesti vertikalni skok.

Pri izvajanju vertikalnega skoka lahko z nasprotnim gibanjem rešimo problem učinkovitosti skoka, saj dovolimo, da subjekt poveča silo z izvedbo ekscentrične kontrakcije, še preden se pričnejo mišice koncentrično krčiti v fazi odziva (Asmussen in Sørensen, 1971; Bobbert idr., 1996; Chapman in Sanderson, 1990; Mungiole in Winters, 1990; Svantesson, Grimby in Thomee, 1994; van Ingen Schenau, 1984; povzeto po Bračič, 2010).

Naraščanje produkcije sile pri vertikalnem skoku je rezultat številnih dinamičnih procesov, ki vključuje stimulacijsko dinamiko, ekscitacijsko dinamiko in dinamiko različnih kontrakcij mišic (Van Zandwijk, Bobbert, Baan in Huijing, 1996). V študiji omenjenih avtorjev je stimulacijska dinamika definirana kot časovni vidik povečevanja stimulacije mišic, ekscitacijska dinamika je definirana kot proces naraščanja aktivnega stanja kot odgovor na povečanje stimulacije, dinamika kontrakcije pa je definirana kot naraščanje sile zaradi povečanja aktivnega stanja. Glede na omenjene procese je dinamika kontrakcije interakcija med kontraktinimi elementi in elastičnimi strukturami mišic (Bračič, 2010).

S ciljem določiti razmerje sila – hitrost pri skeletnih mišicah, je bilo opravljenih nekaj študij (Dudley, Harris, Duvoisin, Hather in Buchanan, 1990; Hof in van den Berg, 1981; James, Sacco, Hurley in Jones, 1994; Thomas, Sagar, White in Davies, 1988; Wickiewicz idr., 1984). Prav tako je bilo opravljenih nekaj študij, ki so raziskovale skladnost serialnih elastičnih elementov (Hof in van den Berg, 1981; Hof, 1997; Van Zandwijk, Bobbert, Harlaar in Hof, 1998).

V naši raziskavi je razlog za izbor vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ) za preučevanje razlik med sonožnim skokom in skokom v daljino za preučevanje pojava bilateralnega deficita (BLD) ta, da je skok iz polčepa (SJ) za sprinterje in skakalce nenaraven in ga skoraj nikoli ne uporabljajo v svoji športni disciplini in v procesu treniranja. Predhodne meritve in raziskave so pokazale, da tudi trening SJ ne zagotavlja, da bodo merjenci pravilno izvedli SJ, to pomeni brez najmanjšega nasprotnega gibanja, saj je iz literature znano, da tudi najmanjše nasprotno gibanje vpliva na povečanje višine skoka (Bobbert in van Zandwijk, 1999; Harman, Rosenstein, Frykman in Rosenstein, 1990; povzeto po Bračič, 2010).

Utemeljitev in upravičenost izbora CMJ lahko potrdimo tudi z vidika povezanosti skoka s sprinterskim tekom, saj so raziskave pokazale visoke korelacije med CMJ in različnimi fazami sprinterskega teka pri zaletni hitrosti skoka v daljino (preglednica 6) (Bračič, 2010).

Preglednica 6: Korelacije med vertikalnim skokom z nasprotnim gibanjem in sprinterskim tekom

LITERATURA	MERJENCI	FAZA SPINTERKEGA TEKA	KOREL.
Mero idr., 1981	25 M – sprint	30 m z letečim startom (s)	-.65**
Mero idr., 1983	25 M – sprint	Hitrost iz startnega bloka ($m \cdot s^{-1}$) Faza startnega pospeševanja ($m \cdot s^{-1}$)	-.69** -.70**
Young, 1995	11 M, 9 Ž – atletika	Največja hitrost teka (10 m) ($m \cdot s^{-1}$)	-.77**
Young idr., 1996	18 M – nogomet	Sprint 20 m (s)	-.66**
Kukolj idr., 1999	25 M – ekipni športi	0 do 15 m (povprečna hitrost) ($m \cdot s^{-1}$) 15 do 30 m (povprečna hitrost) ($m \cdot s^{-1}$)	.09 .48*
Hennessy in Kilty, 2001	17 Ž – sprint	Sprint 30 m (s) Sprint 100 m (s)	-.60* -.64*
Bret idr., 2002	19 M – sprint	0 do 30 m (povprečna hitrost) ($m \cdot s^{-1}$) 30 do 60 m (povprečna hitrost) ($m \cdot s^{-1}$) 60 do 100 m (povprečna hitrost) ($m \cdot s^{-1}$)	.66** .53* .44*
Liebermann in Katz, 2003	14 M, 6 Ž – ekipni športi	Sprint 0 do 20 m (s)	-.88**
Cronin in Hansen, 2005	26 M – ragbi	Sprint 5 m (s) Sprint 10 m (s) Sprint 30 m (s)	-.60* -.62* -.56*

statistično značilna korelacija: * $p < .05$; ** $p < .01$; M – moški, Ž – ženske
vir: Bračič, M., 2010.

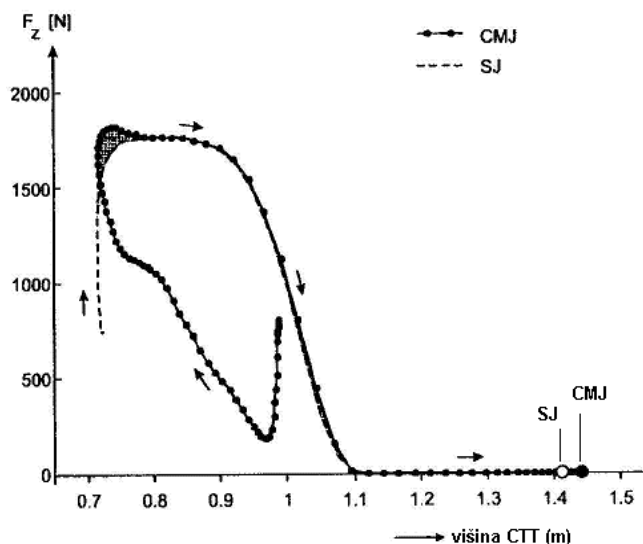


Slika 7: Vertikalni skok pri deklicah

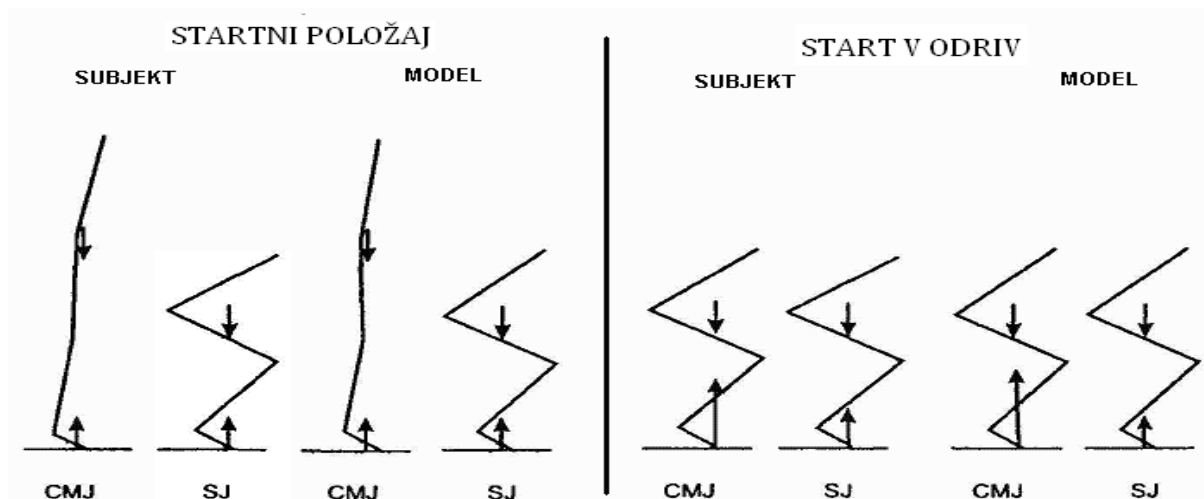
1.7.1 Vpliv nasprotnega gibanja na vertikalni skok

Nasprotno gibanje (angl. countermovement) se pogosto uporablja pri vsakdanjem človekovem gibanju in pri gibanjih v športu. V predhodnih študijah so ugotovili, da z nasprotnim gibanjem izboljšamo rezultate v višini vertikalnega skoka (Anderson in Pandy, 1993; Arakawa, Nagano, Yoshioka in Fukashiro, 2009; Asmussen in Bonde-Petersen, 1974; Bobbert idr., 1996; Bobbert in Casius, 2005; Bosco idr., 1982a; Harman, Rosenstein, Frykman in Rosenstein, 1990; Komi in Bosco, 1978; Kubo, Kawakami in Fukunaga, 1999; povzeto Bračič, 2010).

Slika 11 prikazuje primerjavo višine skoka in produkcijo sile na podlago med CMJ in SJ pri enem merjencu. Površina pod krivuljo prikazuje večjo produkcijo energije, ki pripomore k večji višini skoka (vsota potencialne energije in rotacijske kinetične energije pri določeni vertikalni hitrosti CTT). Z izračunom površine pod krivuljo v fazi propulzije (odrive), sta Bobbert in Casius (2005) ugotovila, da je površina večja pri CMJ (osenčeno na Sliki 9), saj sta pri CMJ amplituda gibanja in produkcija sile na podlago večja (Slika 10) (Bračič, 2010).



Slika 10: Primerjava vertikalne sile reakcije podlage in višine CTT med CMJ in SJ (Bobbert in Casius, 2005; Bračič, 2010)



Slika 11: Prikaz položaja telesa (subjekta in modela) pri izvedbi CMJ in SJ v startnem položaju in startnem položaju za odziv (Bobbert in Casius, 2005; povzeto po Bračič, 2010)

Še vedno obstaja vprašanje, zakaj subjekt skoči višje pri CMJ kot pri SJ? Razloge za takšen pojav lahko najdemo v živčno-mišičnih mehanizmi nasprotnega gibanja, ki povečajo mehanski učinek (delo) pri gibanju in so že dolgo časa tema biomehanskih ter fizioloških raziskav.

Prvi vzrok za povečanje mehanskega dela pri nasprotnem gibanju je lahko živčni odziv mišice na raztezanje ali refleks raztezanja (angl. stretch reflex) (Dietz, Schmidtbleicher in Noth, 1978; Komi, 2000; Melvill–Jones in Watt, 1971), ki v fazi propulzije (odriv pri skoku) poveča mišično stimulacijo ter s tem poveča silo, ki je večja od proizvodnje sile pri SJ (Bračič, 2010).

Drugi vzrok je lahko potenciacija kontraktilnih struktur (poveča se kapaciteta produkcije sile), ki jo povzroči raztezanje mišic (ekscetrična kontrakcija) (Cavagna idr., 1968; Edman, Elzinga in Noble, 1978; Ettema idr., 1992; Herzog in Leonard, 2000; Herzog, Schachar in Leonard, 2003; Rassier, Herzog, Wakeling in Syme, 2003; povzeto po Bračič, 2010).

Tretji vzrok za višje skoke CMJ je lahko čas, ki je na voljo za aktivno stanje kontraktilnih elementov (KE) (pomembna so prosta mesta na aktinu za vezavo prečnih mostičkov) (Chapman, 1985; Bobbert idr., 1996; Bobbert in Casius, 2005; Svantesson idr., 1994; van Ingen Schenau, Bobbert in de Haan, 1997; povzeto po Bračič, 2010).

Pri CMJ se aktivno stanje povečuje med fazo nasprotnega gibanja, pri SJ pa se aktivno stanje začne povečevati šele v fazi propulzije (odriv), kar pomeni, da je produkcija sile in mišičnega dela v začetnem delu odziva le submaksimalna (v prvih 5

cm faze odziva) (Bobbert idr., 1996; Jaric, Gavrilovic in Jancevic, 1985; Levine, Zajac, Belzer in Zomler, 1983; Svantesson idr., 1994; van Ingen Schenau, 1984; Bračič, 2010).

Četrty vzrok za višji skok CMJ je shranjevanje elastične energije v serialnih elastičnih elementih (SEE) v fazi nasprotnega gibanja, ki je prisotno predvsem v tetivnem sistemu (elastičnost tetiv) (Asmussen in Bonde–Petersen, 1974; Bosco idr., 1982b; Komi, 2000) Uporaba shranjene elastične energije pa omogoča večjo produkcijo sile v prvem delu koncentrične kontrakcije (faza propulzije) (Ettema idr., 1992; Bračič, 2010).

Peti vzrok za višje skoke CMJ in za večje mehansko delo pri izvedbi nasprotnega gibanja pa je lahko boljša koordinacija oziroma tehnika izvedbe skoka (Arakawa idr., 2009; Bobbert, 1990), vendar če subjekt trenira samo CMJ, SJ pa ne, bo optimiziral samo koordinacijo gibanja pri CMJ (Bobbert in Casius, 2005; Bračič, 2010).

Trening CMJ omogoča subjektu, da najde najbolj ugoden položaj oziroma najbolj optimalno amplitudo nasprotnega gibanja (ob tem pa tudi najbolj ugodno kotno hitrost v sklepah), da bodo mišice kar najbolj optimalno delovale v razmerju sila – hitrost ter s tem omogočile učinkovit prenos mišične sile v vertikalno pospeševanje CTT (Bobbert in van Soest, 2001; povzeto po Bračič, 2010).

Za sistematično raziskovanje oziroma preverjanje zakaj je CMJ višji kot SJ, so študije na subjektih neprimerne, saj ne moremo kontrolirati oziroma izmeriti najbolj pomembnih parametrov kot sta sila posamezne mišice in dolžina kontraktibilnih elementov (Bobbert in Casius, 2005), zato raziskovalci uporabljajo simulacijske matematične modele (Bračič, 2010).

1.7.2 Skok z nasprotnim gibanjem (Countermovement Jump)

Motorično nalogo izvajamo tako, da centralno točko težišča hitro znižamo, pri čemer se aktivne mišice nog raztezajo (ekscentrična kontrakcija) (slika 7). Nato gibanje ustavimo in se takoj odrinemo vertikalno navzgor (koncentrična kontrakcija). Energija, ki se shrani v mišicah in tetivi pri raztezanju, se prenese v koncentrično fazo. Posledica je večja hitrost giba v drugi fazi. Glede na rezultate so ti skoki povprečno za 9,2 do 9,4% višji kot skoki iz polčepa (squat jump). Skok izvajamo s fiksiranimi rokami v bokih. Čas odzivne akcije je od 338 do 364 milisekund. Glede na zakonitosti prenosa elastične energije je ekscentrična faza krajša od koncentrične. Učinkovitost dvofazne mišične aktivnosti je odvisna od pravilnega razmerja ekscentrične in koncentrične mišične kontrakcije. Elastična energija, pridobljena v prvi fazi, se tako shrani v mišično-tetivnem kompleksu (tetiva, aponevroza, prečni mostiči, mišične ovojnice, vezivno tkivo in sarkoleme ter se v koncentrični fazi združi s kemično

energijo mišice. Posledica je večja mišična sila, ki se kaže v višjem skoku. Vertikalna hitrost centralnega težišča telesa pri dvofazni mišični kontrakciji je za 9,5% večja kot pri enofazni koncentrični mišični kontrakciji. Prehod iz ekscentrične v koncentrično kontrakcijo je izpeljan pri kotu 89° v kolenskem sklepu. Velikost sile reakcije podlage znaša od 904 do 1104N (Čoh s sodelavci, 2009).

Glavni izvor mehanske energije ob koncu odriva predstavljajo m. vastus medialis in lateralis ter m. gastrocnemius medialis. Preko m. gastrocnemius se del mehanske energije prenaša preko m. rectus femoris z gležnja na kolenski sklep. S tega sklepa se nato mehanska energija prenaša preko m. rectus femoris na kolčni sklep. Rectus femoris ima visoko aktivacijo tako v ekscentrični kot koncentrični fazi odrivne akcije.



Slika 8: Priprava na skok z nasprotnim gibanjem

1.8 Dosedanje raziskave

Raziskav, ki bi s situacijskega stališča proučevale dinamične parametre skoka v daljino je zelo malo, še manj pa proučevanje razlik pri skoka v daljino pri otrocih. Skok v daljino je sicer mnogokrat predmet raziskav, največja pozornost je usmerjena v kinematične analize tehnike. Tako imamo veliko podatkov o hitrostih zaleta, dolžinah zadnjih korakov, o vzletnih hitrostih in vzletnih kotih ter ostalih kinematičnih parametrih. Premalo pa je eksaktnih eksperimentov in podatkov o tem, kaj se dogaja v delčku sekunde, ki ga ima skakalec na razpolago v trenutku odriva, ki je glavni generator rezultata. Nekaj raziskav biodinamike skoka v daljino pri mladih atletih je bilo narejenih v tujini, ampak zelo malo pri nas.

Antekolović (2002) je analiziral globinske skoke petih vrhunskih skakalcev v daljino s kompleksno kinematično, dinamično in EMG analizo. Atleti so izvajali globinsko-daljinske skoke iz različnih višin (35, 50, 70cm), s katerih so najprej skočili naprej in po pristanku skočili v daljino. Rezultati dinamičnih parametrov odziva kažejo, da se ob odzivu pojavlja velika vertikalna sila reakcije podlage, kar je podobno kot pri skoku v daljino. Avtor je ugotovil tudi pomembnost predaktivacije mišic za dobro izvedbo skoka.

