

Utjecaj obuče na izvedbu testova za procjenu eksplozivne jakosti tipa skočnosti

Vučić, Sven

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:237053>

Rights / Prava: [Attribution-ShareAlike 4.0 International/Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

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



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Sven Vučić

**UTJECAJ OBUĆE NA VRIJEDNOSTI
EKSPLOZIVNE JAKOSTI TIP A SKOČNOSTI**

diplomski rad

Zagreb, rujna, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu
Kineziološki fakultet
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i Kondicijskoj pripremi sportaša

Vrsta studija: sveučilišni

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i kondicijskoj pripremi sportaša (univ. mag. cin.)

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Znanstveno-istraživački rad

Naziv diplomskog rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2023./2024. dana 7. svibnja 2024.

Mentor: doc. dr. sc. *Marijo Baković*

Pomoć pri izradi:

Utjecaj obuče na vrijednosti eksplozivne jakosti tipa skočnosti

Sven Vučić, 0034085391

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|---|----------------------|
| 1. doc. dr. sc. Marijo Baković | Predsjednik - mentor |
| 2. prof. dr. sc. Ljubomir Antekolović | član |
| 3. izv. prof. dr. sc. Cvita Gregov | član |
| 4. izv. prof. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić | zamjena člana |

Broj etičkog odobrenja: 85/2024

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Zagreb
Faculty of Kinesiology
Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: : Kinesiology; course Kinesiology in Education and Physical Conditioning of Athletes

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Physical Conditioning of Athletes

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Scientific-research work

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2023./2024. On May 7, 2024.

Mentor: *Marijo Baković*, PhD

Technical support:

The footwear influence on the jumping explosive strength

Sven Vučić, 0034085391

Thesis defence committee:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Marijo Baković, assistant prof. | chairperson-supervisor |
| 2. Ljubomir Antekolović, PhD, prof. | member |
| 3. Cvita Gregov, associate prof. | member |
| 4. Tatjana Trošt-Bobić, associate prof. | substitute member |

Ethics approval number: 85/2024

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Kinesiology, Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Student:

UTJECAJ OBUĆE NA VRIJEDNOSTI EKSPLOZIVNE JAKOSTI TIP SKOČNOSTI

Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utječe li i koliki je utjecaj obuće na kinematičke parametre. Istraživanje je provedeno na osamnaest (18) muških studenata Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u kojem se mjerila visina skoka, trajanje kontakta s podlogom i *reactive strength index* (RSI). Prosječna dob ispitanika je bila 23.56 ± 1.54 godina, tjelesna masa 83.11 ± 11.37 kilograma, a visina 181.22 ± 6.59 centimetara. Mjerenje je provedeno aplikacijom MyJumpLab. Ispitanici su provodili po pet kontinuiranih sunožnih i jednonožnih skokova iz stopala s obućom i bez nje, dok su skokove s pripremom i bez pripreme s obućom i bez obuće izvodili tri puta na način da svaki skok zasebno izvode. Trajanje kontakta s podlogom i RSI mjereni su samo za skokove iz stopala jer skokovi s pripremom i bez pripreme su izvođeni zasebno, stoga nije ni RSI vrijednost mjerena. Vrsta obuće nije bila prethodno definirana stoga su ispitanici testiranje provodili u vlastitoj obući po osobnom izboru. Nakon mjerenja uspoređivani su podaci u jednakim motoričkim zadacima s obućom i bez obuće. Rezultati su pokazali razlike između skokova s obućom i bez nje, no te razlike nisu bile statistički značajne osim u prosječnoj visini skokova iz stopala s obućom (SISOV) i prosječnoj visini skokova bez obuće (SISBV) ($p=0,04$, $t=2.18$). Usporedba rezultata motoričkih zadataka s obućom i bez obuće pokazala je u većini varijabli minimalne razlike što sugerira da bi pliometrijski trening trebao dati jednake adaptacije bilo da se provodi s obućom ili bez obuće budući da se visina, trajanje kontakta s podlogom te RSI značajno ne mijenjaju posredstvom obuće u većini mjerenih varijabli.

Ključne riječi: pliometrija, skokovi, reactive strength index, visina skoka, trajanje kontakta s podlogom

THE FOOTWEAR INFLUENCE ON THE JUMPING EXPLOSIVE STRENGTH

Abstract

The purpose of this study was to establish if and to what extent footwear affects the values of jumps. The research was conducted on eighteen (18) male students of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb, in which the height of the jump, the ground contact time and the reactive strength index (RSI) were measured. The average age of the subjects was 23.56 ± 1.54 years, body weight 83.11 ± 11.37 kilograms, and height 181.22 ± 6.59 centimeters. The measurement was performed using the MyJumpLab application. The subjects performed five continuous two-legged pogo jumps and five one-legged pogo jumps with and without shoes, while they performed countermovement jump and squat jump with and without shoes three times in such a way that they performed each jump separately. Ground contact time and RSI were measured only for pogo jumps because countermovement jump and squat jump were performed separately, therefore the RSI value was not measured either. The type of footwear was not pre-defined, so the test subjects carried out the testing in their own footwear of personal choice. After the measurements, data were compared in the same motor tasks with and without shoes. The results showed differences between jumps with and without shoes, however, these differences were not statistically significant, with the exception of in the average height of two-legged pogo jumps with shoes (SISOV) and the average height of pogo jumps without shoes (SISBV) ($p=0.04$, $t=2.18$). Comparison of the results of motor tasks with and without shoes showed minimal differences in most variables, which suggests that plyometric training should provide equal adaptations whether it is performed with or without shoes, since height, ground contact time, and RSI do not significantly change through footwear in most measured variables.

