

Mladi za napredek Maribora 2024

41. srečanje

**POVEZAVA MAKSIMALNE MOČI IN VIŠINE VERTIKALNEGA SKOKA PRI
ODBOJKARICAH V STAROSTNEM OBDOBJU OD 16 DO 18 LET**

ŠPORT

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtor: Ronja Premzl
Mentor: Tamara Šiško, Leonida Klemenčič, Jure Muršec

Šola: III. gimnazija Maribor
Število točk: 125 / 170

Maribor, februar 2024

Mladi za napredek Maribora 2024

41. srečanje

**POVEZAVA MAKSIMALNE MOČI IN VIŠINE VERTIKALNEGA SKOKA PRI
ODBOJKARICAH V STAROSTNEM OBDOBJU OD 16 DO 18 LET**

ŠPORT

RAZISKOVALNA NALOGA

Maribor, februar 2024

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	TEORETIČNO OZADJE	2
2.1	Odbojka	2
2.1.1	Zgodovina odbojke.....	2
2.1.2	Odbojka v Sloveniji.....	2
2.1.3	Značilnosti odbojke	3
2.1.4	Igralne vloge v odbojki	3
2.1.5	Obremenitve v odbojki.....	4
2.1.6	Starostne kategorije v odbojki.....	5
2.1.7	Najpogostejše poškodbe v odbojki.....	5
2.2	Zgradba in delovanje mišic.....	6
2.2.1	Krčenje mišic.....	7
2.2.2	Vrste mišic.....	7
2.2.3	Progasta mišica (mišica, pritrjena na okostje).....	8
2.2.4	Mišice spodnjega uda	9
2.2.4.1	Medenične mišice	10
2.2.4.2	Stegenske mišice.....	10
2.2.4.3	Golenske mišice.....	11
2.2.4.4	Mišice spodnjega dela noge.....	11
2.2.5	Kontraksije mišic	11
2.3	Definicija skoka.....	12
2.3.1	Skok iz počepa (angl. squat jump - SJ)	12
2.3.2	Skok z nasprotnim gibanjem (angl. counter movement jump - CMJ)	13
2.3.3	Oblike energije, ki so prisotne v CMJ.....	13
2.3.4	Razmerje med skokom z nasprotnim gibanjem in skokom iz počepa	13
2.4	Moč.....	14
2.4.1	Maksimalna moč	14
2.4.2	Hitra ali eksplozivna moč.....	15
2.4.3	Vzdržljivost v moči	15
3	EKSPERIMENTALNI DEL.....	16
3.1	Namen raziskovalne naloge	16
3.2	Delovne hipoteze	16

3.3	Metode dela	16
3.3.1	Merjenci in potek meritev	16
3.3.2	Meritveni protokol.....	17
3.3.3	Instrumentarij	19
3.4	Statistična obdelava podatkov	20
4	REZULTATI.....	22
5	DISKUSIJA	24
6	ZAKLJUČEK	27
7	DRUŽBENA ODGOVORNOST	29
8	VIRI IN LITERATURA	30

KAZALO SLIK

Slika 1:	Zgradba skeletne mišice (vir: https://www.fsp.uni-lj.si/cobiss/diplome/Diploma22068820HrenTadej.pdf 8.2.2024).....	7
Slika 2:	Prečno progasta mišica pod mikroskopom pri 400-kratni povečavi (vir: avtorska fotografija).....	8
Slika 3:	Mišice spodnjega uda (vir: Burnie, 1999).....	9
Slika 4:	Začetna pozicija skoka iz počepa (vir: avtorska fotografija)	18
Slika 5:	Izvedba skoka - faza leta (vir: avtorska fotografija)	18
Slika 6:	Merjenje maksimalne moči na leg press napravi (vir: avtorska fotografija)	19
Slika 7:	Pritiskovna plošča (vir: avtorska fotografija)	20
Slika 8:	Izvajanje vaje na leg press napravi (vir: avtorska fotografija).....	20

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Lestvica vrednosti koeficienta in moči povezanosti	21
Tabela 2:	Maksimalne in povprečne vrednosti ter odstopanja med njimi.....	22