Čoh in Mikuž (2000) sta izvedla biomehanično raziskavo na najboljšem slovenskem skakalcu v daljino. Cilj študije je bila kompleksna analiza kinematičnega modela skoka v daljino in dinamičnega modela odziva. Iz kinematične analize, sta avtorja ugotovila visoko parabolo leta. V primerjavi z drugimi skakalci sta ugotovila optimalno vertikalno hitrost pri odzivu in nekoliko premajhno horizontalno hitrost pri odzivu za še daljše skoke.

Hay (1993) ugotavlja, da sile reakcije podlage, ki se pojavljajo ob odzivu skoka v daljino, delujejo na skakalca ter povzročajo vrtilne momente. Horizontalna sila vrtilni skakalca v smeri salta naprej, vertikalna komponenta v fazi amortizacije nazaj, v fazi ekstenzije pa prav tako naprej, skupna rezultanta sil tako deluje na skakalca z relativno velikim vrtilnim momentom v smeri salta naprej.

Hay, Thorson in Kippenhan (1999), so raziskovali način delovanja mišic med odzivom skoka v daljino. Uporabili so kinematično analizo in tenziometrijsko ploščo. Ugotovili so, da mišica gluteus maximus deluje v začetni fazi odziva izometrično, nato pa koncentrično; da deluje zadnja stegenska mišica (hamstring) konstantno koncentrično; da deluje mišica rectus femoris najprej izometrično, nato pa ekscentrično; ter da delujejo mišice vastus femoris, soleus in gastrocnemius sprva ekscentrično in nato koncentrično. Odkrili so tudi povezavo med delovanjem mišic v ekscentrični fazi odziva in vertikalno hitrostjo ob odzivu.

Lopatič (1994) je analizirala atletiko na izbranih osnovnih šolah, kjer je bil zajet tudi skok v daljino. V analizo sta bili zajeti dve osnovni šoli, učenci in učenke od 1. do 8. razreda. Ugotavljala je statistične značilnosti med obema spoloma pri atletskih disciplinah. Ugotovila je so statistično značilne razlike pri skoku v daljino 1., 2., 3., in 8. razredu.



Slika 9: Odriv in vzletni položaj

Luthanen in Komi (1979) sta preučevala razlike v kinematičnih in dinamičnih spremenljivkah me boljšimi (nacionalna raven) in slabšimi skakalci v daljino. Raziskavo sta izvedla v dvorani na skakališču z uporabo tenziometrijske plošče. Primerjava je pokazala, da sta se skupini boljših in slabših skakalcev statistično razlikovali v naslednjih parametrih: boljši so imeli krajše kontaktne čase ob odzivu, boljši razvili so višjo horizontalno hitrost pred odzivom, višjo horizontalno in vertikalno komponento odzivne hitrosti, boljši skakalci so skakali dlje; prav tako so imeli boljši skakalci višje maksimalne sile reakcije podlage. Avtorja predvidevata, da nastane razlika v vrednostih sil reakcije podlage zato, ker boljši dosežejo hitrejšo raztezanje aktiviranih ekstenzorjev mišic nog ob amortizaciji (touch-down). Ugotovila sta tudi, da je faza amortizacije pomemben del odziva in ima velik vpliv na rezultat skoka.

Seyfarth in sod. (1999) so analizirali 30 skokov študentov in študent z namenom, da bi postavili teoretični mehanski model dinamike skoka v daljino. Avtor ugotavlja, da se pri odzivu skoka v daljino pojavlja tipični grafični izpis sil reakcije podlage z dvema vrhovoma, Passive Peak in Aktive Peak. Ugotovil je, da se pasivni vrh pojavlja zaradi pojemka oddaljenih telesnih mas (okostje, mišičje, mehka tkiva), ki pa so povezane z odzivno nogo in med sabo. Pasivni vrh skakalec izkorišča sebi v prid. Aktivni vrh predstavlja odzivno sposobnost skakalčevih mišic odzivne noge. Doseganje visoke vertikalne hitrosti zahteva velik produkt med povprečno vertikalno silo reakcije podlage in kontaktnim časom. Ta mehanski model omogoča preverjanje in popravljanje tehnike skoka individualno, glede na sposobnosti skakalca.

Žvokelj (2003) je ugotovila spreminjanje morfoloških in biomehanskih spremenljivk, medsebojno povezanost in njihov vpliv na tekaško motoriko. V obravnavanem vzorcu

je bilo zajetih 457 otrok obeh spolov, starih od 7 do 11 let. S Pearsonovim korelacijskim koeficientom je ugotovila povezanost med posameznimi spremenljivkami. Ugotovila je, da se hitrost v obdobju odraščanja povečuje na račun dolžine korakov in da so morfološke spremenljivke šibko povezane z kontaktnim časom in frekvenco korakov. S T-testom za neodvisne vzorce je testirala statistično značilnosti spreminjanja morfoloških in biomehanskih spremenljivk s starostjo. Tudi tu je ugotovila, da se s starostjo dolžina koraka povečuje, frekvenca korakov in kontaktni čas pa je precej neodvisna od biološkega razvoja.

Polše (2010) je analizirala vpliv atletske vadbe na nekatere izbrane gibalne sposobnosti pri otroci od 7 do 10 leta starosti. Analizirala je agilnost in hitrost, koordinacija nog in koordinacija celega telesa, eksplozivna moč in moč upogibalk trupa ter gibljivost med kontrolno in eksperimentalno skupino otrok. Z njihovim programom je poskušala vplivati na čim večje število gibalnih sposobnosti, kar se je izkazalo, da so imele vsebine programa v večji meri poudarek na tekaški motoriki in splošni moči, katere so vplivale na izboljšanje agilnosti in hitrosti. Pri ostalih gibalnih sposobnostih pa ni prišlo do statistično značilnih razlik. Tudi razlike med spoloma v tem obdobju postajajo vse manjše zaradi česar ne prihaja do statistično značilnih razlik v gibalnih sposobnosti med dečki in deklicami. Ugotovila je, da razlike se pojavljajo med otroci, ki so vključeni v športne klube saj so napredovali v rezultatih gibalnih sposobnosti v primerjavi s tistimi, ki v prostem času niso velikokrat športno aktivni.

2. PREDMET IN PROBLEM

Za to diplomsko delo smo se odločili, ker aktivnega skakalca v daljino to področje še posebej zanima in se vsakemu trenerju ob treningih skoka v daljino postavlja veliko novih vprašanj. Na ta način bi želeli prispevati k razumevanju biodiagnostike pri skoku v daljino pri 11 do 13 let starih dečkih in deklicah, ter ugotoviti najpomembnejše dejavnike uspešnosti pri skoku v daljino in razlike pri dečkih in deklicah. Med pomembnejše dejavnike nedvomno sodi odzivna akcija, saj skupaj z zaletom prispeva 70-90% uspešnosti skoka (Hay, 1986; Hay in Nohara, 1990; Nixdorf in Brüggermann). Zanima nas predvsem razlike med posamezniki in zakaj so takšne razlike med njimi pri isti starosti, ter kaj se dogaja z njihovimi odzivnimi časi, ki jih skakalec ima na voljo in kakšne so zakonitosti oziroma razlike med otroki. Tenziometrijska plošča s svojo hitrostjo in natančnostjo prekaša hitrost nekaterih snemanja kamer, iz česa se delajo kinematične analize tehnike, zato ima velika natančnost zbranih podatkov veliko vrednost pri aplikaciji ugotovitev. Poleg tega pri nas in drugje po svetu ni bilo oziroma je zelo malo podobnih raziskav, kar daje delu še poseben čar in zanimivost.

Otroci do 6. leta starosti zrastejo povprečno okoli 7 cm na leto. V tem obdobju se končuje tudi razvoj živčevja. Sledi obdobje od 6. do 9. leta, kjer se nadaljuje proces okostenitve dolgih kosti, prsnega koša in križnice. Po tem obdobju se začne pri dekletih puberteta (od 10. do 13. leta), ko se dogajajo velike razvojne spremembe in se močno spreminjajo psihosomatski dejavniki (Gallahue in Ozmun, 1998; povzeto po: Planinšec, 1999). Puberteta je najburnejša v obdobju od 12. do 13. leta, ko se začne spolno dozorevanje. V obdobju med 11. in 12. letom se pri dekletih pojavi največja hitrost rasti v višino (Haywood, 1993), pri fantih pa med 13. in 15. letom starosti (Buenen in Malina, 1988). Zaradi tega se rušijo koordinacija ter nekateri avtomatizirani motorični programi in stereotipi. Po obdobju največje rasti v višino se po 3 do 10 mesecih pojavi obdobje največjega prirastka telesne teže (Buenen in Malina, 1988).

Z vidika motoričnega razvoja so dečki med 10. in 15. letom starosti v t.i. specialni gibalni fazi. Zanja je značilno, da postajajo stabilnostne, lokomotorne in manipulativne sposobnosti bolj precizne, sestavljene in dovršene, zato jih otrok vse bolj učinkovito uporablja v različnih kompleksnih gibalnih okoliščinah (Gallahue in Ozmun, 1998; povzeto po: Škof, 2007), med katere lahko štejemo tudi hiter tek ali šprint.

Razvoj moči je v veliki meri povezan z dozorevanjem (z biološko starostjo) otroškega organizma. Dekleta in fantje, ki dozorevajo hitreje, so v razvoju moči veliko boljši od manj razvitih vrstnikov (Forberg in Lamert, 1996).

Biološko starejši atleti in atletinje lahko razvijejo večjo maksimalno silo zaradi boljšega živčno-mišičnega nadzora, imajo višje frekvence živčnih impulzov, aktiviranih več motoričnih enot in večjo mišično maso oziroma več aktivne telesne mase. Razlika med deklicami se pojavlja predvsem v obdobju od 11. do 14. leta. Po 14. letu se rast in razvoj pri dekletih stabilizirata, pri fantih pa nekje do 15. leta starosti. V tem obdobju preide motorični stereotip, kot je tek, na višjo raven motoričnega nadzora.

Pri skoku v daljino se v odzivnem času pojavljajo izredno velike sile na lokomotorni sistem skakalca, zaradi česar prihaja do pogostih poškodb tudi pri mlajših skakalcih. Zato želimo tudi ugotoviti, kako velike so te sile in kako se razlikujejo glede na uspešnost skakalca ter kako se spreminjajo z dolžino zaleta in skoka. S tem bi se trenerji začeli bolj poglobljati v svoje delo z mladimi atleti in bi bili bolj previdni dali večji poudarek na pripravljenost in tehniko skoka v daljino. Problem dela je ugotovi povezanost skoka v daljino z zaleta in vertikalnim skokom (skok z nasprotnim gibanjem), ter vpliv drugih dejavnikov za razlike v rezultatu skoka v daljino med 11 do 13 let starih dečkih in deklicah. Delo dopolnjuje podobne raziskave, ki so bile narejene že prej. Za trenerja je pomembno, da razume kaj se dogaja z otroki v tem starostnem obdobju in katere spremenljivke so povezane z rezultatom skoka v daljino.

Iz dinamičnih podatkov odzivne akcije bomo poskušali ugotoviti kateri parametri so v največji povezavi z rezultatom. Zanima nas, kako se ti podatki razlikujejo glede na spol.

3. CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Glede na predmet in problem so cilji dela:

1. Ugotoviti značilnosti zaletne hitrosti pri dečkih in deklicah v starostnem obdobju od 11 do 13 let.
2. Ugotoviti značilnosti vertikalnega skoka pri od 11 do 13 let starih dečkih in deklicah.
3. Ugotoviti povezanost spremenljivk zaletne hitrosti s skoka v daljino.
4. Ugotoviti povezanost spremenljivk zaletne hitrosti z vertikalnim skokom z nasprotnim gibanjem.
5. Ugotoviti povezanost parametrov zaletne hitrosti pri skoku v daljino s parametri odzivne moči vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem.

4. HIPOTEZE

Na osnovi predmeta, problema in ciljev raziskave smo oblikovali naslednje hipoteze:

1. (H1) Dečki in deklice, ki dosežejo višji skok, večjo odrivno hitrost ter večji impulz sile pri vertikalnem skoku CMJ, imajo tudi boljši rezultat skoka v daljino.
2. (H2) Deklice v tem razvojnem obdobju dosegajo povprečno boljše rezultate skoka v daljino in vertikalnega skoka kot isto stari atleti.
3. (H3) Dečki in deklice, ki imajo večjo zaletno hitrost imajo krajši kontaktni čas opore ter večjo dolžino koraka.
4. (H4) Dečki in deklice, ki imajo večjo odrivno moč imajo večjo zaletno hitrost pri skoku v daljino bodo dosegli boljše rezultate.

5. METODE

5.1 Vzorec merjencev

V eksperimentalnem postopku je sodelovalo 52 mladih atletov in atletinj (21 fantov in 31 deklet) iz AD Mass in AD Kronos Ljubljana starih od 11 do 13 let. Izbrani so bili na podlagi njihovih rezultatov iz tekočega zimskega državnega prvenstva v skoku v daljino. Povprečen staž treniranosti je 1,5 leta, nekateri dlje kot 2 leti. Uvodno srečanje z vsemi merjenci je bilo namenjeno uvodni obrazložitvi namena in ciljev raziskave ter poteka same meritve. Na tem srečanju so se merjenci seznanili tudi z načinom izvajanja posameznih vertikalnih skokov. Uvodno srečanje je bilo organizirano en teden pred meritvami in je trajalo 45 minut.

V obdobju meritev smo od merjencev zahtevali, da so bili razmeroma spočiti, da niso izvajali intenzivnih treningov neposredno oz. dan pred meritvami ter da so poskrbeli za ustrezno prehrano in hidriranost.

Povprečni rezultata, ki so ga dekleta dosegle je bil 394,9 cm, najboljši rezultat pa je bil 493 cm. Pri fantih je bil povprečen rezultat znašal 386,3 cm, najboljši rezultat je pa znašal 473 cm.

5.2 Vzorec spremenljivk

Za analizo biodinamičnih spremenljivk smo uporabili najboljši skok od treh poskusnih skokov z njihovega tekmovalnega zaleta.

Ugotovili smo kinematične spremenljivke šprinterskega koraka: dolžino koraka (DK) [cm], čas kontaktne faze (KČ) [ms] in zaletno hitrost teka pri skoku v daljino (MHT) [ms^{-1}] (Preglednica 7).

Kinematične spremenljivke smo izmerili s pomočjo merilne tehnologije Opto-Jump Next (Microgate, Italija) in sistema infrardečih fotocelic (Brower-Timing System, ZDA). Dolžine skokov bomo izmerili z metrom [cm].

Dinamične parametre vertikalnih skokov smo spremljali s pritiskovno ploščo (600 x 600, Amti, ZDA), frekvence 2 kHz. Sila na podlago [N], višina skoka [cm], hitrost odriva [ms^{-1}], sunek sile [Ns], čas odriva [ms] in moč odriva [W] (Preglednica 8).

5.3 Vzorec kinematičnih spremenljivk

Hitrost zaleta smo izmerili s fotocelicami, ki so bile postavljene 11–6 m, 6–1m ter 1 m po optimalnim odzivnim mestom. Na tleh smo postavili opto jump (Microgate, Italija), s katerim smo izmerili dolžino in frekvenco korakov in kontaktni čas. Čas teka v zaletu smo izmerili s sistemom fotocelic proizvajalca Brower Timing System (ZDA) (Slika 8).

Preglednica 7: Kinematične spremenljivke skoka v daljino

Št.	Oznaka	Enota	Spremenljivke
1	V11_6	$m \cdot s^{-1}$	Hitrost med 11m in 6m
2	V6_1	$m \cdot s^{-1}$	Hitrost med 6m in 1m
3	V1_1	$m \cdot s^{-1}$	Hitrost 1m po odzivu
4	ZADKRK	cm	Dolžina zadnjega koraka
5	PREDZADKRK	cm	Dolžina predzadnjega koraka
6	KC_ODRIV	ms	Kontaktni čas odziva
7	KC1	ms	Kontaktni čas predzadnjega koraka
8	KC2	ms	Kontaktni čas tretjega koraka pred odzivom

5.4 Postopek meritev

Meritve so potekale dva dni četrtek 17.6. 2010 in petek 18.6.2010 v atletski dvorani stadiona ŽAK v Šiški v Ljubljani. Merjenci so bili pred testiranjem obveščeni o datumu in uri testiranja, ter s tem imeli dva termina na izbiro za testiranje. Oba dva dni je testiranje trajalo eno uro in pol. Prvi test, ki so ga merjenci opravili, je skok z nasprotnim gibanjem (CMJ).

Tenziometrijska plošča ameriškega proizvajalca Amti meri sile reakcije podlage, na katero deluje merjenec v vseh smereh gibanja (X, Y in Z osi). Vertikalni skok z nasprotnim gibanjem (CMJ) je merjenec izvedel tako, da je stopil na pritiskovno ploščo ter izvedel skok. Navodila pri sonožnem skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ) je bil, da se merjenec na znak merilca, iz pokončnega položaja telesa (iztegnjena kolena in boki) čim hitreje spusti v polčep (kot v kolenih 90°) ter se čim hitreje in čim višje odrine brez zamaha rok (z rokami se drži za boke od začetka do konca izvedbe skoka – doskoka). Cilj je skočiti čim višje. Vsak merjenec je naredil tri skoke z nasprotnim gibanje. Podatki smo takoj vnesli v bazo podatkov v računalnik. Po skokih na tenziometrijski plošči smo jim podali nadaljna navodila za meritve. Pri testu skok v daljino, so si merjenci izmerili individualno dolžino zaleta, ter ga 2x poskusili za specialno ogrevanje oz. za umeritev zaleta in 2x smo ga izmerili. Skakali so iz odzivne cone, ki je bila narejena po mednarodnih atletskih pravilih, ki jih razpisuje mednarodna atletska zveza (IAAF). Rezultat je bil izmerjen z merilnim instrumentom kovinskim metrom, kot je to predpisano na uradnih atletskih tekmah. Cilj je skočiti čim

dlje. Vsak merjenec je naredil 3 skoke. Zaletno hitrost smo merili tako, da so bile fotocelice postavljene 11-6m, 6-1m ter 1m po optimalnem odzivnem mestu.