Key words: plyometrics, jumps, reactive strength index, jump height, ground contact time

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Dosadašnja istraživanja	2
2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE	7
3. METODE ISTRAŽIVANJA	8
3.1. Uzorak ispitanika.....	8
3.2. Mjerni instrumenti i uzorak varijabli.....	8
3.3. Opis protokola	9
3.4. Metode obrade podataka.....	9
4. REZULTATI.....	10
5. RASPRAVA.....	17
6. ZAKLJUČAK	19
7. LITERATURA.....	20

1. UVOD

Razvojem industrije i sporta tvrtke koje se bave proizvodnjom sportske obuće ulažu velike količine resursa u razvoj sportske obuće kako bi izvedba na terenu bila što bolja i sigurnija. Odabir neadekvatne sportske obuće može pogoršati izvedbu te povećati rizik od ozljede. Svaki sport ima specifične zahtjeve koji utječu na dizajn obuće kako bi se poboljšala izvedba sportaša i smanjio rizik od ozljeda. Različiti sportovi zahtijevaju različite karakteristike obuće, prilagođene specifičnim uvjetima terena i kretanja pa je tako nogometna obuća dizajnirana za trčanje po travnatom terenu i opremljena čepovima s donje strane potplata koji omogućuju lakše ubrzavanje i usporavanje te mijenjanje smjera kretanja na travnatim terenima čime se smanjuje mogućnost proklizavanja. Obuća za trčanje na duge pruge većinom je napravljena od lakih materijala kako bi se smanjila potrošnja energije (Anderson, 1996) te s mekanim potplatom kako bi se ublažile sile podloge koje djeluju na stopalo. Tenisice za košarku su dizajnirane kako bi pružile dobro prijanjanje podlozi i poboljšale stabilnost (Wing i suradnici, 2022). Upravo zbog tih navednih razlika izbor obuće važan je za sportaše jer različita obuća ima različit utjecaj na sile koje djeluju na naše tijelo te se može izazvati različite adaptacije. Za odabir pojedine metode mora se imati valjan razlog zašto se želi koristiti. Preduvjet za korištenje određenog trenažnog alata je poznavanje njegovih karakteristika poput intenziteta, volumena i frekvencije treninga jer u protivnom se ne razumije kakav podražaj se pruža organizmu, a različit podražaj potiče drukčiju adaptaciju (Bird i suradnici, 2005). Obuća koja se koristi utječe na distribucija sila, kinetičke i kinematičke parametre stoga (Lieberman i suradnici, 2010) mjerenjem jednakih motoričkih zadataka u obući i bez nje može se dobiti jasnija slika u razlici podražaja koju izaziva obuća te na taj način odlučiti ima li potrebe izlagati sportaša zadacima bez obuće ako podražaj koji nam pruža trening bez obuće ne daje pogodne uvjete za napredak u zadacima s obućom. Kod uvođenja treninga bez obuće treba biti oprezan jer se mijenjaju biomehanički obrasci kretanja (Mullen i suradnici, 2014). Najveća biomehanička razlika gledano sa strane biomehanike je što se prvi kontakt s podlogom ostvaruje naglašenije na prednji dio stopala. Promjenom biomehanike utječe se na distribuciju sile te ako promjena bude prenapla za sportaša mogu se izazvati neželjene posljedice poput bolova i ozljeda. Trening bez obuće može utjecati na distribuciju sile i kod aktivnosti u obući, ali je razlika manja nego kod trčanja bez obuće. Zbog različite distribucije sile mišići se aktiviraju u različitim intenzitetima nego kod trčanja u obući što može dovesti do jačanja mišića potkoljenice (Azevedo i suradnici, 2016) što znači da bosonogim trčanjem se može utjecati na razinu aktivacije mišića. Smanjena je aktivacija *m.tibialis anterior* i *m. gastrocnemius lateralis*

nakon perioda treniranja bez obuče. Do manje aktivacije je došlo zbog povećanja maksimalne jakosti navedenih mišića te je na taj način smanjen relativni napor potreban za obavljanje iste aktivnosti.

1.1. Dosadašnja istraživanja

Hébert-Losier i suradnici (2023) uspoređivali su biomehaničke parametre skokova u obući u odnosu na skokove bez obuče koristeći Landing Error Scoring System (LESS). U istraživanju su sudjelovale zdrave osobe koje su izvodile skokove s klupe i skokove u vis bez obuče i s obućom. Rezultati su pokazali da obuća neznatno povećava broj grešaka pri doskoku (LESS), dok istovremeno smanjuje visinu skoka. Iako ove razlike nisu bile značajne na razini grupe, kod pojedinaca je obuća značajno utjecala na tehniku doskoka i procjenu rizika od ozljeda. Specifične greške pri doskoku su se također razlikovale između oba stanja, što sugerira da nošenje obuče može promijeniti strategije doskoka. Istraživanje naglašava važnost dosljedne upotrebe obuče pri procjeni pokreta i rizika od ozljeda kako bi se osigurali točni rezultati i smanjila varijabilnost procjena. Ovo je posebno važno jer LESS test, iako koristan, može pokazati različite rezultate ovisno o obući koju ispitanici nose, što može utjecati na kliničke odluke i procjene.

Istraživanje koje je proveo Li i suradnici (2023) proučava razlike u biomehanici donjih ekstremiteta prilikom preskakanja užeta s obućom i bez obuče. Autori koriste jednodimenzionalno statističko mapiranje kako bi analizirali kinematičke i kinetičke parametre pokreta, poput kutova u zglobovima i sila reakcije tla. Rezultati su pokazali da bosonogo stanje dovodi do većih promjena u kutovima zglobova, posebno u gležnjevima, i smanjenju sila reakcije tla. Bosonogi ispitanici su pokazali fleksibilnije pokrete s većim savijanjem koljena i gležnjeva, što može smanjiti opterećenje zglobova i potencijalno smanjiti rizik od ozljeda. Za usporedbu, nošenje obuče rezultiralo je rigidnijim pokretima i većim silama reakcije tla, što može povećati stabilnost, ali i opterećenje zglobova. Studija ističe da ovi rezultati mogu imati implikacije na dizajn obuče i trening strategije, sugerirajući da bosonogo treniranje može poboljšati prirodne obrasce pokreta i smanjiti rizik od ozljeda, dok obuća može pružiti veću zaštitu i stabilnost, ali uz potencijalni trošak povećanog opterećenja zglobova. Ovi zaključci sugeriraju da izbor između obuče i bosonogog treninga treba biti prilagođen individualnim potrebama sportaša, ovisno o specifičnim ciljevima i rizicima povezanim s aktivnostima.

Studija Mizushime i suradnika (2021) ispitivala je dugoročni utjecaj programa bosonogog trčanja u školi na biomehaniku sprinta kod djece. Ova studija uspoređivala je djecu koja su sudjelovala u programu bosonogog trčanja s onom koja nisu. Rezultati su otkrili da je program doveo do značajnih poboljšanja u biomehanici sprinta, uključujući pomak prema obrascu udaraca prednjeg ili srednjeg dijela stopala, što je povezano s učinkovitijom mehanikom trčanja. Te su se biomehaničke promjene održale tijekom vremena, što ukazuje na to da su se dobrobiti programa bosog trčanja proširile i nakon razdoblja intervencije. Iako se studija usredotočila na biomehanička poboljšanja, a ne na izravno mjerenje performansi, sugerira da bi integracija bosonogog trčanja u školske programe mogla poboljšati učinkovitost trčanja i potencijalno poboljšati sprinterske rezultate kod djece dugoročno na temelju efikasnije tehnike trčanja maksimalnom brzinom.

Prema Altman i Davis (2012) bosonogo trčanje može smanjiti rizik od nekih vrsta ozljeda, poput ozljeda povezanih s udarcima o tlo, ali istovremeno može povećati rizik od drugih ozljeda, primjerice u području Ahilove tetive ili metatarzalnih kostiju . Autori govore o tome kako prijelaz na bosonogo trčanje zahtjeva postupno prilagođavanje kako bi se izbjegle nove ozljede. Prelazak treba biti postupan, a trkači trebaju prilagoditi intenzitet i volumen treninga te u slučaju boli dodatno smanjiti intenzitet i volumen. Također, autori savjetuju razmatranje biomehaničkih razlika te savjetovanje s profesionalcima kako bi se smanjio rizik od ozljeda. Iako bosonogo trčanje može imati neke biomehaničke prednosti, još uvijek postoji potreba za daljnjim istraživanjem kako bi se u potpunosti razumjele njegovi dugoročni utjecaji na zdravlje i izvedbu trkača. Autori zaključuju da je odabir između trčanja u obući i bosonogog trčanja osobna odluka koja ovisi o individualnim preferencijama i sposobnostima trkača, uzimajući u obzir moguće prednosti i rizike.

Istraživanje Franklina i suradnika (2015) analiziralo je razlike prilikom hodanja u obući i bez obuće te su izmjerene razlike u biomehanici gležnja i koljena. Za razliku od hodanja u obući, hodanje bez obuće je karakterizirala veća dorzalna fleksija i smanjen opseg pokreta u zglobu koljena. Prilikom hodanja bez obuće, smanjuju se udarne sile koje se javljaju pri kontaktu stopala s tlom. To može biti rezultat promjene u načinu na koji stopalo dolazi u dodir s tlom, pri čemu bosonogo hodanje obično uključuje kontakt s prednjim ili srednjim dijelom stopala, za razliku od hodanja u obući, gdje je čest kontakt s petom. Rad ukazuje na povećanu aktivnost mišića stopala i potkoljenice tijekom bosonog hodanja. Ova povećana aktivnost mišića može doprinijeti stabilnosti i kontroli pokreta, ali također može predstavljati veći napor za mišiće koji

nisu naviknuti na takav način hodanja. Autori sugeriraju da bosonogo hodanje može pružiti određene biomehaničke prednosti, poput smanjenja udarnih sila i povećanja proprioceptivnih (osjetilnih) informacija koje dolaze iz stopala. Međutim, također upozoravaju da prijelaz na bosonogo hodanje treba biti postupan kako bi se izbjegle ozljede zbog povećanog opterećenja na mišiće i zglobove koji nisu naviknuti na takav način kretanja. Sistematski pregled zaključuje da postoji značajna razlika u kinematici, kinetici i mišićnoj aktivnosti između hodanja bosonog i hodanja u uobičajenoj obući. Iako bosonogo hodanje može imati koristi u smislu biomehaničkih prilagodbi, daljnja istraživanja su potrebna kako bi se utvrdile dugoročne implikacije tih promjena na zdravlje i performanse pojedinca.

Studija Mastersona i Warnea (2022) istražuje kako različite vrste obuće utječu na dinamičku stabilnost i opterećenje tijekom doskoka. Ovo istraživanje imalo je za cilj razumjeti kako različita obuća utječe na sile koje djeluju na tijelo i stabilnost koju održavaju pri doskoku. Studija je uključivala usporedbu udarnog opterećenja i dinamičke stabilnosti sudionika koji su nosili različitu vrste obuće. Ključni nalazi pokazuju da vrsta cipele značajno utječe i na udarne sile i na stabilnost. Točnije, utvrđeno je da cipele s više jastuka smanjuju udarno opterećenje, potencijalno smanjujući rizik od ozljeda. Nasuprot tome, cipele dizajnirane za stabilnost i kontrolu poboljšale su dinamičku stabilnost tijekom doskoka, što bi moglo poboljšati ukupnu ravnotežu i smanjiti vjerojatnost uganuća gležnja ili drugih ozljeda. Rezultati sugeriraju da je izbor obuće ključan za upravljanje silama tijekom doskoka i za održavanje stabilnosti, ističući važnost odabira odgovarajuće obuće na temelju aktivnosti i individualnih potreba.

Studija koju su proveli Bowser i suradnici (2017) istražuje kako različite vrste obuće utječu na dinamičku stabilnost prilikom doskoka na jednu nogu, s ciljem razumijevanja njihove uloge u prevenciji ozljeda. U eksperimentu su sudjelovali ispitanici koji su izvodili skokove s doskokom na jednu nogu, pri čemu su nosili različite vrste obuće. Rezultati su pokazali da obuća ima značajan utjecaj na stabilnost prilikom doskoka. Određene vrste obuće, posebno one dizajnirane s fokusom na stabilnost, pružale su bolju potporu i smanjile rizik od gubitka ravnoteže i povezanih ozljeda, poput uganuća gležnja. S druge strane, obuća s manje stabilnosti povećala je rizik od nestabilnosti prilikom doskoka, što može dovesti do ozljeda. Ovi rezultati naglašavaju važnost pažljivog odabira obuće za aktivnosti koje uključuju skokove i doskoke, kako bi se osigurala optimalna stabilnost i smanjio rizik od sportskih ozljeda.