Na testiranju so bili prisotni tako trenerji, kot tudi starši otrok oz. merjencev, ki so spremljali in usmerjali svoje varovance. Tako so mladi atleti izkoristili tudi tehnični trening oziroma trening-tekmo. Skoke smo tudi posneli z visoko frekvenčno kamero v zadnjem delu zaleta, torej zadnje štiri korak. Tako so lahko njihovi trenerji videli napake, ki jih delajo njihovi varovanci. Vsi merjenci so skakali z naučeno standardno tehniko.



Slika 12: Postavitev merilnih instrumentov na zaletišču za skok v daljino

Preglednica 8: Dinamične spremenljivke vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem

Št.	Oznaka	Enota	Spremenljivke
1	CMJ_VIS	cm	Višina vertikalnega skoka
2	CMJ_HIT	m·s ⁻¹	Hitrost odrida
3	CMJ_SUN	Ns	Sunek sile
4	CMJ_SILA	N/kg	Relativna produkcija sile na podlago

5.5 Metode obdelave podatkov

Podatke bili ustrezno statistično obdelali s programom SPSS za Windows 17.0 (Chicago, IL, ZDA).

- Izračunali smo osnovne statistične parametre (srednja vrednost in standardni odklon, največja in najmanjša vrednost), za vse spremenljivke smo opravili z opisno statistiko.
- Pri spremenljivkah smo ugotavljali normalno porazdelitev. Testirali smo s Smirnov–Kolmogorovim testom.
- Statistična značilnost razlik med spoloma v izbranih spremenljivkah so testirana z analizo variance za ponovljene meritve (ANOVA) – Bonferoni test.
- Povezave med spremenljivkami rezultati skoka v daljino in vertikalnim skokom smo ugotavljali s Pearsonovim korelacijskim koeficientom.
- Statistična značilnost so sprejeta z napako Alfa 5% ($p < .05$) (dvosmerni test).

6. REZULTATI IN RAZPRAVA

6.1 Osnovna statistika spremenljivk skoka v daljino pri dečkih in deklicah

Preglednica 9: Opisna statistika kinematičnih spremenljivk zaleta in skoka v daljino pri deklicah in dečkih

Spremenljivke	N	Sred. vre.	Std. Odklon	Std. Napaka	Minimum	Maximum	
STAROST	Deklice	31	11,65	,755	,136	11	13
	Dečki	21	11,57	,811	,177	11	13
	Skupaj	52	11,62	,771	,107	11	13
DALJINA	Deklice	31	392,33	54,313	9,755	260	493
	Dečki	21	386,84	46,387	10,122	318	473
	Skupaj	52	389,06	50,857	7,053	260	493
V11_6	Deklice	31	6,074	,52606	,09448	4,72	7,14
	Dečki	21	6,075	,46743	,10200	5,32	6,94
	Skupaj	52	6,074	,49847	,06912	4,72	7,14
V6_1	Deklice	31	6,473	,56267	,10106	4,81	7,94
	Dečki	21	6,592	,46044	,10048	5,81	7,94
	Skupaj	52	6,521	,52237	,07244	4,81	7,94
V_ODRIVA	Deklice	31	6,527	,74897	,13452	5,00	8,33
	Dečki	21	6,642	,60031	,13100	5,88	8,00
	Skupaj	52	6,573	,68887	,09553	5,00	8,33
PREDZADKRK	Deklice	31	172,71	23,391	4,201	131	231
	Dečki	21	171,95	25,955	5,664	112	209
	Skupaj	52	172,40	24,211	3,357	112	209
ZADKRK	Deklice	31	167,48	16,941	3,043	129	196
	Dečki	21	168,10	20,702	4,518	128	203
	Skupaj	52	167,73	18,357	2,546	128	203
KČ_ODRIV	Deklice	31	156,16	14,895	2,675	128	191
	Dečki	21	159,48	12,703	2,772	130	184
	Skupaj	52	157,50	14,017	1,944	128	191
KČ1	Deklice	31	160,19	17,679	3,175	129	216
	Dečki	21	156,52	14,459	3,155	127	188
	Skupaj	52	158,71	16,406	2,275	127	216
KČ2	Deklice	31	143,58	16,804	3,018	116	190
	Dečki	21	145,19	13,291	2,900	122	170
	Skupaj	52	144,23	15,363	2,130	116	190

* $p < .005$

Rezultati v preglednici 9 prikazujejo srednje vrednosti in standardne odklone kinematičnih spremenljivk deklic in dečkov, ki so izvajali skok v daljino. Nobenih vidnih statističnih razlik nismo dobili. Zanimivi podatek je, da je pri dekletih maksimum višji, torej je najboljše dekletsko skočilo 493 cm, pri dečkih pa najboljši znašal 473 cm. Najslabši rezultat pri deklicah je znašal 260 cm, pri dečkih pa 318 cm. Iz tabele lahko razberemo, da so deklice dosegle boljše povprečje pri skoku v daljino, kar nam pokazal parameter DALJINA, saj je ta rezultat znašal 392,33 cm, pri fantih pa 386,84 cm. Njunsko skupno povprečje pa je znašalo 389 cm. Tudi po drugih parametrih kot kontaktni čas pri odzivu (KČ_ODRIV), kontaktni čas predzadnjega (KČ1) in kontaktni čas predpredzadnjega koraka (KČ2) lahko opazimo, da so dekleta imela v povprečju krajši kontaktni čas kot pa dečki. Zelo velika razlika se nam pojavila pri deklicah pri hitro zaleta med 11 in 6 m pred odzivnim mestom, kjer je med najhitrejšo in najpočasnejšo bila razlika 2,42 m/s, pri dečkih pa bistveno manjša, saj

je ta razlika znašala 1,62 m/s. Vidno je, da so dečki in deklice še stopnjevali hitrost zaleta, saj se je hitrost v naslednjem odseku (med 6 in 1 m pred odrivnim mestom) povečala v povprečju za 0,5 m/s.

Ugotovili smo, da dečki in deklice so naučeni predzadnji korak (PREDZADKRK) podaljšati in zadnji korak (ZADKRK) pri odriu skrajšati. Pri dečkih je iz predzadnjega koraka (PREDZADKRK) v zadnji korak (ZADKRK) skrajšan povprečno za 5 cm, pri deklicah pa za povprečno 6 cm. Posledično iz tega sledi, da tako kot dečki kot deklice so torej iz predzadnjega koraka v zadnji korak spustili težišče. Čoh (2001) je ugotovil v svoji raziskavi, da vrhunski skakalci v daljino skrajšajo iz predzadnjega v zadnji korak za 20 do 30 cm in pri tem spustijo CTT za 8 cm ali 10%.

Dobljene rezultate smo primerjali s Čohom in sodelavci (2009), ki navaja pri dejavnih razvoja maksimalne hitrosti pri mladih atletih in atletinjah starih od 7 do 14 let, je bila ugotovljena pozitivna povezanost med hitrostjo in kontaktnim časom pri dečkih, pri deklicah pa med hitrostjo in dolžino koraka. Ker mi nismo merili parametra frekvence korakov, smo primerjali kontaktni čas in hitrost zaleta, ter dobili rezultat, da sta kontaktni čas in hitrost zaleta zelo visoko povezana. V omenjeni študiji so ugotovili stalno izboljševanje povprečne maksimalne hitrosti tako pri dečkih kot pri deklicah. Ugotovil so, da je eden izmed razlogov za izboljšanje spremenljivk so morfološke spremembe in vodenjem telesne aktivnosti v najzgodnejših otroških letih.

Tudi Žvokelj (2003) je ugotovila pri svoji raziskavi povezanosti morfoloških spremenljivk pri dečkih in deklicah, da je kontaktni čas visoko povezan z morfološkimi vzorci in da večji in močnejši dečki in deklice imajo daljši kontaktni čas. Ker še dečki in deklice odraščajo se spreminjajo njihove sposobnosti. Tudi mi smo ugotovili, da nekoliko težji dečki in deklice v naši raziskavi so imeli daljši kontaktni čas, ki je visoko povezan z rezultatom skoka v daljino.

6.2 Osnovna statistika spremenljivk vertikalnega skoka pri dečkih in deklicah

Preglednica 10: Opisna statistika dinamičnih spremenljivk vertikalnega za deklice in dečke

Spremenljivke	N	Sred. vre.	Std. Odklon	Std. Napaka	Minimum	Maximum	
CMJ_VIS	Deklice	31	33,0581	5,57146	1,00066	20,50	43,80
	Dečki	21	31,5381	4,35849	,95110	22,10	38,80
	Skupaj	52	32,4442	5,12604	,71085	20,50	43,80
CMJ_HIT	Deklice	31	2,5332	,21917	,03936	2,00	2,93
	Dečki	21	2,4771	,17358	,03788	2,08	2,75
	Skupaj	51	2,5106	,20210	,02803	2,00	2,93
CMJ_SUN	Deklice	31	215,3045	52,39544	9,41050	134,47	331,24
	Dečki	21	230,8938	72,28466	15,77381	168,51	517,22
	Skupaj	52	221,6002	61,02112	8,46211	134,47	517,22
CMJ_SILA	Deklice	31	13,9742*	2,53692	,45564	9,70	20,13
	Dečki	21	12,0662	1,82973	,39928	8,88	17,06
	Skupaj	52	13,2037	2,44794	,33947	8,88	20,13

Rezultati v preglednici 10 prikazujejo srednje vrednosti in standardne odklone dinamičnih spremenljivk deklic in dečkov, ki so izvajali vertikalni skok z nasprotnim gibanjem. Statistično značilna razlika med spoloma se je pokazala samo pri dinamični spremenljivki CMJ_SILA, ki ponazarja relativno produkcijo sile na podlago pri vertikalnem skoku z nasprotnim gibanjem. Pri deklicah je srednja vrednost relativne produkcije sile večja kot pri dečkih (13,97 N/kg vs. 12,06 N/kg; $p < .005$) (preglednica 10). Drugih zelo značilnih statističnih razlik ni bilo. Razlike v testu pri skoku z nasprotnim gibanjem so pokazale v višini skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS), kjer so dekleta povprečno skočile za 1,5 cm višje kot dečki. Najboljša pri dekletih je skočila 43,8 cm, pri dečkih pa 38,8 cm. Deklice so dosegle tudi višjo hitrost pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_HIT), saj so dosegle hitrost 2,53 m/s, dečki pa 2,47 m/s. Najboljša deklica pa je dosegla hitrost pri skoku z nasprotnim gibanjem 2,93 m/s, ko pa je najboljši deček dosegel 2,75 m/s hitrosti pri skoku z nasprotnim gibanjem. Dečki so razvil le večji sunek sile pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_SUN), saj je ta znašal 230,9 Ns, pri deklicah pa 215,3 Ns.

6.3 Primerjava razlik med kinematičnimi spremenljivkami skoka v daljino in dinamičnimi spremenljivkami vertikalnega skoka.

Nadaljnje raziskovanje je bilo narejeno v iskanje razlik v rezultatih dinamičnih in kinematičnih parametrov med dečki in deklicami glede na dolžino skoka v daljino in vertikalnim skokom. Primerjali smo podatke, če se pojavijo kakšne statistično pomembne razlike v posameznih kinematičnih in dinamičnih parametrih. Glede na to, da je rezultat skoka v daljino visoko povezan z vertikalnim skokom, saj se ta v povprečju med dečki in deklicami razlikuje 1,9 N/kg. In to, da se rezultata med najboljšim in najslabšim dečkom pojavi razlika 8,18 N/kg in 10,33 N/kg pri dekletih.

Tako lahko prvo hipotezo (H1) sprejmemo, saj vsi atleti in atletinje, ki so se udeležili meritev in so dosegli višji skok pri skoku z nasprotnim gibanjem, so imeli tudi boljši rezultat v samem skoku v daljino. To nam je pokazal rezultat iz preglednice 11, kjer je višina vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) ($r = .726$; $p < .01$). Tudi hitrost in impulz sile pri vertikalnem skoku je zelo visoko povezan in vpliva na samo dolžino skoka v daljino. Zelo zanimivo pa je, da je statistično značilna razlika med spoloma v tem da so dekleta dosegla večjo produkcijo sile kot pa fantje v istem starostnem obdobju, kar nam pokazala srednja vrednost. Dekleta so razvila 13,97 N/kg sile in 12,06 N/kg sile pa fantje.

6.4 Primerjava dobljenih povprečnih rezultatov skoka v daljino z drugimi študijami.

Preglednica 11: Rezultati skoka v daljino z zaleta po starostnih kategorijah dečkov in deklic

	<i>Dečki 11 let</i>	<i>Dečki 12 let</i>	<i>Dečki 13 let</i>	<i>Deklice 11 let</i>	<i>Deklice 12 let</i>	<i>Deklice 13 let</i>
Povprečni rezultat (cm)	375	425	415	358	398	458
Minimalni rezultat (cm)	318	356	360	260	340	435
Maksimalni rezultat (cm)	450	473	458	425	460	493

Rezultati iz preglednice 11 nam prikazujejo najboljši rezultat, najslabši rezultat in povprečni rezultat skoka v daljino z zaleta, ki so ga dečki in deklice dosegli v starostnem razredu 11, 12 in 13 let. Razvidno je, da dečki stari 11 in 12 let so povprečno dosegli boljši rezultat od deklic, razen pri starosti 14 let so bile deklice boljše od dečkov več kot 40 cm. Razlike so bile tudi pri posameznikih, saj je najboljša deklica skočila 35 cm boljše kot najboljši dečko iste starosti. Razlika je bila tudi med samimi dečki, saj je 12 let stari deček dosegel boljši rezultat kot pa 13 letni deček.

Dobljene rezultate skoka v daljino z zaleta smo primerjali dobljenimi rezultati Lopatič (1994) kjer so dečki bili boljši v vseh starostnih razredih pri povprečnem rezultatu od deklic. Dečki so bili boljši tudi po najboljšem rezultatu boljši od deklic, razen pri 12 letni deklici je bil rezultat skoka v daljino boljši od najboljšega dečka (475 cm 12 letna deklica; 460 cm 12 letni fant). Lopatič (1994) je dobila rezultat, da so v teh treh starostnih razredih dečki boljši od deklet, naši rezultati, ki smo jih dobili pa so pokazali, da so po povprečnem rezultatu boljše dekleta, razen pri 11 letih ko sta še oba spola približno enaka po rezultatih. Po Malini (2004), ki navaja, da dečki in deklice dosegajo podobne rezultate nekje do 10 leta starosti in potem, ker deklice vstopijo prej v puberteto dosežejo boljše rezultate skoka v daljino kot pa fantje. Po 14 letu starosti dekletom rezultati padejo, medtem ko pa dečkom rezultati naraščajo. To isto je navedel Škof (2007), da oba spola dosegata do desetega leta starosti podobne rezultate in ker se pri dekletih pubertetno obdobje začne 2 leti prej kot pa pri fantih, dosegajo dekleta boljše rezultate kot pa dečki. Tudi mi smo ugotovili, da zaradi pubertetnega obdobja dečki pri 11 letih dosegajo povprečno boljše rezultate kot dekleta.

Preglednica 12: Rezultati skoka v daljino z zaleta po starostni kategoriji dečkov in deklic po Lopatičevi (1994)

	<i>Dečki 11 let</i>	<i>Dečki 12 let</i>	<i>Dečki 13 let</i>	<i>Deklice 11 let</i>	<i>Deklice 12 let</i>	<i>Deklice 13 let</i>
Povprečni rezultat (cm)	340	342	369	316	338	357
Minimalni rezultat (cm)	220	209	200	195	241	205
Maksimalni rezultat (cm)	480	460	541	411	475	475

Vir: Lopatič, 1994

Naše rezultate skoka v daljino z zaletom smo še primerjali z študijo Šturma (2002). Rezultati te študije kažejo, da so povprečno dosegali boljše rezultate dečki in tako tudi pri najboljšem rezultatu je bil boljši rezultat pri dečkih v vseh treh starostnih razredih. Zanimivo je pri deklicah kjer so pri povprečnem rezultatu 11 letna dekleta dosegla za 2 cm boljši rezultat 12 let starih deklic. Ugotovili smo, da je pri najboljšem rezultatu pri dečkih starih 13 let bil boljši rezultat pri Šturmu (2002). Meril je 472 cm, naš pa 458 cm.