Studija koju su proveli Yu i suradnici (2021) istražila je kako tvrdoća srednjeg dijela potplata tenisica utječe na biomehaničke parametre za vrijeme preskakanja užeta. Cilj istraživanja bio

je otkriti kako različite razine tvrdoće potplata mogu utjecati na sile koje se događaju pri kontaktu s podlogom i na mehaničke obrasce koji se događaju kod zglobova donjih ekstremiteta. U sklopu studije, skupina zdravih muškaraca preskakala je uže noseći tenisice s različitim stupnjevima tvrdoće potplata. Rezultati su pokazali da tvrdoća potplata može imati značajan utjecaj na način na koji se tijelo kreće. Na primjer, mekši potplati smanjuju udarne sile, što može pomoći u smanjenju rizika od ozljeda, ali istovremeno zahtijevaju više mišićnog napora zbog svoje fleksibilnosti. S druge strane, tvrđi potplati bolje apsorbiraju energiju, ali mogu povećati udarne sile, što može povećati rizik od ozljeda. Ova istraživanja su važna za dizajn sportske obuće, osobito za aktivnosti kao što je preskakanje užeta i ostale aktivnosti u kojima dolazi do velikog broja skokova i doskoka, gdje je važno pronaći pravu ravnotežu između udobnosti i zaštite zglobova. Studija sugerira da izbor prave tvrdoće potplata može biti ključan za smanjenje rizika od ozljeda i poboljšanje sportskih performansi.

U istraživanju koje su proveli Koyama i Yamauchi (2018.), proučavane su razlike u kinematici, kinetici i aktivaciji mišića donjih ekstremiteta tijekom skoka s visine, s obzirom na to je li ispitanik bio obučen ili bos. Cilj istraživanja bio je bolje razumjeti kako obuća utječe na biomehaniku pokreta i rad mišića tijekom skoka. Studija je obuhvatila analizu kretanja donjih ekstremiteta, uključujući sile koje djeluju na zglobove i aktivaciju mišića u dva različita uvjeta: kada su ispitanici skakali u obući i kada su to radili bez obuće. Istraživači su otkrili da postoji značajna razlika između skakanja s obućom i bosonogih skokova. Konkretno, obuća je smanjila udarne sile pri doskoku, ali je također promijenila obrasce aktivacije mišića i kretanja zglobova. Ovo istraživanje ističe važnost razumijevanja utjecaja obuće na performanse i potencijalne rizike od ozljeda tijekom sportskih aktivnosti. Rezultati mogu pomoći u razvoju sportske obuće koja pruža optimalnu zaštitu, a istovremeno omogućuje prirodno kretanje i efikasnu aktivaciju mišića.

Studija Abdelraouf i Abdel-Aziem (2021) istražuje mehaniku hodanja kod osoba s kroničnom nestabilnošću skočnog zgloba, uspoređujući hodanje u obući i hodanje bez obuće. Rezultati istraživanja pokazuju da hodanje bez obuće uzrokuje značajnije promjene u mehanici hodanja i povećava varijabilnost kretanja kod osoba s ovim stanjem, u usporedbi s hodanjem u obući. Konkretno, osoba s kroničnom nestabilnošću može imati veću teškoću u održavanju stabilnosti i kontrole pokreta dok hoda bez obuće. S druge strane, obuća može pružiti dodatnu podršku i stabilnost, smanjujući varijabilnost i rizik od povreda. Istraživači sugeriraju da rehabilitacija za osobe s kroničnom nestabilnošću skočnog zgloba trebala bi uključivati vježbe koje poboljšavaju

kontrolu kretanja pri hodaњу bez obuće, ali i one koje koriste obuću kako bi se povećala stabilnost i smanjila učestalost simptoma. Ovi nalazi naglašavaju važnost prilagodbe rehabilitacijskih pristupa kako bi se optimizirao tretman i poboljšala kvaliteta života osoba s ovom vrstom povrede.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE

Cilj istraživanja bio je izmjeriti razlike u varijablama eksplozivne jakosti sa i bez obuće kako bi se dobio jasniji uvid u kinematičke karakteristike skokova u obući i bez nje te na taj način jasnije mogli definirati koji je način je povoljniji za korištenje u treningu. Također, utvrditi na koju vrstu skokova obuća ima najveći utjecaj.

H1: korištenje obuće ima statistički značajno veći utjecaj na kinematičke parametre prilikom izvedbe vertikalnih skokova u mjestu

H2: korištenje obuće nema statistički značajno veći utjecaj na kinematičke parametre prilikom izvedbe vertikalnih skokova u mjestu

3. METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Uzorak ispitanika

Istraživanju je pristupilo osamnaest (18) muških ispitanika s Kineziološkog fakulteta u Zagrebu. Kriterij pri polasku testiranja bio je odsutnost bilo kakvih bolova ili upala u donjim ekstremitetima. Niti jedan ispitanik nije napustio testiranje prije početka ili tijekom testiranja. Prosječna dob ispitanika je bila 23.56 ± 1.54 godina, tjelesna masa 83.11 ± 11.37 kilograma, a visina 181.22 ± 6.59 centimetara. Etičko povjerenstvo kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odobrilo je provedbu istraživanja (85/2024) te su svi ispitanici koji su sudjelovali u istraživanju potpisali pismeni pristanak za sudjelovanje u istraživanju.

3.2. Mjerni instrumenti i uzorak varijabli

Za potrebe istraživanja korištena je aplikacija MyJumpLab. Kinematički parametri koji su mjereni su visina skoka, trajanje kontakta s podlogom i *reactive strength index* (RSI). RSI se računao na način da se visina odraza u metrima podijelila s trajanjem kontakta s podlogom u sekundama (Barker, 2018).