Preglednica 13: Rezultati skoka v daljino z zaleta po starostni kategoriji dečkov in deklic po Šturmu (2002)

	<i>Dečki 11 let</i>	<i>Dečki 12 let</i>	<i>Dečki 13 let</i>	<i>Deklice 11 let</i>	<i>Deklice 12 let</i>	<i>Deklice 13 let</i>
Povprečni rezultat (cm)	368	373	412	338	336	367
Minimalni rezultat (cm)	301	311	355	238	224	294
Maksimalni rezultat (cm)	437	458	472	412	448	459

Vir: Čoh, 2002

Iz preglednic 11, 12 in 13 razberemo različne rezultate, ki so bili doseženi pri nekaterih dečkih in deklicah. Skozi leta se je spremenil proces treningov, kar vpliva tudi na rezultate. V naši raziskavi in raziskavi Lopatič (1994) smo prišli do zaključkov kot sta jih navedla Malina (2004) in Škof (2007), da do 10 leta starosti so si rezultati podobni in, da dekleta začnejo po 10 letu starosti dosegati boljše rezultate od dečkov. Torej biološki razvoj ima velik vpliv pri doseganju boljših rezultatov, kot navajata Malina in Škof. Iz teh dobljenih rezultatov in iz rezultatov prejšnjih raziskav, smo ugotovili, da deklice v tem starostnem obdobju dosegajo povprečno slabše rezultate kot isto stari dečki v tem starostnem obdobju. Zato smo v tem primeru zanikali drugo hipotezo (H2), da deklice ne dosegajo povprečno boljše rezultate, ampak, da izstopajo posamezne deklice (12 in 13 let), ki dosegajo maksimalne boljše daljine kot pa isto stari dečki (12 in 13 let). So pa deklice v skupnem pogledu, torej v vseh starostnih razredih dosegle boljši rezultat skoka v daljino kot pa dečki.

Skozi leta so se načrti treningov in sistemi treningov zelo spremenili. Danes poznamo več vrst ciklizacij treningov za skakalce. Če pogledamo še nekaj 10 let nazaj bomo ugotovili, da so skakalci tekmovali v več disciplinah. Lep primer je Carl Lewis, ki je na svetovnih prvenstvih in olimpijskih igrah tekmoval kar v štirih disciplinah (100m, 200m, skok v daljino in 4x100m). Danes prihaja do rane specializacije, kjer otroke že zgodaj usmerijo v določeno disciplino oziroma v disciplino v kateri so najbolj uspešni. Bompá (1999) govori, da postopnost in načelnost treningov so že poznali v antični Grčiji. Ker v naši raziskavi večina otrok specializira v skok v daljino že zelo zgodaj, lahko te otroci dosežejo boljše rezultate kot isto stari vrstniki, ki trenirajo in tekmujejo še v večih disciplinah. Tudi Bompá (1999) govori, da bi naj otroci poskušali tekrovati in trenirati čim več raznovrstnih disciplin, saj se tako razvija njihov motorični sistem in s tem izboljšujejo njihove sposobnosti in spretnosti. Po Bompá (1999) bi se naj specializacija za skakalca v daljino začela nekje med 15 in 16 letom starosti. Do takrat bi pa se naj naučili čim več skakalne motorike, ki je potrebna v kasnejših letih, da bi se razvili v dobre skakalce v daljino. Pa ne samo, da osvoji skakalno motoriko, tudi druge motorične sposobnosti kot koordinacijo, hitrost, vzdržljivost, moč in preciznost morajo osvojiti. Pri tem pa moramo upoštevati načelo postopne obremenitve.

6.5 Analiza razlik spremenljivk skoka v daljino in spremenljivk vertikalnega skoka.

Preglednica 14: Tabela analize variance

Spremenljivke	Vsota kvadratov	Sred. vre.	F	p
STAROST med skupinama v skupinah Skupaj	,068 30,24 30,31	,068 ,605	,113	,739
DALJINA med skupinama v skupinah Skupaj	377,98 131530,86 131908,83	377,97 2630,62	,144	,706
V11_6 med skupinama v skupinah Skupaj	,000 12,67 12,67	,000 ,253	,000	,995
V6_1 med skupinama v skupinah Skupaj	,178 13,74 13,92	,178 ,275	,649	,424
V_ODRIVA med skupinama v skupinah Skupaj	,166 24,04 24,20	,166 ,481	,345	,559
PREDZADKRK med skupinama v skupinah Skupaj	7,18 29887,34 29894,52	7,180 597,75	,012	,913
ZADKRK med skupinama v skupinah Skupaj	4,68 17181,55 17186,23	4,68 343,63	,014	,908
KČ_ODRIV med skupinama v skupinah Skupaj	137,57 9883,43 10021,00	137,57 197,67	,696	,408
KČ1 med skupinama v skupinah Skupaj	168,59 13558,08 13726,67	168,60 271,16	,622	,434
KČ2 med skupinama v skupinah Skupaj	32,44 12004,79 12037,23	32,44 240,10	,135	,715
CMJ_VIŠ med skupinama v skupinah Skupaj	28,92 1311,17 1340,09	28,92 26,22	1,103	,299
CMJ_HIT med skupinama v skupinah Skupaj	,039 2,04 2,08	,039 ,041	,963	,331
CMJ_SUN med skupinama v skupinah Skupaj	3042,50 186859,90 189902,40	3042,50 3737,20	,814	,371
CMJ_SILA med skupinama v skupinah Skupaj	45,58 260,04 305,61	45,58 5,20	8,763	,005

Statistično značilna razlika med spoloma se je pokazala samo pri dinamični spremenljivki CMJ_SILA, ki ponazarja relativno produkcijo sile na podlago pri vertikalnem skoku z nasprotnim gibanjem. Pri deklicah je srednja vrednost relativne produkcije sile večja kot pri dečkih (13,97 N/kg dekllice in 12,06 N/kg dečki; $p < .005$) (preglednica 10). In zato smo iz tega potrdili tudi četrto hipotezo (H_4), da tisti dečki in dekllice, ki razvijejo večjo odzivno moč in večjo zaletno hitrost dosežejo boljše rezultate pri skoku v daljino.

6.6 Povezanost kinematičnih spremenljivk z rezultatom skoka v daljino.

Preglednica 15: Korelacijska matrika kinematičnih spremenljivk skoka v daljino

		KORELACIJSKA MATRIKA						
Spremenljivke		DALJINA	V11_6	V6_1	VODRIVNA	KCODRIV	KC1	KC2
DALJINA	Pearsonov koef. kor.	1,000	,821**	,658**	,585**	-,331*	-,413**	-,409**
	p		,000	,000	,000	,017	,002	,003
	N	52	52	52	52	52	52	52
V11_6	Pearsonov koef. kor.	,821**	1,000	,686**	,559**	-,180	-,393**	-,359**
	p	,000		,000	,000	,202	,004	,009
	N	52	52,000	52	52	52	52	52
V6_1	Pearsonov koef. kor.	,658**	,686**	1,000	,476**	-,312*	-,502**	-,510**
	p	,000	,000		,000	,024	,000	,000
	N	52	52	52,000	52	52	52	52
VODRIVNA	Pearsonov koef. kor.	,585**	,559**	,476**	1,000	-,259	-,434**	-,376**
	p	,000	,000	,000		,063	,001	,006
	N	52	52	52	52,000	52	52	52
KCODRIV	Pearsonov koef. kor.	-,331*	-,180	-,312*	-,259	1,000	,762**	,709**
	p	,017	,202	,024	,063		,000	,000
	N	52	52	52	52	52,000	52	52
KC1	Pearsonov koef. kor.	-,413**	-,393**	-,502**	-,434**	,762**	1,000	,752**
	p	,002	,004	,000	,001	,000		,000
	N	52	52	52	52	52	52,000	52
KC2	Pearsonov koef. kor.	-,409**	-,359**	-,510**	-,376**	,709**	,752**	1,000
	p	,003	,009	,000	,006	,000	,000	
	N	52	52	52	52	52	52	52,000

**p<.01

*p<.05

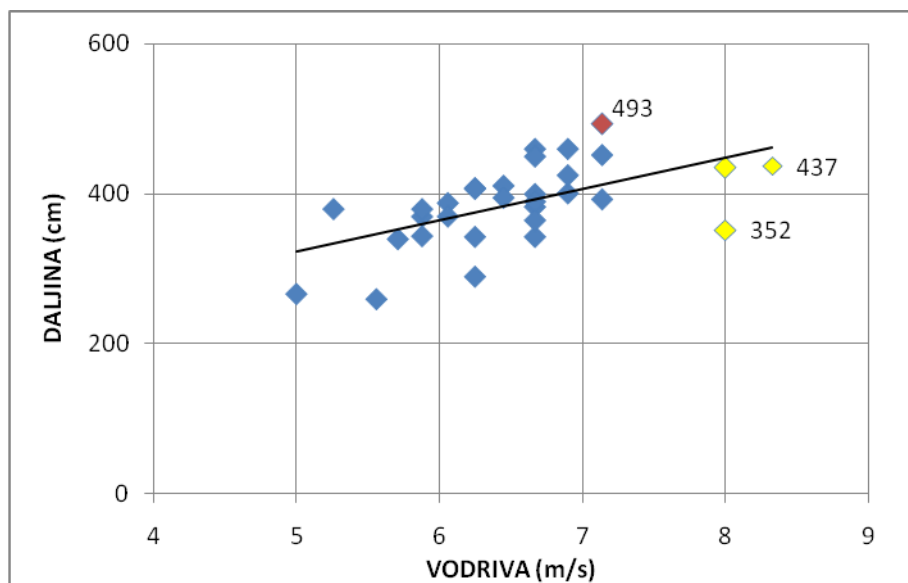
Rezultati v preglednici 15 prikazujejo povezave med kinematičnimi spremenljivkami skoka v daljino. Rezultat skoka v daljino (DALJINA) je visoko povezan s spremenljivkama zaletne hitrosti od 11 do 6 m pred odzivno desko (V11_6) ($r = .821$; $p < .01$) in od 6 do 1 m pred odzivno desko (V6_1) ($r = .658$; $p < .01$) ter srednje visoko povezan s spremenljivkami odzivna hitrost (VODRIVNA) ($r = -.585$), kontaktni čas predzadnjega koraka (KC1) ($r = -.413$; $p < .01$) in kontaktni čas tretjega koraka pred odzivom (KC2) ($r = -.409$; $p < .01$). Nizka povezanost rezultata skoka v daljino se je pokazala s kontaktnim časom odziva (KCODRIV) ($r = -.331$; $p < .05$). Za resnično dolge skoke mora biti zaletna hitrost med 11m in 6m ter 6 m in 1 m pred odzivnim mestom čim večja. Leskovar (2003) navaja, da je za izredno dolge skoke treba doseči hitrost od 10m/s do 10,5m/s. to predvsem velja vrhunške skakalce v daljino.

Hitrost pri odzivu je eden ključnih dejavnikov uspešnosti skoka v daljino. Odrivna hitrost je ena najpomembnejših prediktorjev na uspeh dolžine skoka. Enako kot Čoh (2001), smo tudi mi ugotovili veliko povezanost zaletne hitrosti med 11 m in 6 m pred odzivnim mestom, med 6 m in 1 m pred odzivnim mestom ter odzivno hitrostjo, da skakalec kateri razvije čim večjo maksimalno kontrolirano hitrost, bo dosegel čim daljši skok v daljino.

Tako je Čoh (1987) ugotovil najvišjo korelacijsko povezanost z rezultatom skoka v daljino z odsekom 6 m do 1 m pred odzivnim mestom. To je mesto kjer skakalec doseže svojo maksimalno kontrolirano hitrost. Podoben rezultat smo dobili tudi mi, saj korelacijski koeficient $r = .412$, tu je visoka povezanost.

S tem lahko potrdimo tretjo hipotezo (H3), saj vsi dečki in deklice, ki so dosegli visoko zaletno hitrost so dosegli boljši rezultat pri skoku v daljino. To nam je pokazala preglednica 9, kjer je visoka povezanost med 11 in 6 m (V_{11_6}) ($r = .676; p < .01$) pred odzivnim mestom ter od 6 do 1 m (V_{6_1}) ($r = .412; p < .01$) pred odzivnim mestom. Torej s tega sklepamo in lahko potrdimo, da vsi ki so imeli veliko zaletno hitrost, so imeli večjo dolžino koraka ($r = .458; p < .01$) in krajši kontaktni čas na zaletu.

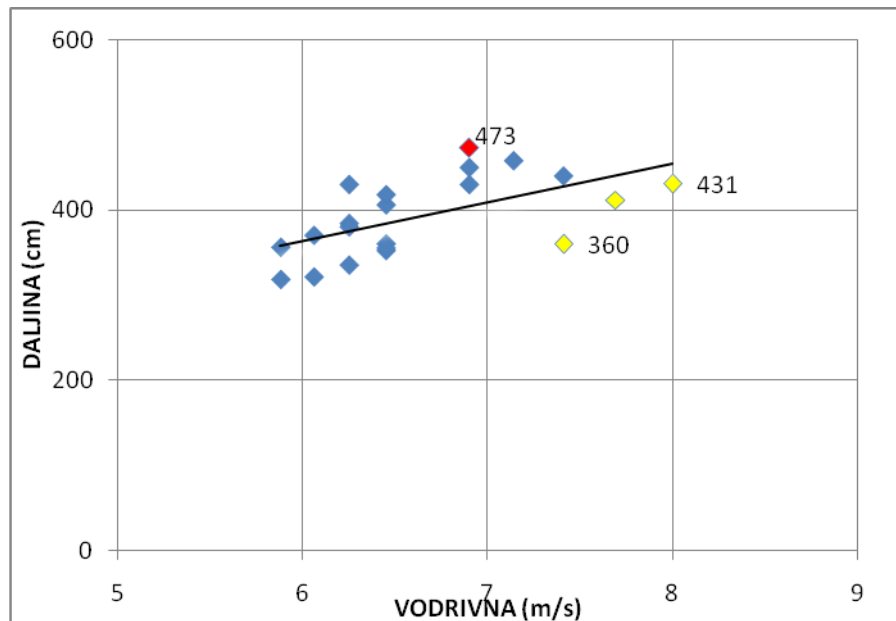
Graf 1: Rezultat skoka v daljino v odvisnosti od hitrosti odziva pri deklicah



Graf 1 nam prikazuje odvisnost rezultata skoka v daljino z zaletom z hitrosti odziva (VODRIVNA) pri skoku v daljino pri deklicah. Iz grafa je razvidno, da deklice, ki so dosegla večjo hitrost pri odzivu, so dosegla daljšo daljavo pri rezultatu skoka v daljino z zaletom. Deklica, označeno z rdečim, ki je dosegla najboljši rezultat skoka v daljino (493 cm) je odrinila z hitrostjo 7,14 m/s. Deklice označena z rumenim, so dosegla višjo hitrost kot pa dekle, ki je označeno z rdečim, ampak so dosegle slabši rezultat

skoka v daljino. Deklice, ki so dosegla višjo odzivno hitrost (8m/s in 8,33 m/s) so dosegla rezultat skoka v daljino 352 cm in 437 cm.

Graf 2: Rezultat skoka v daljino v odvisnosti od hitrosti odriva pri dečkih

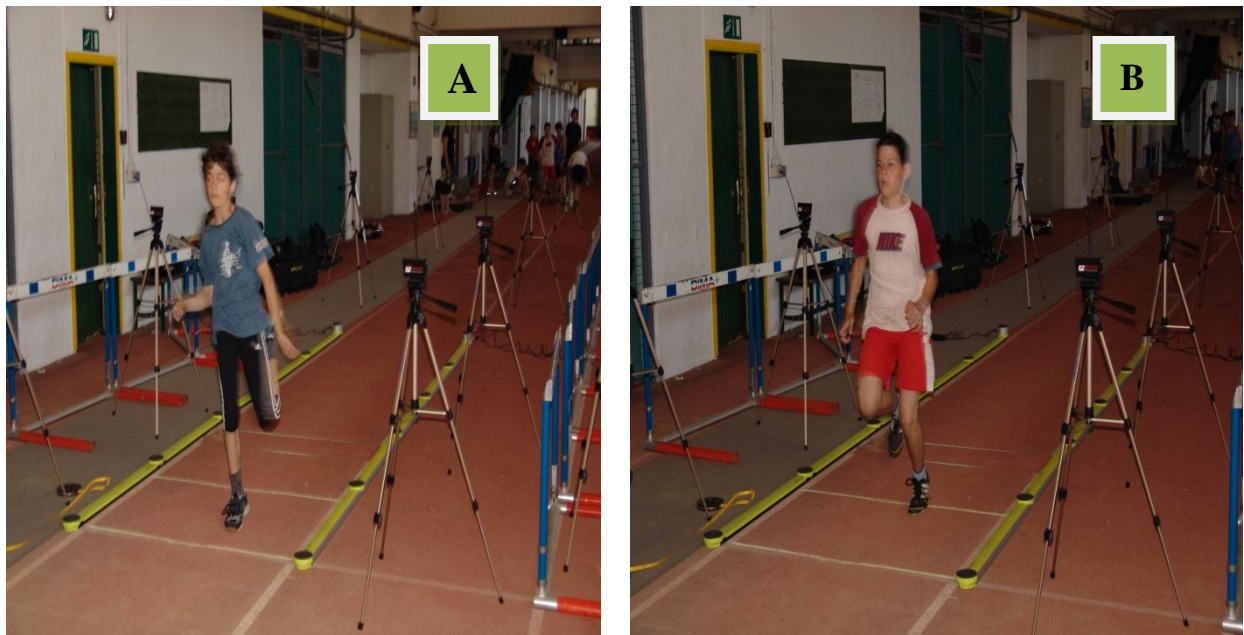


Graf 2 nam prikazuje odvisnost rezultata skoka v daljino z zaletom z hitrosti odriva (VODRIVNA) pri skoku v daljino pri dečkih. Iz grafa je razvidno, da dečki, ki so dosegli večjo hitrost pri odrivu, so dosegli daljšo daljavo pri rezultatu skoka v daljino z zaletom. Deček, označeno z rdečim, ki je dosegel najboljši rezultat skoka v daljino (473 cm) je odrinil z hitrostjo 6,9 m/s. dečki označeni z rumenim, so dosegli višjo hitrost kot pa deček, ki je označeno z rdečim, ampak so dosegli slabši rezultat skoka v daljino. Dečki, ki so dosegli višjo odzivno hitrost (8 m/s in 7,41 m/s) so dosegli rezultat skoka v daljino 360cm in 431 cm. Zanimiv rezultat smo tudi dobili, da dečki, ki so dosegli odzivno hitrost okrog 7 m/s, so dosegli tudi vidno boljše rezultate skoka v daljino z zaleta.

Čoh (2002), navaja, da je eden od osnovnih pogojev izvedbe učinkovite odzivne akcije čas trajanje faze amortizacije, pri čimer mora biti ta čim krajša (slika 13). Navaja, da se v sodobnem skoku v daljino kaže izrazita tendenca k čim manjši amplitudi kota v kolenu, v fazi amortizacije. Tudi mi smo ugotovili in dobili rezultat, da tisti dečki in deklice, ki so dosegli največje hitrosti pri odrivu, niso dosegli najboljših rezultate skoka v daljino. Če pogledamo pri deklicah, katera je dosegla najvišjo hitrost pri odrivu (VODRIVNA – 8,33 m/s) je dosegla rezultat 437 cm. Enako je pri dečkih; tisti, ki je dosegel najvišjo hitrost pri odrivu (VODRIVNA – 8,00 m/s), je dosegel rezultat 431 cm, in niso dosegli najboljši rezultat skoka v daljino. Ugotovili smo, da je bil vzrok prevelike amortizacije v fazi odriva. Čoh (2002) navaja, da vrhunski skakalci v fazi amortizacije znižajo CTT maksimalno za 8 cm. Navaja tudi, da tisti, ki imajo dolgo fazo amortizacije, zamujajo s fazo ekstenzije v odzivni akciji.

Faza amortizacije bi naj bila zaključena v trenutku, ko boki preidejo čez oporno točko in ko koleno zamašne noge doseže paralelni položaj s kolenom odzivne noge. Pri tej hitrosti ob odzivu se razvija velika sila. Sila reakcije podlage, ki v fazi amortizacije pri vrhunskih skakalcih znaša 800kg in več. Pri slabših skakalcih in pri otrocih tam nekje med 350 kg in 450 kg. Torej iz grafov 1 in 2 lahko razberemo in sklepamo, da tisti dečki in deklice, ki so imeli kratko in manjšo fazo amortizacije in zdržali pritisk sile reakcije podlage ob veliki hitrost, so dosegli boljši rezultat skoka v daljino, kot pa tisti, ki so dosegli večjo hitrost pri odzivu in so imeli daljšo in večjo fazo amortizacije v odzivni akciji.

Slika 13: Primerjava faze amortizacije v odzivni akciji pri dečku A in dečku B



Drugi vzrok za večjo odzivno hitrost pri odzivu a krajšem skoku v daljino tiči v prevelikem naklonu trupa naprej ali nazaj (velikost kota odziva). Ob prevelikem naklonu trupa naprej (majhen kot odziva) ob odzivu je velika horizontalna hitrost, ampak premajhna vertikalna hitrost in manjša višina odziva (nizka parabola leta), ki zagotavlja dolžino skoka v daljino. Pri tem se posledično pojavi za prevelike horizontalne hitrosti zamujeni zamah zamašne noge. Drugače je pri manjši horizontalni hitrosti in veliki vertikalni hitrosti ob odzivu (veliki kot odziva). Tu je preveliki naklon trupa nazaj, ker se skakalec visoko odrine (v vertikalo). Tudi tukaj je majhna parabola leta tako, da je rezultat skoka v daljino slabši. Tako kot Čoh (2001) kot drugi znanstveniki (Hay, 1986; Nixdorf in Brüggemann, 1990) so ugotovili, da je optimalni kot odziva znaša med 21 in 24°.

Tretji vzrok je postavitve stopala pri odzivu. Pravilna postavitve ob odzivu pri skoku v daljino je na celo stopalo. Če skakalec odrine oziroma postavi nogo na peto je vzrok v tem, da je preveč znižal težišče v predzadnjem koraku, potem zadnji korak ne more

izvesti z visokim dvigom kolena v fazi odziva. Zaradi tega pride posledično tudi do velike faze amortizacije v odzivni akciji.

In četrti vzrok je prehiter ali nedokončan odziv, ki je značilen pri hitrih skakalcih. Tu tiči napaka v tem, da skakalec pospešuje vse do odzivnega mesta in pri tem odzivno nogo postavi preveč pod sebe in odziv ni dokončan.

Tudi Leskovar (2003) je v svoji raziskavi ugotovil, da tisti skakalci, ki so razvili veliko silo v odzivni akciji in imeli kratko fazo amortizacije, so skočili dlje kot pa tisti, ki so razvili enako veliko silo ampak imeli nekoliko daljšo fazo amortizacije. Do podobnih ugotovitev so prišli že Hay (1986) ter Nixdorf in Brüggemann (1990), po katerih je Čoh (2001) povzel, da je visoka korelacija vzletne hitrosti z rezultatom skoka v daljino. Ugotovili smo tudi, da dečki in deklice, ki niso razvili veliko hitrost pri odzivu in so imeli še dolgo fazo amortizacije pri odzivni akciji, so dosegli povprečno slabše rezultate skoka v daljino, kar smo iz tega sklepali, da nimajo dovolj moči, da bi zdržali take velike sile ob odzivu za daljše skoke.

6.7 Povezanost dinamičnih spremenljivk vertikalnega skoka z rezultatom skoka v daljino

Preglednica 16: Korelacijska matrika spremenljivke skoka v daljino in dinamičnih spremenljivk vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem

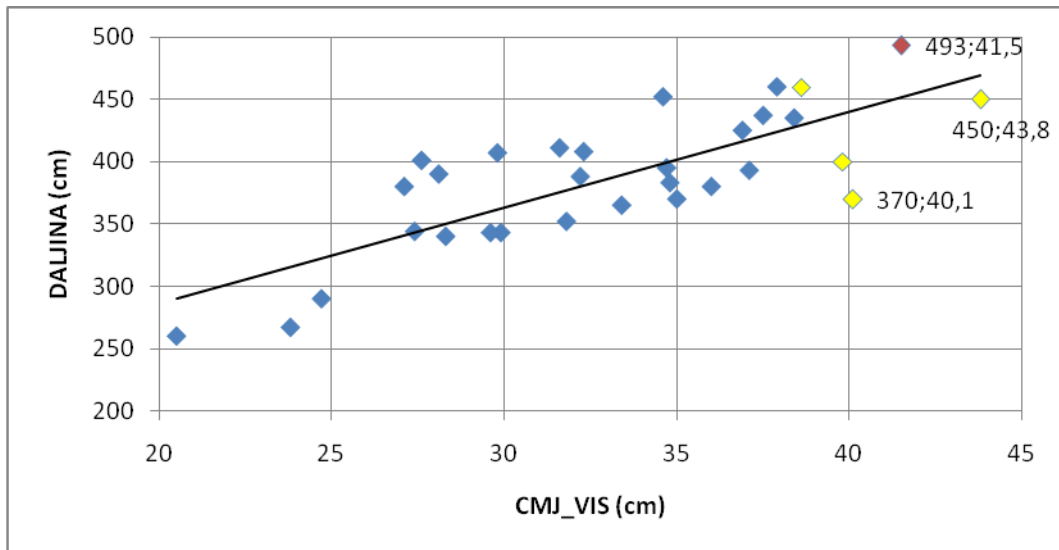
Spremenljivke		DALJINA	CMJ_VIŠ	CMJ_HIT	CMJ_SUN	CMJ_SILA
DALJINA	Pearsonov koef. kor.	1,000	,726**	,734**	,150	-,102
	p		,000	,000	,288	,470
	N	52,000	52	52	52	52
CMJ_VIŠ	Pearsonov koef. kor.	,726**	1,000	,999**	-,003	,111
	p	,000		,000	,986	,435
	N	52	52,000	52	52	52
CMJ_HIT	Pearsonov koef. kor.	,734**	,999**	1,000	-,014	,099
	p	,000	,000		,920	,485
	N	52	52	52,000	52	52
CMJ_SUN	Pearsonov koef. kor.	,150	-,003	-,014	1,000	-,348*
	p	,288	,986	,920		,011
	N	52	52	52	52,000	52
CMJ_SILA	Pearsonov koef. kor.	-,102	,111	,099	-,348*	1,000
	p	,470	,435	,485	,011	
	N	52	52	52	52	52,000

**p<.01

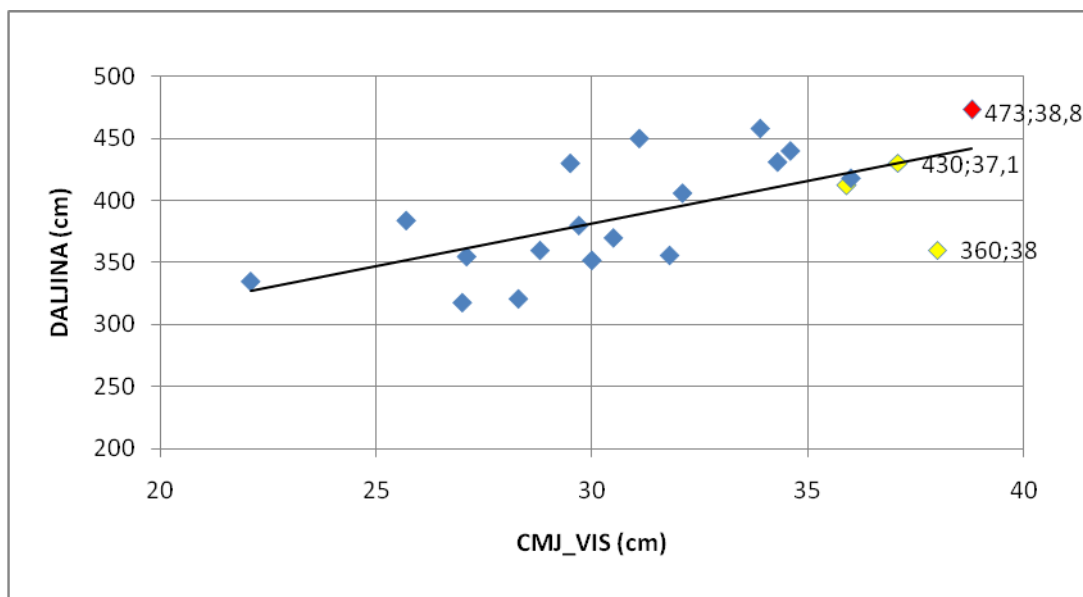
*p<.05

Rezultati v preglednici 16 prikazujejo povezave med kinematičnimi spremenljivkami skoka v daljino in dinamičnimi spremenljivkami vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem. Rezultat skoka v daljino (DALJINA) je visoko povezan s spremenljivkama višina vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIŠ) ($r = .726$; $p < .01$) in hitrostjo odra pri vertikalnem skoku (CMJ_HIT) ($r = .734$; $p < .01$). Dečki in deklice, ki so razvili veliko hitrost in dosegli višjo višino skoka pri skoku z nasprotnim gibanjem, so dosegli boljše rezultate pri skoku v daljino z zaletom. Podobne rezultate je dobil Čoh s sodelavci (2009), ki so ugotavljali najpomembnejše dinamične in kinematične spremenljivke, ki vplivajo na učinkovitost vertikalnega in globinskega skoka pri vrhunskih atletih. Ugotovili so, da večja mišična sila pripomore k doseganju višjega skoka pri skoku z nasprotnim gibanjem in katere mišice se vklopijo pri določeni mišični kontrakciji. Ugotovili so tudi, da je učinkovitost mišične aktivnosti odvisna od pravilnega razmerja ekscentrične in koncentrične mišične kontrakcije. Tudi mi smo ugotovili, da kateri razvijejo večjo mišično silo, višjo hitrost in dosežejo višjo višino pri skoku z nasprotnim gibanjem dosežejo povprečno boljše rezultate v skoku v daljino.

Graf 3: Rezultat skoka v daljino v odvisnosti od višine skoka z skoka z nasprotnim gibanjem pri deklicah



Graf 4: Rezultat skoka v daljino v odvisnosti od višine skoka z skoka z nasprotnim gibanjem pri dečkih



Iz grafov 3 in 4 lahko razberemo, da so dekleta dosegla višjo višino pri skoku z nasprotnim gibanjem kot dečki. Pri deklicah, je deklica, ki je skočila 450cm v daljino je dosegla (CMJ_VIS) 43,8,1 cm višine skoka z nasprotnim gibanjem in najboljši rezultat je bil pri dekletu, ki je v daljino skočila (DALJINA) 493 cm je pa dosegla višino skoka (CMJ_VIS) 41,5 cm pri skoku z nasprotnim gibanjem. Iz preglednice 10 je razvidno, da so deklice v povprečju dosegla boljši rezultat pri skoku z nasprotnim gibanje (CMJ_VIS) 33,06 cm. Najslabši rezultat dosežen pri deklicah je bil 20,5 cm pri skoku z nasprotnim gibanjem, kar bil dosežen rezultat 260cm pri skoku v daljino.

Pri dečkih je najboljši rezultat skoka v daljino (DALJINA) 473 cm in ta isti deček je tudi dosegel najboljši rezultat skok z nasprotnim gibanjem, saj je ta znašal (CMJ_VIS) 38,8 cm. Najslabši deček, ki je dosegel rezultat pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) 22,1 cm. Tudi tukaj smo ugotovili visoko povezanost skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) z rezultatom skoka v daljino z zaletom (DALJINA). Tako kot pri deklicah kot pri dečkih je bil rezultat enak. Tisti kateri so dosegli višji skok pri skoku z nasprotnim gibanjem, so dosegli boljši rezultat pri skoku v daljino.

Prišli smo do ugotovitve, da so rezultati spremenljivk skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS; CMJ_HIT; CMJ_SILA; CMJ_SUN) visoko poveza z rezultatom skoka v daljino z zaleta (DALJINA). Ugotovili smo da dečki in deklice, ki razvijejo pri skoku z nasprotnim gibanjem veliko relativno silo na podlago (CMJ_SILA), imeli večji impulz sile (CMJ_SUN), dosegli relativno visoko višino skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) in odrinili z relativno visoko hitrostjo (CMJ_HIT), so dosegli boljše rezultate pri skoku v daljino.

Čoh je s sodelavci (2009) naredil raziskavo na dinamičnih in kinematičnih spremenljivkah, ki vplivajo na učinkovitost vertikalnega in globinskega skoka. Analiziral je tudi medsebojne povezave dinamičnih, kinematičnih in EMG spremenljivk pri vertikalnih in globinskih skokih. Ugotovil je, da je učinkovitost dvofazne mišične aktivnosti odvisna od pravilnega razmerja ekscentrične in koncentrične mišične kontrakcije. Iz tega sledi posledično večja mišična sila, ki se kaže v višjem skoku. Ker se mi nismo merili EMG aktivacijo mišic, se lahko strinjamo le s trditvijo, da kateri razvije večjo mišično silo, doseže višjo višino pri vertikalnemu skoku, saj je tudi naša raziskava pokazala da je tako.