Tablica 1. Popis varijabli i pripadajućih kratica

NAZIV VARIJABLE	KRATICA
Prosječna visina skokova iz stopala lijevom nogom bez obuće	SISLBV
Prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala lijevom nogom bez obuće	SISLBTK
Prosječni RSI skokova iz stopala lijevom nogom bez obuće	SISLBRSI
Prosječna visina skokova iz stopala lijevom nogom s obućom	SISLOV
Prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala lijevom nogom s obućom	SISLOTK
Prosječni RSI skokova iz stopala lijevom nogom s obućom	SISLORSI
Prosječna visina skokova iz stopala desnom nogom bez obuće	SISDBV
Prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala desnom nogom bez obuće	SISDBTK
Prosječni RSI skokova iz stopala desnom nogom bez obuće	SISDBRSI
Prosječna visina skoka iz stopala desnom nogom s obućom	SISDOV
Prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala desnom nogom s obućom	SISDOTK
Prosječni RSI skokova iz stopala desnom nogom s obućom	SISDORSI
Prosječna visina sunožnih skokova iz stopala bez obuće	SISBV

Prosječno trajanje kontakta s podlogom sunožnih skokova bez obuće	SISBTK
Prosječni RSI sunožnih skokova iz stopala bez obuće	SISBRSI
Prosječna visina sunožnih skokova iz stopala s obućom	SISOV
Prosječno trajanje kontakta s podlogom sunožnih skokova s obućom	SISOTK
Prosječni RSI sunožnih skokova iz stopala s obućom	SISORSI
Prosječna visina skokova bez pripreme bez obuće	SBBV
Prosječna visina skokova bez pripreme s obućom	SBOV
Prosječna visina skokova s pripremom bez obuće	SPBV
Prosječna visina skokova s pripremom s obućom	SPOV

3.3. Opis protokola

Po dolasku provedeno je standardizirano zagrijavanje koje je sačinjavalo kontinuirano trčanje 3 min, visoki skip i dječje poskoke nakon čega se prešlo na specifičnije vježbe zagrijavanja kako bi se dodatno pripremili za zadatke testiranja. Prije prelaska na specifično zagrijavanje ispitanici su mogli dodatno pripremiti određenu mišićnu regiju. Specifično zagrijavanje sastojalo se od 10 skokova iz stopala s obućom nižim intenzitetom te skokova s pripremom s obućom nižim intenzitetom. Cijelo zagrijavanje provedeno je na parketu u obući u kojoj se provodi testiranje. Skokovi su se izvodili na gumenoj podlozi na način da prvo izvodi zadatak u obući, a nakon pauze jednaki zadatak bez obuće. Odmor između istih i različitih zadataka je bio 2 minute. Skokovi iz stopala su izvođeni u pet ponavljanja dok skokovi s pripremom i bez pripreme su izvođeni tri puta. Skokove s pripremom i bez pripreme ispitanici su izvodili na način da svaki skok zasebno izvode te zbog toga nije mjereno trajanje kontakta s podlogom, a sukladno tome ni RSI. Za vrijeme provođenja testiranja nije došlo do nijedne ozljede.

3.4. Metode obrade podataka

Za utvrđivanje deskriptivnih parametara korišten je program Statistica. Deskriptivni parametri koji su se obrađivali su aritmetička sredina (AS), minimalna vrijednost (MIN), maksimalna vrijednost (MAX), raspon te standardna devijacija (SD). Pomoću t-testa za zavisne varijable izračunate su statističke značajnosti razlika između zadataka bez obuće i s obućom.

4. REZULTATI

Tablica 2. Prikaz deskriptivnih podataka promatranih varijabli

VARIJABLA	AS	SD	MIN	MAX	RANGE
SISLBV (cm)	12,86	4,91	3,15	23,68	20,53
SISLBTK (ms)	290,13	42,57	232,00	417,00	185,00
SISLBRSI	0,48	0,17	0,08	0,74	0,66
SISLOV (cm)	13,53	5,23	4,86	25,58	20,72
SISLOTK (ms)	288,53	42,46	227,20	363,00	135,80
SISLORSI	0,47	0,19	0,12	0,81	0,69
SISDBV (cm)	13,53	5,23	4,86	25,58	20,72
SISDBTK (ms)	288,60	40,99	220,00	375,43	155,43
SISDBRSI	0,48	0,18	0,13	0,90	0,77
SISDOV (cm)	13,60	5,09	5,13	24,03	18,90
SISDOTK (ms)	278,27	40,75	224,17	364,00	139,83
SISDORSI	0,50	0,20	0,18	0,90	0,72
SISBV (cm)	27,08	6,01	14,80	38,82	24,02
SISBTK (ms)	187,50	31,18	147,00	240,00	93,00
SISBRSI	1,49	0,35	0,73	1,95	1,22
SISOV (cm)	25,96	6,03	15,06	35,20	20,14
SISOTK (ms)	179,72	24,06	145,00	240,57	95,57
SISORSI	1,49	0,43	0,70	2,20	1,50
SBBV (cm)	34,68	4,68	27,13	44,73	17,60
SBOV (cm)	35,52	5,17	26,97	44,67	17,70
SPBV (cm)	39,25	5,13	29,23	48,47	19,23
SPOV (cm)	38,76	5,38	27,00	47,33	20,33

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, MIN- minimalna prosječna vrijednost, MAX- maksimalna prosječna vrijednost, RANGE- raspon, SISLBV (cm)- prosječna visina skokova iz stopala lijevom nogom bez obuće, SISLBTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala lijevom nogom bez obuće, SISLBRSI- prosječni RSI skokova iz stopala ljevom nogom bez obuće, SISLOV (cm)- prosječna visina skokova iz stopala lijevom nogom s obućom, SISLOTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala lijevom nogom s obućom, SISLORSI- prosječni RSI skokova iz stopala ljevom nogom s obućom, SISDBV (cm)- prosječna visina skokova iz stopala desnom nogom bez obuće, SISDBTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala desnom nogom bez obuće, SISDBRSI- prosječni RSI skokova iz stopala desnom nogom bez obuće, SISDOV (cm)- prosječna visina skoka iz stopala desnom nogom s obućom, SISDOTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala desnom nogom s obućom, SISDORSI- prosječni RSI