6.8 Povezanost kinematičnih spremenljivk skoka v daljino in dinamičnih spremenljivk vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem

Preglednica 17: Korelacijska matrika kinematičnih spremenljivk skoka v daljino in dinamičnih spremenljivk vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem

KORELACIJSKA MATRIKA													
		CMJ_VIŠ	CMJ_HIT	CMJ_SUN	CMJ_SILA	V11_6	V6_1	VODRIVNA	PREDZADNJI KORAK	ZADNJI KORAK	KČODRIV	KČ1	KČ2
CMJ_VIŠ	Pearson Correlation	1,000	,999 ^{**}	-,003	,111	,676 ^{**}	,412 ^{**}	,480 ^{**}	,302 [*]	,458 ^{**}	-,120	-,249	-,204
	Sig. (2-tailed)		,000	,986	,435	,000	,002	,000	,030	,001	,396	,075	,146
	N	52,000	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
CMJ_HIT	Pearson Correlation	,999 ^{**}	1,000	-,014	,099	,678 ^{**}	,406 ^{**}	,490 ^{**}	,308 [*]	,462 ^{**}	-,124	-,256	-,208
	Sig. (2-tailed)	,000		,920	,485	,000	,003	,000	,027	,001	,381	,067	,139
	N	52	52,000	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
CMJ_SUN	Pearson Correlation	-,003	-,014	1,000	-,348 [*]	,148	,513 ^{**}	-,002	,371 ^{**}	,269	,209	,081	,060
	Sig. (2-tailed)	,986	,920		,011	,295	,000	,987	,007	,054	,136	,566	,671
	N	52	52	52,000	52	52	52	52	52	52	52	52	52
CMJ_SILA	Pearson Correlation	,111	,099	-,348 [*]	1,000	-,099	-,157	-,090	-,038	-,074	-,047	,086	,070
	Sig. (2-tailed)	,435	,485	,011		,484	,266	,527	,787	,604	,743	,545	,623
	N	52	52	52	52,000	52	52	52	52	52	52	52	52
V11_6	Pearson Correlation	,676 ^{**}	,678 ^{**}	,148	-,099	1,000	,686 ^{**}	,559 ^{**}	,405 ^{**}	,579 ^{**}	-,180	-,393 ^{**}	-,359 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,295	,484		,000	,000	,003	,000	,202	,004	,009
	N	52	52	52	52	52,000	52	52	52	52	52	52	52
V6_1	Pearson Correlation	,412 ^{**}	,406 ^{**}	,513 ^{**}	-,157	,686 ^{**}	1,000	,476 ^{**}	,373 ^{**}	,441 ^{**}	-,312 ^{**}	-,502 ^{**}	-,510 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	,002	,003	,000	,266	,000		,000	,007	,001	,024	,000	,000
	N	52	52	52	52	52	52,000	52	52	52	52	52	52
VODRIVNA	Pearson Correlation	,480 ^{**}	,490 ^{**}	-,002	-,090	,559 ^{**}	,476 ^{**}	1,000	,222	,335 ^{**}	-,259	-,434 ^{**}	-,376 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,987	,527	,000	,000		,114	,015	,063	,001	,006
	N	52	52	52	52	52	52	52,000	52	52	52	52	52
PREDZADNJI KORAK	Pearson Correlation	,302 [*]	,308 [*]	,371 ^{**}	-,038	,405 ^{**}	,373 ^{**}	,222	1,000	,743 ^{**}	,104	,065	,072
	Sig. (2-tailed)	,030	,027	,007	,787	,003	,007	,114		,000	,463	,645	,614
	N	52	52	52	52	52	52	52	52,000	52	52	52	52
ZADNJI KORAK	Pearson Correlation	,458 ^{**}	,462 ^{**}	,269	-,074	,579 ^{**}	,441 ^{**}	,335 ^{**}	,743 ^{**}	1,000	,008	,006	,040
	Sig. (2-tailed)	,001	,001	,054	,604	,000	,001	,015	,000		,953	,968	,779
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52,000	52	52	52
KČODRIV	Pearson Correlation	-,120	-,124	,209	-,047	-,180	-,312 ^{**}	-,259	,104	,008	1,000	,762 ^{**}	,709 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	,396	,381	,136	,743	,202	,024	,063	,463	,953		,000	,000
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52,000	52	52
KČ1	Pearson Correlation	-,249	-,256	,081	,086	-,393 ^{**}	-,502 ^{**}	-,434 ^{**}	,065	,006	,762 ^{**}	1,000	,752 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	,075	,067	,566	,545	,004	,000	,001	,645	,968	,000		,000
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52,000	52
KČ2	Pearson Correlation	-,204	-,208	,060	,070	-,359 ^{**}	-,510 ^{**}	-,376 ^{**}	,072	,040	,709 ^{**}	,752 ^{**}	1,000
	Sig. (2-tailed)	,146	,139	,671	,623	,009	,000	,006	,614	,779	,000	,000	
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52,000

**p<.01; *p<.05

Rezultati v preglednici 17 prikazujejo povezave med kinematičnimi spremenljivkami skoka v daljino in dinamičnimi spremenljivkami vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem. Rezultat vertikalnega skoka (CMJ_VIŠ) je visoko povezan z zaletno hitrostjo od 11 do 6 m pred odzivno desko (V11_6) ($r = .676$; $p < .01$), srednje povezan z zaletno hitrostjo od 6 do 1 m pred odzivno desko (V6_1) ($r = .412$; $p < .01$), odzivno hitrostjo pri skoku v daljino (VODRIVNA) ($r = .480$; $p < .01$) ter dolžino zadnjega koraka ($r = .458$; $p < .01$) in nizko povezan z dolžino predzadnjega koraka ($r = .302$; $p < .05$). Hitrost odziva pri vertikalnem skoku (CMJ_HIT) je visoko povezana z zaletno hitrostjo od 11 do 6 m pred odzivno desko (V11_6) ($r = .676$; $p < .01$) in srednje povezana z zaletno hitrostjo od 6 do 1 m pred odzivno desko (V6_1) ($r = .406$; $p < .01$) in s hitrostjo odziva pri skoku v daljino (VODRIVNA) ($r = .490$; $p < .01$).

6.9 Opisna statistika rezultatov skoka v daljino in vertikalnega skoka pri dekletih

Preglednica 18: Statistika spremenljivk skoka v daljino in spremenljivk vertikalnega skoka za deklice treh starostnih razredov pri deklicah

Spremenljivke	N	Sred. vre.	Std. odklon	Std. Napaka	Minimum	Maximum	
DALJINA	11let	16	357,56	48,933	12,233	260	425
	12let	10	398,10	34,028	10,760	340	460
	13let	5	458,00	21,552	9,638	435	493
	Skupaj	31	386,84	54,313	9,755	260	493
V11_6	11let	16	5,796	,42753	,10688	4,72	6,41
	12let	10	6,215	,45049	,14246	5,49	7,14
	13let	5	6,680	,34081	,15241	6,33	7,04
	Skupaj	31	6,074	,52606	,09448	4,72	7,14
V6_1	11let	16	6,189	,50209	,12552	4,81	6,94
	12let	10	6,534	,22877	,07234	6,17	6,85
	13let	5	7,268	,42623	,19061	6,76	7,94
	Skupaj	31	6,473	,56267	,10106	4,81	7,94
V_ODRIVA	11let	16	6,289	,66287	,16572	5,00	8,00
	12let	10	6,608	,83708	,26471	5,26	8,33
	13let	5	7,124	,54317	,24291	6,67	8,00
	Skupaj	31	6,527	,74897	,13452	5,00	8,33
PREDZADKRK	11let	16	169,44	27,782	6,946	131	231
	12let	10	173,90	19,261	6,091	135	194
	13let	5	180,80	15,691	7,017	157	201
	Skupaj	31	172,71	23,391	4,201	131	231
ZADKRK	11let	16	163,88	19,903	4,976	129	196
	12let	10	167,60	13,484	4,264	147	187
	13let	5	178,80	6,760	3,023	169	188
	Skupaj	31	167,48	16,941	3,043	129	196
KČ_ODRIV	11let	16	156,81	14,053	3,513	139	191
	12let	10	161,20	14,451	4,570	128	177
	13let	5	144,00	14,265	6,380	130	161
	Skupaj	31	156,16	14,895	2,675	128	191
KČ1	11let	16	165,00	18,055	4,514	140	216
	12let	10	159,40	13,426	4,246	143	173
	13let	5	146,40	19,604	8,767	129	169
	Skupaj	31	160,19	17,679	3,175	129	216
KČ2	11let	16	149,94	18,455	4,614	118	190
	12let	10	140,00	10,863	3,435	126	159
	13let	5	130,40	12,818	5,732	116	149
	Skupaj	31	143,58	16,804	3,018	116	190
CMJ_VIS	11let	16	31,244	5,62020	1,40505	20,50	40,10
	12let	10	32,870	4,26095	1,34743	27,60	38,60
	13let	5	39,240	3,53313	1,58006	34,60	43,80
	Skupaj	31	33,058	5,57146	1,00066	20,50	43,80
CMJ_HIT	11let	16	2,462	,22669	,05667	2,00	2,80
	12let	10	2,530	,16627	,05258	2,32	2,75
	13let	5	2,768	,12677	,05669	2,60	2,93
	Skupaj	31	2,533	,21917	,03936	2,00	2,93
CMJ_SUN	11let	16	206,384	61,07852	15,26963	134,47	331,24
	12let	10	211,404	38,58390	12,20130	168,27	292,98
	13let	5	251,652	35,24943	15,76403	213,04	295,19
	Skupaj	31	215,305	52,39544	9,41050	134,47	331,24
CMJ_SILA	11let	16	14,623	3,05348	,76337	9,70	20,13
	12let	10	13,393	1,99032	,62939	10,54	16,84
	13let	5	13,062	,90924	,40663	12,09	14,50
	Skupaj	31	13,974	2,53692	,45564	9,70	20,13

6.10 Statistične razlike med tremi starostnimi razredi pri deklicah

Preglednica 19: Statistično značilne razlike med tremi starostnimi razredi deklic

Spremenljivke	I	J	Stat. razlika med I in J	Std. napaka	p
DALJINA	11 let	12 let	-40,538	16,724	,066
		13 let	-100,438*	21,256	,000
	12 let	11 let	40,538	16,724	,066
		13 let	-59,900*	22,724	,041
V11_6	11 let	12 let	-,41875	,17090	,062
		13 let	-,88375*	,21722	,001
	12 let	11 let	,41875	,17090	,062
		13 let	-,88375	,23221	,165
V6_1	11 let	12 let	-,34838	,16999	,150
		13 let	-1,08237*	,21605	,011
	12 let	11 let	,34838	,16999	,150
		13 let	-,73400*	,23097	,011
VODRIVNA	11 let	12 let	-,31862	,28583	,823
		13 let	-,83462	,36328	,088
	12 let	11 let	,31862	,28583	,823
		13 let	-,51600	,38837	,584
ZADKRK	11 let	12 let	-3,725	6,711	1,000
		13 let	-14,925	8,530	,273
	12 let	11 let	3,725	6,711	1,000
		13 let	11,200	9,119	,689
KČODRIV	11 let	12 let	-4,387	5,729	1,000
		13 let	12,813	7,282	,268
	12 let	11 let	4,387	5,729	1,000
		13 let	17,200	7,785	,106
CMJ_VIŠ	11 let	12 let	-1,62625	1,99695	1,000
		13 let	-7,99625*	2,53808	,012
	12 let	11 let	1,62625	1,99695	1,000
		13 let	-6,37000	2,71333	,079
CMJ_HIT	11 let	12 let	-,0813	,07931	1,000
		13 let	-,30613*	,10081	,015
	12 let	11 let	,06813	,07931	1,000
		13 let	-,23800	,10777	,107
CMJ_SUN	11 let	12 let	-5,02025	20,76930	1,000
		13 let	-45,26825	26,39733	,292
	12 let	11 let	5,02025	20,76930	1,000
		13 let	-40,24800	28,21993	,495
CMJ_SILA	11 let	12 let	1,22950	1,01871	,713
		13 let	1,56050	1,29476	,715
	12 let	11 let	-1,22950	1,01871	,713
		13 let	,33100	1,38415	1,000
	13 let	11 let	-1,56050	1,29476	,715
		13 let	-,33100	1,38415	1,000

*p<.05

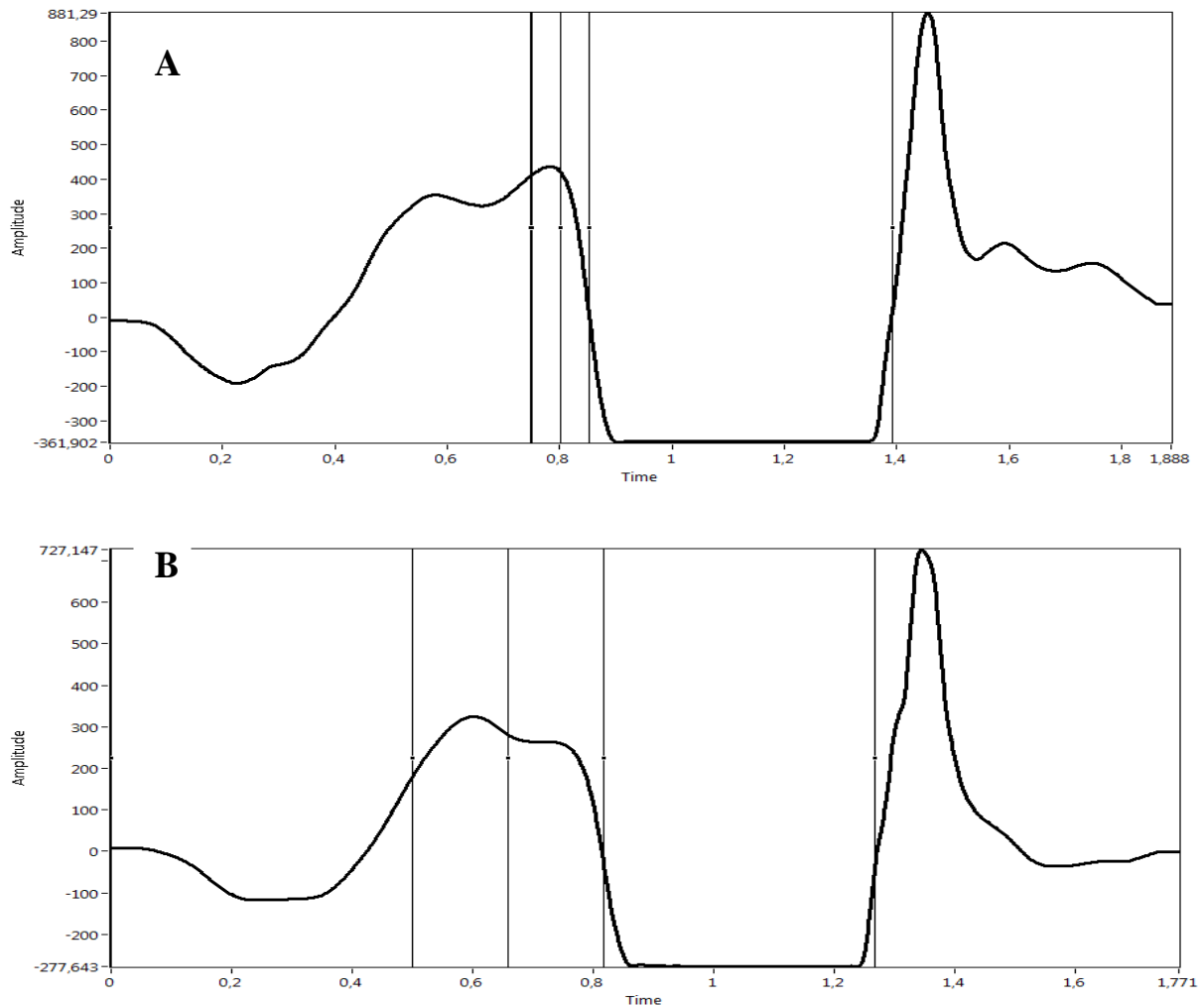
Rezultati v preglednicah 18 in 19 prikazujejo opisno statistiko in statistične razlike v kinematičnih in dinamičnih spremenljivkah med tremi starostnimi razredi deklic.

13 let stare deklice so dosegle boljše rezultate od 11 let starih deklic pri spremenljivkah skok v daljino (458.00 ± 21.55 vs. 357.56 ± 48.93 cm; $p < .05$), zaletna hitrost od 11 do 6 m pred odzivno desko (V11_6) ($6.68 \pm .34$ vs. $5.79 \pm .42$ m·s⁻¹; $p < .05$), zaletna hitrost od 6 do 1 m pred odzivno desko (V6_1) ($7.26 \pm .42$ vs. $6.18 \pm .50$ m·s⁻¹; $p < .05$), višina vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) (39.24 ± 3.53 vs. 31.24 ± 5.62 cm; $p < .05$) in hitrost odziva pri vertikalnem skoku (CMJ_HIT) ($2.76 \pm .12$ vs. $2.46 \pm .22$ m·s⁻¹; $p < .05$). Drugih vidnih razlik pri deklicah ni bilo.

Iz preglednice 18 je razvidno, da zaradi biološkega razvoja deklic, se njihovi rezultati izboljšujejo. Tako kot je ugotovil Malina (2004), da se po 10. letu starosti rezultati zelo izboljšujejo vse do 14 leta starosti pri deklicah. Tako smo dobili, da je pri dekletih med 11 in 12 leto starosti povprečna razlika pri rezultatu skoka v daljino (DALJINA) povprečno 49 cm, med 12 in 13 let starimi deklicami pa je povprečna razlika v rezultatu skoka v daljino 34 cm. Tudi njihova hitrost se z leti starosti izboljšuje. Tako smo ugotovili, da če dekleta izboljšajo svojo zaletno hitrost (V11_6 in V6_1) in odrinejo pri višji zaletni hitrosti (VODRIVNA), se jih posledično zmanjša kontaktni čas pri zaletu (KČ1 in KČ2) in kontaktni čas pri odzivu (KODRIV).

Tako kot pri kinematičnih spremenljivkah, je bilo pri dinamičnih spremenljivkah. Starejša kot so dekleta bila boljše rezultate so dosegale pri dinamičnih spremenljivkah. Do podobnih rezultate je dobil Škof (2007), kjer opisuje, ker deklice odraščajo hitreje med 10 in 13 letom kot dečki, zato v tem starostnem obdobju dosegajo boljše rezultate in da se z leti njihovi rezultati izboljšujejo. Škof je ugotovil, da je letni prirastek skoka v daljino pri dekletih pri 11 letih 15 cm, pri 12 letih 16 cm in pri 13 letih pa nekje 17 cm. Tako je ugotovil pri vseh sposobnostih (60m, skok v daljino z mesta, mišična sila ...), da pri deklicah rezultati linearno naraščajo vse do 13 leta starosti, pri 14 letu pa se rezultati stagnirajo oziroma začnejo padati vse do 17 leta starosti. Tudi pri naši raziskavi smo ugotovili, da rezultati dinamičnih spremenljivk naraščajo pri doseženi višini skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS), hitrosti odziva pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_HIT) in pri sunku sile pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_SUN). Zanimivi rezultati smo dobili pri produkciji sile pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_SILA), kjer smo dobili obratne vrednosti rezultatov, kot smo pričakovali. Pri produkciji sile pri skoku z nasprotnim gibanjem so dekleta stare 11 let dosegle povprečno boljši rezultat (14,6 N/kg) kot pa 13 let stara dekleta (13,06N/kg) in 12 let stare deklice (13,4N/kg). Glede na rezultate ostalih dinamičnih spremenljivk (CMJ_HIT; CMJ_VIS; CMJ_SUN) smo tudi pri produkciji sile pri skoku z nasprotnim gibanjem pričakovali, da bodo 13 let stare deklice dosegle povprečno boljše rezultate od 11 in 12 let starih deklic.

Graf 5A in 5b: Skok z nasprotnim gibanje (CMJ) med najboljšo deklico (6A) in najslabšo deklico (6B)



Najboljša deklica je dosegla rezultat višine pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) 43,1 cm, najslabša deklica pa 20,5 cm. Najboljša deklica je dosegla hitrost pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_HIT) 2,93 m/s in razvila (CMJ_SILA) 12,8 N/kg sile, slabša deklica pa je dosegla 2m/s hitrost pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_HIT) in razvila 17,97 N/kg sile (CMJ_SILA). Kljub temu, da je slabša deklica razvila večjo silo, je njen rezultat skoka v daljino (DALJINA) znašal le 260 cm, ko pa je pri najboljši deklici kljub nižji sili dosegla 450 cm pri skoku v daljino (DALJINA). Razlog tiči v hitrem preklopu iz ekscentrične kontrakcije v koncentrično kontrakcijo. Iz grafov 5A in 5B je razvidno, da najboljša deklica naredi hiter preklop in ekscentrične kontrakcije v koncentrično kontrakcijo. Kljub temu, da boljše deklice v počepu enkrat narahlo zanima (slabša medmišična koordinacija), še vedno naredi hiter preklop iz faze spuščanja CTT v fazo iztegovanja oziroma dvigovanja CTT-ja. Pri slabši deklici je iz grafa 5B razvidno, da je po spuščanju CTT v počep se nekoliko zaustavila preden je nadaljeval z nasprotnim gibanjem, torej z fazo iztegovanja v kolčnem, kolenskem in skočnem sklepu. Torej če povzamemo na kratko je boljše

deklica razvila v krajšem času večjo silo in naredila hiter preklop, kar je vplivalo na najboljši rezultat pri skoku z nasprotnim gibanjem.

Po Bračiču (2010) lahko sklepamo, da je do boljšega rezultata prišlo zaradi večjega mehanskega dela, boljše koordinacije oziroma tehnike skoka z nasprotnim gibanjem, shranjevanje večje elastične energije v tetivnem sistemu, torej večja elastičnost tetiv, povečanje produkcije sile na podlago, kar je v našem primeru dosegla deklica z slabšim rezultatom skoka z nasprotnim gibanjem, saj ni uspela narediti hitrega preklopa iz ekscentrične v koncentrično kontrakcijo. Torej lahko rečemo, da je živčni impulz oziroma živčni odziv mišice bil počasen, saj večji in hitrejši kot je živčni odziv, večja je mišična stimulacija v fazi propulzije (odriv pri skoku). Tudi po strmini premice smo ugotovili, da dekle z najboljšim rezultatom ima nekoliko bolj večjo strmino premice kot pa dekle, ki je doseglo najslabši rezultat skoka z nasprotnim gibanjem.

6.11 Opisna statistika rezultatov skoka v daljino in vertikalnega skoka pri dečkih

Preglednica 20: Statistika spremenljivk skoka v daljino in spremenljivk vertikalnega skoka za dečke treh starostnih razredov pri dečkih

Spremenljivke	N	Sred. vre.	Std. odklon	Std. Napaka	Minimum	Maximum
DALJINA						
11let	13	375,38	41,452	11,497	318	460
12let	4	424,75	49,379	24,689	356	473
13let	4	415,00	41,263	20,632	360	458
Skupaj	21	392,33	46,387	10,122	318	473
V11_6						
11let	13	5,864	,40122	,11128	5,32	6,49
12let	4	6,350	,41737	,20869	5,81	6,76
13let	4	6,485	,34684	,17342	6,10	6,94
Skupaj	21	6,075	,46743	,10200	5,32	6,94
V6_1						
11let	13	6,493	,54553	,15130	5,81	7,94
12let	4	6,833	,24240	,12120	6,58	7,04
13let	4	6,673	,18980	,09490	6,41	6,85
Skupaj	21	6,592	,46044	,10048	5,81	7,94
V_ODRIVA						
11let	13	6,459	,52867	,14663	5,88	8,00
12let	4	6,773	,64174	,32087	5,88	7,41
13let	4	7,123	,62350	,31175	6,25	7,69
Skupaj	21	6,642	,60031	,13100	5,81	8,00
PREDZADKRK						
11let	13	165,54	27,850	7,724	112	209
12let	4	178,50	18,592	9,296	160	201
13let	4	186,25	23,128	11,564	153	206
Skupaj	21	171,95	25,955	5,664	112	209
ZADKRK						
11let	13	162,38	19,915	5,523	128	193
12let	4	174,00	25,910	12,955	140	203
13let	4	180,75	14,080	7,040	161	194
Skupaj	21	168,10	20,702	4,518	128	203
KČ_ODRIV						
11let	13	159,23	14,167	3,929	130	176
12let	4	154,75	5,500	2,750	147	160
13let	4	165,00	13,115	6,557	154	184
Skupaj	21	159,48	12,703	2,772	130	184
KČ1						
11let	13	158,00	15,817	4,387	127	188
12let	4	147,75	13,099	6,549	131	163
13let	4	160,50	9,399	4,699	151	172
Skupaj	21	156,52	14,459	3,155	127	188
KČ2						
11let	13	144,08	12,874	3,571	122	168
12let	4	138,50	11,561	5,781	124	152
13let	4	155,56	13,204	6,602	140	170
Skupaj	21	145,19	13,291	2,900	122	170
CMJ_VIŠ						
11let	13	29,439	3,63995	1,00954	22,10	36,00
12let	4	33,675	4,00281	2,00141	29,50	38,80
13let	4	36,225	1,77272	,88635	33,90	38,00
Skupaj	21	31,538	4,35849	,95110	22,10	38,80
CMJ_HIT						
11let	13	2,395	,14964	,04150	2,08	2,65
12let	4	2,560	,15078	,07539	2,40	2,75
13let	4	2,663	,06397	,03198	2,58	2,73
Skupaj	21	2,477	,17358	,03788	2,08	2,75
CMJ_SUN						
11let	13	227,676	89,93567	24,94367	168,51	517,22
12let	4	255,163	33,65377	16,82688	221,31	300,19
13let	4	217,083	16,21868	8,10934	194,85	231,96
Skupaj	21	230,894	72,28466	15,778381	168,51	517,22
CMJ_SILA						
11let	13	11,932	1,50366	,41704	8,88	14,52
12let	4	11,125	,84760	,42380	9,86	11,63
13let	4	13,445	2,96016	1,48008	10,37	17,06
Skupaj	21	12,066	1,82973	,3992	8,88	17,06

6.12 Statistične razlike med tremi starostnimi razredi pri dečkih

Preglednica 21: Statistično značilne razlike med tremi starostnimi razredi dečkov

Spremenljivke	I	J	Stat. razlika med I in J	Std. napaka	p
DALJINA	11 let	12 let	-49,365	24,497	,177
		13 let	-39,615	24,497	,370
	12 let	11 let	49,365	24,497	,177
		13 let	9,750	30,296	1,000
	13 let	11 let	39,615	24,497	,370
		13 let	-9,750	30,296	1,000
V11_6	11 let	12 let	-,48615	,22612	,136
		13 let	-,62115*	,22612	,040
	12 let	11 let	,48615	,22612	,136
		13 let	-,13500	,27964	1,000
	13 let	11 let	,62115*	,22612	,040
		13 let	,13500	,27964	1,000
V6_1	11 let	12 let	-,33942	,26463	,648
		13 let	-,17942	,26463	1,000
	12 let	11 let	,33942	,26463	,648
		13 let	,16000	,32726	1,000
	13 let	11 let	,17942	,26463	1,000
		13 let	-,16000	,32726	1,000
VODRIVNA	11 let	12 let	-,31865	,32332	1,000
		13 let	-,66865	,32332	,160
	12 let	11 let	,31865	,32332	1,000
		13 let	-,35000	,39985	1,000
	13 let	11 let	,66865	,32332	,160
		13 let	,35000	,39985	1,000
ZADKRK	11 let	12 let	,11,615	11,568	,986
		13 let	-18,365	11,568	,389
	12 let	11 let	11,615	11,568	,986
		13 let	-6,750	14,306	1,000
	13 let	11 let	18,365	11,568	,389
		13 let	6,750	14,306	1,000
KČODRIV	11 let	12 let	4,481	7,400	1,000
		13 let	-5,769	7,400	1,000
	12 let	11 let	-4,481	7,400	1,000
		13 let	-10,250	9,152	,832
	13 let	11 let	-4,481	7,400	1,000
		13 let	-10,250	9,152	,832
CMJ_VIŠ	11 let	12 let	-4,23654	1,98290	,140
		13 let	-6,78654*	1,98290	,009
	12 let	11 let	4,23654	1,98290	,140
		13 let	-2,55000	2,45224	,937
	13 let	11 let	6,78654*	1,98290	,009
		13 let	2,55000	2,45224	,937
CMJ_HIT	11 let	12 let	-,16538	,07964	,157
		13 let	-,26788*	,07964	,010
	12 let	11 let	,16538	,07964	,157
		13 let	-,10250	,09849	,010
	13 let	11 let	,26788*	,07964	,010
		13 let	,10250	,09849	,935
CMJ_SUN	11 let	12 let	-27,48635	42,88246	1,000
		13 let	10,59365	42,88246	1,000
	12 let	11 let	27,48635	42,88246	1,000
		13 let	38,08000	53,03248	1,000
	13 let	11 let	-10,59365	42,88246	1,000
		13 let	-38,08000	53,03248	1,000
CMJ_SILA	11 let	12 let	,80654	1,00468	1,000
		13 let	-1,51346	1,00468	,448
	12 let	11 let	-,80654	1,00468	1,000
		13 let	-2,32000	1,24248	,235
	13 let	11 let	1,51346	1,00468	,448
		13 let	2,32000	1,24248	,235

*p<.05

Rezultati v preglednicah 20 in 21 prikazujejo opisno statistiko in statistične razlike v kinematičnih in dinamičnih spremenljivkah med tremi starostnimi razredi dečkov.

13 let stare dečki so dosegli boljše rezultate od 11 let starih dečkov pri spremenljivkah zaletna hitrost od 11 do 6 m pred odzivno desko (V11_6) ($6.48 \pm .34$ vs. $5.86 \pm .40$ m·s⁻¹; $p < .05$), višina vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) (36.22 ± 1.77 vs. 29.43 ± 3.63 cm; $p < .05$) in hitrost odziva pri vertikalnem skoku (CMJ_HIT) ($2.66 \pm .06$ vs. $2.39 \pm .14$ m·s⁻¹; $p < .05$). drugih vidni razlik med temi tremi starostnimi razredi pri dečkih ni bilo.

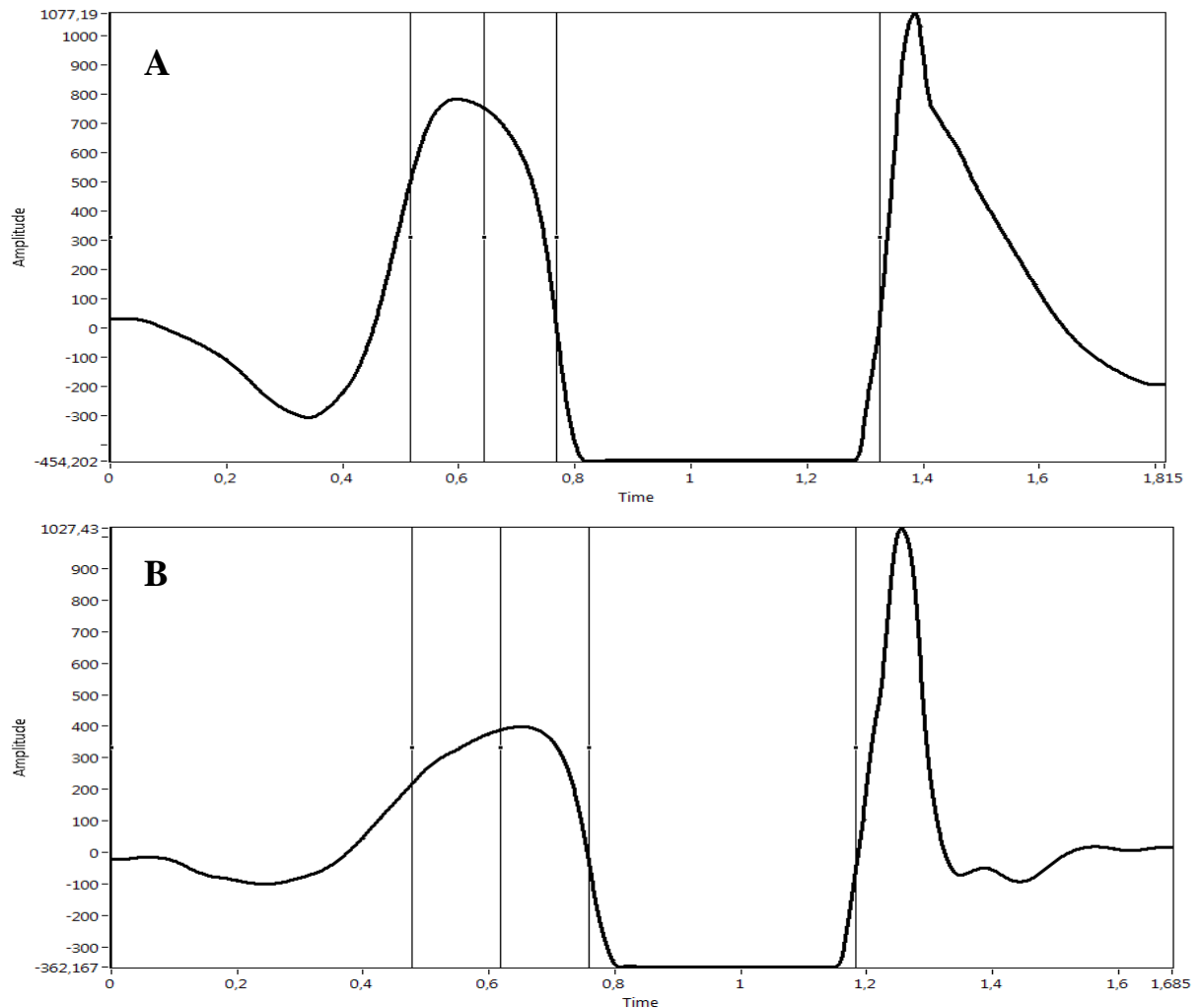
Drugačne rezultate kot smo pričakovali pa smo dobili pri dečkih. Dobili smo, da se rezultat skoka v daljino (DALJINA) izboljšuje pri starejših, ampak so 12 letni dečki povprečno dosegli povprečno boljše rezultate skoka v daljino (DALJINA) kot pa 11 in 13 letni dečki. 13 letni dečki so dosegli boljše povprečne rezultate pri dinamičnih spremenljivkah kot so pri hitrosti skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_HIT), višini skoka pri skoku nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) in pri produkciji sile pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_SILA).

Do podobnih rezultatov in spoznanj smo prišli kot v raziskavi Žvokelj (2003), da starejši dečki imajo povprečno daljši korak in hitrost jim narašča. Do takšnih rezultatov smo prišli tudi mi, saj hitrost z leti narašča med 11 in 6 m pred odzivnim mestom (V11_6) in med 6 in 1 m pred odzivnim mestom (V6_1). Tudi pri kontaktnih časih v zadnjem (KČ1) in predzadnjem koraku (KČ2) in kontaktnem času odziva (KODRIVA) smo dobili zanimivi rezultat, da imajo mlajši dečki (11 let) krajši kontaktni čas kot pa starejši dečki (13 let). Do podobnih ugotovitev je prišla Žvokelj (2003), ki navaja, da je kontaktni čas zelo visoko korelira z morfološkimi spremenljivkami. Navaja, da višji dečki z daljšimi nogami imajo daljši kontaktni čas in tudi težji dečki imajo daljši kontaktni čas na tleh. Iz tega smo sklepali, da zaradi vpliva rasti imajo dečki stari 13 let daljši kontaktni čas v zaletu (KČ1 in KČ2), kot dečki, ki so stari 11 let.

Iz rezultatov, ki smo jih dobili lahko povzamemo, da zaradi biološkega razvoja, ko dekleta približno 2 leti prej pridejo v pubertetno obdobje, ter v tem obdobju med 10 in 14 letom dosegajo boljše rezultate kot pa dečki (Škof, 2007). Do podobnih ugotovitev je prišel Malina (2004), kjer je ugotovil, da bistvenih in velikih razlik v doseganju športnih rezultatov med dečki in deklicami do 10 leta starosti ni, ter, da se prve razlike v doseganju rezultatov opazi po 10 letu starosti, kjer deklice dosežejo vidno boljše rezultate od dečkov vse do nekje 14 leta starosti, potem dekletom padejo ali celo stagnirajo rezultati in začnejo se dečko rezultati bistveno izboljšati. Tako, da lahko iz teh sklepov in ugotovitev potrdimo drugo hipotezo (H2), ki govori, da dekleta

v tem razvojnem obdobju med 11 in 13 letom starosti dosegajo povprečno boljše rezultate skoka v daljino in vertikalnega skoka kot pa isto stari dečki.