skokova iz stopala desnom nogom s obučom, *SISBV (cm)*- prosječna visina sunožnih skokova iz stopala bez obuće, *SISBTK (ms)*- prosječno trajanje kontakta s podlogom sunožnih skokova bez obuće, *SISOV (cm)*- prosječna visina sunožnih skokova iz stopala s obučom, *SISBRSI*- prosječni RSI sunožnih skokova iz stopala bez obuće, *SISOTK (ms)*- prosječno trajanje kontakta s podlogom sunožnih skokova s obučom, *SISORSI*- prosječni RSI sunožnih skokova iz stopala s obučom, *SBBV (cm)*- prosječna visina skokova bez pripreme bez obuće, *SBOV (cm)*- prosječna visina skokova bez pripreme s obučom, *SPBV (cm)*- prosječna visina skokova s pripremom bez obuće, *SPOV (cm)*- prosječna visina skokova s pripremom s obučom

U tablici 3 prikazani su rezultati u varijablama *SISLBV* i *SISLOV*. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,20$).

Tablica 3. Usporedba rezultata prosječne visine skokova iz stopala lijevom nogom s obučom i bez obuće (*SISLBV* i *SISLOV*)

	AS	SD	N	t	p
<i>SISLBV (cm)</i>	12,86	4,91			
<i>SISLOV (cm)</i>	13,53	5,23	18	-1,34	0,20

AS- aritmetička sredina, *SD*- standardna devijacija, *N*- broj ispitanika, *t*- *t*-vrijednost, *p*- *p*-vrijednost, *SISLBV (cm)*- prosječna visina skokova iz stopala lijevom nogom bez obuće, *SISLOV (cm)*- prosječna visina skokova iz stopala lijevom nogom s obučom

U Tablici 4 prikazani su rezultati u varijablama SISLBTK i SISLOTK. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,81$).

Tablica 4. *Usporedba rezultata prosječnog trajanja kontakta s podlogom skokova iz stopala lijevom nogom s obućom i bez obuće (SISLBTK i SISLOTK)*

	AS	SD	N	t	p
SISLBTK (ms)	290,13	42,57			
SISLOTK (ms)	288,53	42,46	18	0,24	0,81

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SISLBTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala lijevom nogom bez obuće, SISLOTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala lijevom nogom s obućom

U Tablici 5 prikazani su rezultati u varijablama SISLBRSI i SISLORSI. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,91$).

Tablica 5. *Usporedba rezultata prosječne RSI vrijednosti skokova iz stopala lijevom nogom s obućom i bez obuće (SISLBRSI i SISLORSI)*

	AS	SD	N	T	p
SISLBRSI	0,48	0,17			
SISLORSI	0,47	0,19	18	0,12	0,91

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SISLBRSI- prosječni RSI skokova iz stopala ljevom nogom bez obuće, SISLORSI- prosječni RSI skokova iz stopala ljevom nogom s obućom

U Tablici 6 prikazani su rezultati u varijablama SISDBV i SISDOV. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,93$).

Tablica 6. *Usporedba rezultata prosječne visine skokova iz stopala desnom nogom s obućom i bez obuće (SISDBV i SISDOV)*

	AS	SD	N	t	p
SISDBV (cm)	13,53	5,23			
SISDOV (cm)	13,60	5,09	18	-0,09	0,93

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SISDBV (cm)- prosječna visina skokova iz stopala desnom nogom bez obuće, SISDOV (cm)- prosječna visina skoka iz stopala desnom nogom s obućom

U Tablici 7 prikazani su rezultati u varijablama SISDBTK i SISDOTK. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,16$).

Tablica 7. *Usporedba rezultata prosječnog trajanja kontakta s podlogom skokova iz stopala desnom nogom s obućom i bez obuće (SISDBTK i SISDOTK)*

	AS	SD	N	t	P
SISDBTK (ms)	288,60	40,99			
SISDOTK (ms)	278,27	40,75	18	1,45	0,16

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SISDBTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala desnom nogom bez obuće, SISDOTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom skokova iz stopala desnom nogom s obućom

U Tablici 8 prikazani su rezultati u varijablama SISDBRSI i SISDORSI. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,54$).

Tablica 8. *Usporedba rezultata prosječne RSI vrijednosti skokova iz stopala desnom nogom s obučom i bez obuče (SISDBRSI i SISDORSI)*

	AS	SD	N	t	P
SISDBRSI	0,48	0,18			
SISDORSI	0,50	0,20	18	-0,63	0,54

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SISDBRSI- prosječni RSI skokova iz stopala desnom nogom bez obuče, SISDORSI- prosječni RSI skokova iz stopala desnom nogom s obučom

U Tablici 9 prikazani su rezultati u varijablama SISBV i SISOV. Razlika u varijablama postoji i statistički je značajna ($p=0,04$).

Tablica 9. *Usporedba rezultata prosječne visine sunožnih skokova iz stopala s obučom i bez obuče (SISBV i SISOV)*

	AS	SD	N	t	p
SISBV (cm)	27,08	6,01			
SISOV (cm)	25,96	6,03	18	2,18	0,04

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SISBV (cm)- prosječna visina sunožnih skokova iz stopala bez obuče, SISOV (cm)- prosječna visina sunožnih skokova iz stopala s obučom

U Tablici 10 prikazani su rezultati u varijablama SISBTK i SISOTK. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,11$).

Tablica 10. *Usporedba rezultata prosječnog trajanja kontakta s podlogom sunožnih skokova iz stopala s obučom i bez obuče (SISBTK i SISOTK)*

	AS	SD	N	t	p
SISBTK (ms)	187,50	31,18			
SISOTK (ms)	179,72	24,06	18	1,68	0,11

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SISBTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom sunožnih skokova bez obuče, SISOTK (ms)- prosječno trajanje kontakta s podlogom sunožnih skokova s obučom

U Tablici 11 prikazani su rezultati u varijablama SISBRSI i SISORSI. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,98$).