Graf 6A in 6B: Skok z nasprotnim gibanje (CMJ) med najboljšim dečkom (8A) in najslabšim dečkom (8B)



Najboljši deček je dosegel rezultat višine pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS) 38,8 cm, najslabši deček pa 22,1 cm. Najboljši deček je dosegla hitrost pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_HIT) 2,75 m/s in razvil (CMJ_SILA) 9,86 N/kg sile, slabši deček pa je dosegla 2,08 m/s hitrost pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_HIT) in razvil 10,86 N/kg sile (CMJ_SILA). Kljub temu, da je slabši deček razvila večjo silo, je njegov rezultat skoka v daljino (DALJINA) znašal le 335 cm, ko pa je pri najboljšem dečku kljub nižji sili dosegel 473 cm pri skoku v daljino (DALJINA). Enako kot pri dekletih je tudi pri dečki. Najboljši deček je naredil hiter prekop iz ekscentrične v koncentrično kontrakcije, celo v bistvenem krajšem času kot pa najboljše dekle. Iz grafov 6A in 6B je lepo razvidno hitro spuščanje CTT v polčep, še zlasti pri najboljšem dečku. Tudi strmina premice je bistveno strmejša od dečka, ki je dosegel najslabši rezultat skoka z nasprotnim gibanjem, ter naredil tudi manjšo amplitudo kot nam sta pokazala grafa 6A in 6B.

7. SKLEP

Namen diplomskega dela je bilo ugotoviti, kateri dejavniki vplivajo na biomehanske lastnosti na skok v daljino pri od 11 do 13 let starih dečkih in deklicah. Zanimalo nas je, zakaj imajo dekleta v tem starostnem obdobju boljše rezultate oziroma dosegajo v povprečju boljše rezultate, kot pa isto stari fantje. Študija je bila narejena na podlagi meritev 52 otrok starih od 11 do 13 let (21 dečkov in 31 deklet), ki smo jih izvedli v atletski dvorani.

Veliko študij in meritev je bilo narejenih na vrhunskih skakalcev in skakalk v daljino, a zelo malo je študij glede otrok, zakaj določeni dosegajo boljše rezultate prej kot drugi in ali imajo ti otroci potencial, da postanejo vrhunski športniki. Ugotovili smo, da deklice, ki zaostajajo v biološkem razvoju, dosegajo boljše rezultate kot pa dečki, ki zaostajajo v razvoju in da dosegajo dečki, ki prehitevajo v biološkem razvoju, dosegajo boljše rezultate kot pa dečki, ki v biološki rasti ne prehitevajo (povzeto po: Škof, 2007). V mnogih primerih pa ni tako. Mnogo je odvisno od talenta, staža treniranosti, učenja tehnike, dojemanje motorične naloge in v kakšnem okolju te otroci živijo. Otrok, ki živi v okolju, kjer se veliko giblje, hitro dojame tehniko v kratkem času, torej hitro razvija motorične sposobnosti, a klub temu v biološki starosti zaostaja, lahko dosega dobre rezultate. Po nekaterih raziskav je ugotovljeno, da otroci, ki živijo na podeželju, imajo boljše razviti motorični sistem in dosegajo boljše rezultate, kot pa isto stari otroci, ki živijo v mestu in tisti, ki se manj gibljejo.

Za ugotavljanje osnovnih statističnih parametrov smo uporabili opisno statistiko (srednja vrednost, standardni odklon, največja in najmanjša vrednost). Za statistično značilnost razlik med spoloma v izbranih spremenljivkah smo testirali z analizo variance za ponovljene meritve (ANOVA). Za povezanost med spremenljivkama rezultata skoka v daljino in vertikalnim skokom pa smo ugotavljali s Pearsonovim korelacijskim koeficientom.

Z dobljenimi rezultati v diplomskem delu smo ugotovili in prišli do enakih zaključkov, kot nekateri raziskovalci pred nami (Čoh, 2002; Malina, 2004; Škof, 2007; Žvokelj, 2003), da biološko hitreje odrasli otroci dosegajo boljše rezultate pri fantih in biološko zaostale deklice dosegajo boljše rezultate, kot pa njihove enako stare vrstnice. Statistično značilno smo dobili, da je visoka korelacijska povezanost med rezultatom skoka v daljino (DALJINA) in produkcijo sile pri skoku z nasprotnim gibanjem (CMJ_SILA). To pomeni, da so tisti dečki in deklice, ki so dosegli boljši rezultat pri skoku z nasprotnim gibanjem, so dosegli tudi boljši rezultat pri skoku v daljino. Ugotovili smo tudi, da je velika povezanost med rezultatom skoka v daljino (DALJINA) in rezultatom dosežene višine skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ_VIS). Tisti, ki so povprečno dosegli visoko višino skoka z nasprotnim gibanjem, so dosegli boljši rezultat pri skoku v daljino. Srednje visoko povezanost smo dobili med

doseženo hitrostjo pri odzivu (VODRIVNA) in doseženim rezultatom skoka v daljino (DALJINA), saj tisti, ki so dosegli veliko hitrost pri odzivu niso dosegli najboljših rezultatov pri skoku v daljino, ampak tisti, ki so dosegli povprečno hitrost pri odzivu, ta je znašala 6,6 m/s pri dečkih in 6,5 m/s pri deklicah. Ugotovili smo, da je eden izmed vzrokov lahko velika amortizacija pri odzivni akciji in dolg kontaktni čas na odzivu kot navajajo mnogi drugi znanstveniki. In dobili smo rezultat, kot mnogi raziskovalci pred nami (Malina, 2004; Lopatič, 1994), da se rezultati z leti izboljšujejo. Pri ostalih spremenljivkah nismo dobili vidne statistične značilnosti, saj so rezultati bili podobni.

Z metodami kinematike in dinamike smo pokazali biodinamične razlike v vertikalnem skoku med dečki in deklicami starimi od 11 do 13 let, ki so izvajali sonožen vertikalni skok z nasprotnim gibanjem. Predvidevali smo, da dečki in deklice, ki imajo boljši rezultat pri vertikalnem skoku, imajo tudi boljši rezultat pri skoku v daljino. Vedeti je potrebno, da imajo vsi ti dejavniki pomembno funkcijo tudi pri začetni hitrosti, kjer ni pomembna samo proizvodnja sile, ampak tudi tehnika (optimalna izvedba sprinterskega koraka) ter kontrola gibanja.

Predvidevamo, da bomo z ugotovitvijo parametrov, ki določajo učinkovitost skoka v daljino, lahko določimo ustrezen izbor sredstev in metod vadbe, ki bodo primerne za razvoj odzivne moči mladih skakalcev v daljino ter da lahko s pravilno izbiro treninga izkoristili potencial, ki ga imajo.

Raziskava je brez dvoma pomemben prispevek k težnjam po razjasnjevanju skoka v daljino pri 11 do 13 let starih dečkih in deklicah. Kot že prej omenjeno podobne raziskave so namreč zelo redke. In prav zaradi tega je težko vrednotiti dobljene rezultate, saj moramo zraven biološke starosti otrok upoštevati še staž treniranosti, stopnjo in razvitost motoričnega sistema in živčnega sistema ter socialno okolje, v katerem odraščajo. V zadnjem času je vedno več raziskav, ki pogosto uporabljajo tenziometrijsko ploščo kot natančen medij v svoji raziskavi, a na žalost so te raziskave v veliki meri narejene na vrhunskih tekmovalcih. Upamo, da bo ta raziskava v pomoč naslednikom podobnih raziskav. Pri takih raziskavi je potreben temeljit pregled otrok, ker moramo upoštevati še druge dejavnike, ki so tudi pomembni in lahko vplivajo na rezultate. In prav tako si želimo, da bi se predlagana raziskava v bodoče preverila in nadgradila ter upoštevala druge dejavnike in spremenljivke pri otrocih.

8. LITERATURA

Arampatzis A., Brüggemann, G.-P., Walsch, M., (1997). Biomechanical Analysis of the Jumping Events. Biomechanical research project Athens 1997 Final Report, str. 28-47.

Ballreich, R., Brüggemann, G.-P., (1986). Biomechanic des Weitsprungs. Biomechanic der Leichtathletik. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

Bobbert, M. F. in Harlaar, J. (1993). Evaluation of moment–angle curves in isokinetic knee extension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25 (2), 251–259.

Bobbert, M. F. in van Soest, A. J. (1994). Effects of muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26 (8), 1012–1020.

Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G. M., Litjens, M. C. A. in van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28 (11), 1402–1412.

Bobbert, M.F. in Casius, L.J. (2005). Is the effect of countermovement on jump height due to active state development? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (3), 440–446.

Bobbert, M.F. in van Ingen Schenau, G.J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21 (3), 249–262.

Bobbert, M.F. in van Zandwijk, J.P. (1999). Dynamics of force and muscle stimulation in human vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(2), 303–310.

Bosco, C., Ito, A., Komi, P.V., Luhtanen, P., Rahkila, P. Rusko, H. idr. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114 (4), 543–550.

Bračič, M. (2010). Biodinamične razlike v vertikalnem skoku z nasprotnim gibanjem in bilateralni deficit pri vrhunskih sprinterjih. Doktorska disertacija. Ljubljana: FŠ.

- Chapman, A. E. in Sanderson, D. J. (1990). Muscle coordination in sporting skills. V J. M.
- Chapman, A. E., Caldwell, G. E. in Selbie, W. S. (1985). Mechanical output following muscle stretch in forearm supination against inertial loads. *Journal of Applied Physiology*, 59 (1), 78–86.
- Čoh, M. (1987). Vpliv nekaterih dinamičnih in kinematičnih parametrov na uspešnost pri skoku v daljino. Ljubljana. Fakulteta za telesno kulturo.
- Čoh, M. (2001). Biomehanika atletike (Urednik: Čoh M.) . Ljubljana. Fakulteta za šport.
- Čoh, M. (2002). Atletika, tehnika in metodika nekaterih atletskih disciplin. Ljubljana. Fakulteta za šport.
- Čoh, M. (2009). Sodobni diagnostični postopki v treningu atletov (Urednik: Čoh M.). Ljubljana. Fakulteta za šport.
- Čoh, M., Kugovnik, O., Dolenc, A. (1995). Kinematic-Dynamic Analysis Of The Takeoff Action In The Long Jump. The jumps, contemporary, technique and training (Editor: Jarver J.), str. 115-118.
- Čoh, M., Mikuž, B., Štihec, J. (1987). Vpliv nekaterih dinamičnih in kinematičnih parametrov na uspešnost pri skoku v daljino. Ljubljana. Fakulteta za šport.
- Dolenc, A. (1999). Vpliv treniranja globinskih skokov s plantarno in dorsalno tehniko na delo gležnjev pri globinskih skokih. Doktorska disertacija. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Dudley, G. A., Harris, R.T., Duvoisin, M.R., Hather, B.M. in Buchanan, P. (1990). Effect of voluntary vs. artificial activation on the relationship of muscle torque to speed. *Journal of Applied Physiology*, 69 (6), 2215–2221.
- Finni, T., Komi, P.V. in Lepola, V. (2000). In vivo human triceps surae and quadriceps femoris muscle function in a squat and countermovement jump. *European Journal of Applied Physiology*, 83 (4–5), 416–426.
- Harman, E.A., Rosenstein, M.T., Frykman, P.N. in Rosenstein, R.M. (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22 (6), 825–833.

Hay, J.G. (1988). Approach strategies in the long jump. *International Journal of Sport Biomechanics*, 4, str. 114-129.

Hay, J.G., Miller, J.A., Canterna, R.W. (1986). The techniques of elite male long jumpers. *Journal of Biomechanics*, 19, str. 855-866.

Hay, J.G., Nohara, H. (1990). Techniques used by elite long jumpers in preparation for take-off. *Journal of Biomechanics*, 23, str. 229-239.

Hay, J.G., Thorson, E.M., Kippenhan, B.C. (1999). Changes in Muscle-Tendon Length during the Take-Off of a Running Long Jump. *Journal of Sport Sciences*, 17, str. 159-172.

Hof, A.L. (1997). Controlled-release ergometer for the human ankle. *Journal of Biomechanics*, 30 (2), 203–206.

Hof, A.L. in van den Berg, J.W. (1981). EMG to force processing: II. Estimation of parameters of the Hill muscle model for the human triceps surae by means of a calf ergometer. *Journal of Biomechanics*, 14 (11), 759–770.

Jacoby, E., Fraley, B. (1995). Complete book of jumps. Human Kinetics. ZDA.

James, C., Sacco, P., Hurley, M.V. in Jones, D.A. (1994). An evaluation of different protocols for measuring the force-velocity relationship of the human quadriceps muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 68 (1), 41–47.

Komi, P.V. (2000). Stretch–shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33 (10), 1197–2006.

Lasan, M. (2004). Fiziologija športa-harmonija med delovanjem in mirovanjem. Ljubljana. Fakulteta za šport.

Leskovar, R. (2003). Kinematični in dinamični parametri odriva slovenskih skakalcev in skakalk v daljino. Diplomsko delo. Ljubljana. Fakulteta za šport.

Lohmann, W. (1990). Runnig, jumping, throwing for youth. Sport book Toronto. Kanada.

Lopatič, V. (1994). Nivo specialne atletske motorike pri učencih in učenkah različnih starostnih kategorij. Diplomsko delo. Fakulteta za šport. Ljubljana.

Luhtanen, P., Komi, P.V. (1979). Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take-off. *European Journal of Applied Physiology*.

Malina, R. M. (2004). Growth, maturation, and physical activity 2nd edition. Human Kinetics. Michigan State University. ZDA.

Mungiole, M. in Winters, J. M. (1990). Overview: influences of muscle on cyclic and propulsive movements involving the lower limb. V J. M. Winters and S. L. Y. Woo (ur.), *Multiple Muscle Systems* (str. 550–567). New York: Springer Verlag.

Nigg, B. M. (1990). Jumping in track and field, an overview V: Keynote symposium 3, Jumping Events. Cologne: Techniques in Athletics, str. 254-263.

Nixorf, E., Brüggemann, G.P. (1990). Biomechanical analysis of the long jump- An approach toward a biomechanical profile of the world's best long jumpers. New Studies in Athletics (Scientific Research project at the Games of the XXIV the Olimpiad-Seoul 1988), str. 263-301.

Pistotnik, B. (2003). Gibalna abeceda. Ljubljana. Fakulteta za šport.

Planinšec, J. (1999). Razvojne spremembe strukture motoričnih sposobnosti v zgodnjem obdobju adolescence. *Šport*, 47(4), 45-49.

Polše, T. (2010). Vpliv atletske vadbe na nekatere izbrane gibalne sposobnosti pri otrocih od 7 do 10 let starosti. Diplomsko delo. Fakulteta za šport. Ljubljana.

Seyfarth, A., Friedrichs, A., Wank, V., Blickhan, R. (1999). Dynamics of the long jump. *Journal of Biomechanics*, 32, str. 1259-1267.

Sørensen, H., Simonsen, E.B., van den Bogert, A.J. (1999). Effect Of Muscular Strength On Long Jump Performance. *The Jumps, Contemporary theory, technique and training* (Editor. Jarver J.), str. 107-110.

Stephens, T. M., Lawson, B. R. in Reiser, R. F. (2005). *Bilateral asymmetries in max effort single-leg vertical jumps*. Bioengineering Symposium & International ISA Biomedical Sciences Instrumentation Symposium, 8–10 April 2005, Cooper Mountain, Colorado.

Šarabon, N., Fajon, M., Zupanc, O. V: Draksler, J. (2005). Stegenske strune (Hamstrings Injuries). *Šport*, 53(3), 45-52.

Škof, B. (2007). Šport po meri otrok in mladostnikov (Urednik: Škof B.). Ljubljana. Fakulteta za šport.

Šturm, J., Lasan, M. (1984). Osnovni parametri in norme nekaterih morfoloških, motoričnih in funkcionalnih dimenzij in atletske rezultate mlajših pionirjev in pionirk. Ljubljana. Fakulteta za telesno kulturo.

Tjupa, V. Alešinskij, J. (1982). Biomehanika dviženija obševu centra mas tela pri pryžkah v dlinu. Teo. in prak. fiz. kult. Moskva (Rusija).

Ušaj, A. (2003). Osnove športnega treniranja. Ljubljana. FŠ.

Van Ingen Schenau, G. J. (1984). An alternative view to the concept of utilisation of elastic energy. *Human Movement Science*, 3, 301–336.

Van Ingen Schenau, G.J., Bobbert, M.F. in van Soest, A.J. (1990). The unique Action of bi-articular muscles in leg extensions. V J.M. Winters in S.L–Y. Woo (ur.), *Multiple muscle systems. Biomechanics and Movement Organization* (str. 639–652). New York: Springer–Verlag.

Van Ingen Schenau, G.J., Bobbert, M.F. in Rozendal, R. H. (1987). The unique action of bi-articular muscles in complex movements. *Journal of Anatomy*, 155, 1–5.

Van Zandwijk, J. P., Bobbert, M. F., Baan, G. C. in Huijing, P. A. (1996). From twitch to tetanus: performance of excitation dynamics optimized for a twitch in predicting tetanic muscle forces. *Biological Cybernetics*, 75 (5), 409–417.

Van Zandwijk, J. P., Bobbert, M.F., Harlaar, J. in Hof, A.L. (1998). From twitch to tetanus for human muscle: experimental data and model predictions for triceps surae. *Biological Cybernetics*, 79 (2), 121–130.

Wickiewicz, T. L., Roy, R.R., Powell, P.L., Perrine, J.J. in Edgerton, V.R. (1984). Muscle architecture and force–velocity relationships in humans. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 57 (2), 435–443.

Žvokelj, J. (2003). Vpliv biološkega razvoja na tekaško motoriko pri dečkih in deklicah od 7 do 11 let starosti. Diplomsko delo. Fakulteta za šport. Ljubljana.