Tablica 11. *Usporedba rezultata prosječne RSI vrijednosti sunožnih skokova iz stopala s obučom i bez obuče (SISBRSI i SISORSI)*

	AS	SD	N	t	p
SISBRSI	1,49	0,35			
SISORSI	1,49	0,43	18	-0,02	0,98

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, , SISORSI- prosječni RSI sunožnih skokova iz stopala s obučom, SISBRSI- prosječni RSI sunožnih skokova iz stopala bez obuče

U Tablici 12 prikazani su rezultati u varijablama SBBV i SBOV. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,12$).

Tablica 12. *Usporedba rezultata prosječne visine skokova bez pripreme s obučom i bez obučne (SBBV i SBOV)*

	AS	SD	N	t	p
SBBV (cm)	34,68	4,68			
SBOV (cm)	35,52	5,17	18	-1,64	0,12

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SBBV (cm)- prosječna visina skokova bez pripreme bez obučne, SBOV (cm)- prosječna visina skokova bez pripreme s obučom

U Tablici 13 prikazani su rezultati u varijablama SPBV i SPOV. Razlika u varijablama postoji, ali nije statistički značajna ($p=0,29$).

Tablica 13. *Usporedba rezultata prosječne visine skokova s pripremom s obučom i bez obučne (SPBV i SPOV)*

	AS	SD	N	t	p
SPBV (cm)	39,25	5,13			
SPOV (cm)	38,76	5,38	18	1,09	0,29

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N- broj ispitanika, t- t-vrijednost, p- p-vrijednost, SPBV (cm)- prosječna visina skokova s pripremom bez obučne, SPOV (cm)- prosječna visina skokova s pripremom s obučom

5. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utječe li obuča na kinematičke parametre kod izvedbe vertikalnih skokova u mjestu. Za potrebe istraživanja birani su skokovi koji spadaju pod brzi i spori ciklus skraćivanja i izduživanja mišićne kontrakcije, pod tim se misli na trajanje kontakta s podlogom kraće ili dulje od 250ms (Cormie i sur., 2011). Uspoređujući rezultate motoričkih zadataka u obući jasno se vidi da su razlike minimalne, što nam sugerira da obuča nema značajan utjecaj na kinematičke parametre skokova u vertikalnoj ravnini. Jedina statistički značajna razlika izmjerena je u varijablama SISBV i SISOV. Ako se pogleda ostale rezultate u navedenom motoričkom zadatku vidi se da je trajanje kontakta s podlogom veće u korist zadatka provedenog bez obuće (SISBTK=187,50ms, SISOTK=179,72), a vrijednosti RSI jednake (SISBRSI=1,49, SISORSI=1,49). Temeljem tih podataka može se sumnjati kako je bolji rezultat u visini skoka posljedica duljeg kontakta s podlogom čime je omogućeno veće generiranje ukupne sile.

Uzimajući u obzir dobivene rezultate istraživanja moglo bi se zaključiti kako trening skokova u vertikalnoj ravnini se jednako kvalitetno može provoditi i bez obuće. Ipak, za takve zaključke potrebna su longitudinalna istraživanja koja bi dala jasan uvid što se događa s varijablama bitnima za pliometrijski trening kroz trenažni period te postaviti pitanje zašto provoditi pliometrijski trening bez obuće ako se aktivnost inače provodi u obući budući da jednaki motorički zadaci imaju različite biomehaničke karakteristike ako se provode u različitoj obući ili bez obuće (Mullen i suradnici, 2014). Nedostatak ovog istraživanja je što su ispitanici trenirali u različitoj obući, tj. izbor obuće u kojoj će trenirati nije bio prethodno definiran stoga ne znamo bi li rezultati u motoričkim zadacima koji su se provodili s obućom jednako odstupali od motoričkih zadataka provedenih bez obuće.

Svi zadaci izvođeni su u vertikalnoj ravnini, odnosno cilj je bio postići što veću visinu skoka, tako da ne zna se bi li rezultati jednako odstupali ako bismo zadatke provodili u horizontalnoj ravnini kod kojih je cilj ostvariti što veći pomak u prostoru (npr. skok u dalj, troskok, ubrzavanje i usporavanje) (Kariyama i suradnici, 2017). Ako se govori o primijeni sprinta bez obuće ta opcija može biti korisna u radu s mlađim dobnim skupinama jer su se intervencijom trčanja bez obuće biomehanički obrasci poboljšali, a još jedan argument za korištenje ovog trenažnog alata je u tome što su se biomehaničke adaptacije zadržale i nakon intervencije (Mizushima i suradnici, 2021). Kod rada s odraslim sprinterima bolja opcija bi bila koristiti sprinterice jer dolazi do manjeg opsega pokreta u metatarzofalangealnom zglobu čime se skraćuje trajanje kontakta s podlogom i prijenos sile je bolji (Smith i suradnici, 2014) jer se na taj način ostvaruje

veći intenzitet treninga koji je ključan za brzinsko-eksplozivne adaptacije. Kao što je rečeno, kod uvođenja treninga bez obučne trebalo bi pripaziti na intenzitet i volumen treninga što može dovesti do pada motoričkih sposobnosti budući da manji podražaj pružamo organizmu.

6. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju sudjelovalo je 18 muških ispitanika s Kineziološkog fakulteta u Zagrebu. Testovima se utvrđivala visina skoka, trajanje kontakta s podlogom te RSI. Mjerenje je provedeno kako bi se imale objektivne informacije o razlikama koje se događaju korištenjem različite obuće u odnosu na izvedbu bez obuće. Kad se imaju objektivne informacije što se događa u pojedinom motoričkom zadatku tek tad se može koristiti taj zadatak za razvoj određene sposobnosti. Rezultate istraživanja trebalo bi uzeti s dozom opreza jer su ispitanici provodili testiranje u obući po vlastitom izboru, a različita obuća različito utječe na prijenos sile i biomehaniku pokreta (Tsubaki i suradnici, 2023). Mjerenjem je potvrđeno kako postoje razlike u kinematičkim parametrima skokova bez obuće i s obućom, ali t-testom za zavisne uzorke izmjereno je kako razlike nisu statistički značajne osim u varijablama SISBV i SISOV ($p < 0,05$), ali i u toj varijabli uzrok razlike visine skoka vjerojatno je dulje trajanje kontakta s podlogom (SISBTK=187,50ms, SISOTK=179,72ms), a ne utjecaj obuće čime su ispitanici uspjeli generirati veću silu, a to nam govori i podatak prosječne vrijednosti RSI koji je jednak za obje varijable (SISBRSI=1,49, SISOCSI=1,49). Svi testovi provedeni su u vertikalnoj ravnini tako da se ne može zaključiti bi li razlike bile jednake ako bismo provodili mjerenje u horizontalnoj ravnini. Iako su razlike u dobivenim rezultatima većine rezultata male, potrebna su dodatna longitudinalna istraživanja kojima bismo imali jasne podatke ima li razlike u adaptacijama koje se događaju tijekom trenažnog procesa provedenog bez obuće i s obućom.

7. LITERATURA

1. Abdelraouf, O. R., & Abdel-Aziem, A. A. (2021). Ankle and foot mechanics in individuals with chronic ankle instability during shod walking and barefoot walking: A cross-sectional study. *Chinese journal of traumatology = Zhonghua chuang shang za zhi*, 24(3), 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2021.02.010>
2. Altman, A. R., & Davis, I. S. (2012). Barefoot running: biomechanics and implications for running injuries. *Current sports medicine reports*, 11(5), 244–250. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31826c9bb9>
3. Anderson T. (1996). Biomechanics and running economy. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 22(2), 76–89. <https://doi.org/10.2165/00007256-199622020-00003>
4. Azevedo, A. P., Mezêncio, B., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2016). 16 Weeks of Progressive Barefoot Running Training Changes Impact Force and Muscle Activation in Habitual Shod Runners. *PloS one*, 11(12), e0167234. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167234>
5. Barker, L. A., Harry, J. R., & Mercer, J. A. (2018). Relationships Between Countermovement Jump Ground Reaction Forces and Jump Height, Reactive Strength Index, and Jump Time. *Journal of strength and conditioning research*, 32(1), 248–254. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002160>
6. Bird, S. P., Tarpinning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports medicine*, 35, 841–851. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535100-00002>
7. Bowser, B. J., Rose, W. C., McGrath, R., Salerno, J., Wallace, J., & Davis, I. S. (2017). Effect of Footwear on Dynamic Stability during Single-leg Jump Landings. *International journal of sports medicine*, 38(6), 481–486. <https://doi.org/10.1055/s-0043-103090>
8. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
9. Franklin, S., Grey, M. J., Heneghan, N., Bowen, L., & Li, F. X. (2015). Barefoot vs common footwear: A systematic review of the kinematic, kinetic and muscle activity differences during walking. *Gait & posture*, 42(3), 230–239. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.019>
10. Hébert-Losier, K., Boswell-Smith, C., & Hanzlíková, I. (2023). Effect of Footwear Versus Barefoot on Double-Leg Jump-Landing and Jump Height Measures: A

- Randomized Cross-Over Study. *International journal of sports physical therapy*, 18(4), 845–855. <https://doi.org/10.26603/001c.811107>
11. Kariyama, Y., Hobara, H., & Zushi, K. (2017). Differences in take-off leg kinetics between horizontal and vertical single-leg rebound jumps. *Sports biomechanics*, 16(2), 187–200. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1216160>
 12. Koyama, K., & Yamauchi, J. (2018). Comparison of lower limb kinetics, kinematics and muscle activation during drop jumping under shod and barefoot conditions. *Journal of biomechanics*, 69, 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.01.011>
 13. Li, J., Wu, K., Ye, D., Deng, L., Wang, J., & Fu, W. (2023). Effects of Barefoot and Shod Conditions on the Kinematics and Kinetics of the Lower Extremities in Alternating Jump Rope Skipping-A One-Dimensional Statistical Parameter Mapping Study. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 10(10), 1154. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10101154>
 14. Lieberman, D. E., Venkadesan, M., Werbel, W. A., Daoud, A. I., D'Andrea, S., Davis, I. S., Mang'eni, R. O., & Pitsiladis, Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463(7280), 531–535. <https://doi.org/10.1038/nature08723>
 15. Masterson, A., & Warne, J. (2022). The effects of footwear on dynamic stability and impact loading in jump landing. *Sports biomechanics*, 1–14. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2105744>
 16. Mizushima, J., Keogh, J. W. L., Maeda, K., Shibata, A., Kaneko, J., Ohyama-Byun, K., & Ogata, M. (2021). Long-term effects of school barefoot running program on sprinting biomechanics in children: A case-control study. *Gait & posture*, 83, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.09.026>
 17. Mullen, S., Cotton, J., Bechtold, M., & Toby, E. B. (2014). Barefoot Running: The Effects of an 8-Week Barefoot Training Program. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 2(3), 2325967114525582. <https://doi.org/10.1177/2325967114525582>
 18. Smith, G., Lake, M., & Lees, A. (2014). Metatarsophalangeal joint function during sprinting: a comparison of barefoot and sprint spike shod foot conditions. *Journal of applied biomechanics*, 30(2), 206–212. <https://doi.org/10.1123/jab.2013-0072>
 19. Tsubaki, Y., Maeda, N., Suzuki, Y., Morikawa, M., Kuno-Mizumura, M., & Urabe, Y. (2023). Differences in Center of Pressure Displacement and Lower Limb Muscle Activity During Relevé Descending Phase Comparing Flat Shoes and Pointe Shoes.

Medical problems of performing artists, 38(2), 104–109.

<https://doi.org/10.21091/mppa.2023.2013>

20. Lam, W. K., Kan, W. H., Chia, J. S., & Kong, P. W. (2022). Effect of shoe modifications on biomechanical changes in basketball: A systematic review. *Sports biomechanics*, 21(5), 577–603. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1656770>
21. Yu, H. B., Tai, W. H., Li, J., Zhang, R., Hao, W. Y., & Lin, J. Z. (2021). Effects of Shoe Midsole Hardness on Lower Extremity Biomechanics during Jump Rope in Healthy Males. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(10), 1394. <https://doi.org/10.3390/healthcare9101394>