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Razmerje maksimalnih in povprečnih skokov testirane skupine.....	22
Grafikon 2:	Razmerje med 1RM in 5RM med merjenci.....	23
Grafikon 3:	Višine maksimalnih skokov med merjenci.....	23

POVZETEK

Odbojka je šport, pri katerem se izvajajo hitra in eksplozivna gibanja. Prisotna so predvsem v napadu, bloku in v obrambi. Ključno vlogo v odbojkarski igri imata mišična moč in višina vertikalnega skoka. Moč omogoča igralcem izvajati hitre eksplozivne gibe ter učinkovito izvedbo tehnike. Prav tako je pomembna tudi višina vertikalnega skoka, ki omogoča igralcem višji doseg. Posledično so igralci z višjim dosegom učinkovitejši v napadu in bloku. Naš cilj je bil raziskati, ali je višina vertikalnega skoka povezana z maksimalno močjo, ki so jo testiranci proizvedli pri potiskanju bremena na napravi za potiskanje nog (angl. Leg press). Naši merjenci so bile odbojkarice v starostnem obdobju od 16 do 18 let. Ugotovili smo, da med višino vertikalnega skoka in maksimalno močjo ni prisotne linearne odvisnosti, vendar to ne pomeni, da maksimalna moč ne vpliva na višino skoka. Iz rezultatov smo razbrali, da je višina skoka z nasprotnim gibanjem večja kakor višina skoka iz počepa, kar smo tudi pojasnili z različnimi dejavniki. Opazili smo, da telesna višina merjenk ne vpliva na njihovo skočnost in da lahko na višino skoka vpliva tudi njihova igralna pozicija.

Ključne besede: maksimalna moč, višina skoka, skok z nasprotnim gibanjem, skok iz počepa

SEZNAM KRATIC IN POJMOV

SJ – skok iz počepa (v orig. squat jump)

CMJ – skok z nasprotnim gibanjem (v orig. counter movement jump)

EUR – indeks izkoristka ekscentrične faze (v orig. eccentric utilization ratio)

LP – potisk nog (v orig. leg press)

1 RM – največje breme, ki ga je oseba zmožna tehnično in pravilno dvigniti v eni ponovitvi (v orig. one repetition maximum)

5 RM – največje breme, ki ga je oseba zmožna tehnično in pravilno dvigniti v petih ponovitvah (v orig. five repetition maximum)

OZS – Odbojcarska zveza Slovenije

STDEV – standardni odklon vzorca (v orig. standard deviation)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoricama, da sta mi dali pobudo za raziskovalno nalogo in mi svetovali pri izbiri teme. Prav tako bi se rada zahvalila kondicijskemu trenerju, ki mi je pomagal pri izvajanju meritev in statistični obdelavi eksperimentalnega dela naloge.

Zahvalila bi se profesorici slovenščine za lektoriranje raziskovalne naloge in profesorici informatike za pomoč pri statističnih izračunih. Hvala tudi družini za vso podporo.

Prav tako se zahvaljujem vsem merjencem, brez katerih ta raziskovalna naloga ne bi uspela.

1 UVOD

Odbojka je šport, v katerem so združena eksplozivna gibanja, ki so prisotna predvsem v napadu, bloku in obrambi. Skoki so prisotni v vsaki akciji igre, zato sta ob ustrezni moči in višini vertikalnega skoka pomembni tudi dobra fizična pripravljenost in koordinacija. Visoki vertikalni skoki povzročajo velike obremenitve na mišicah in sklepih, kar lahko poveča tveganje za poškodbe. Hkrati pa ključno vlogo pri preprečevanju poškodb in izboljšanju zmogljivosti igra razvoj moči.

Krepitev mišic nog, trupa in drugih ključnih mišičnih skupin ne le omogoča večjo moč in eksplozivnost, temveč tudi zagotavlja stabilnost in nadzor med skokom. Pravilna izvedba tehničnih elementov, kot so pravilna telesna drža in pravilna uporaba mišic, pa dodatno pripomore k izboljšanju učinkovitosti skoka. S krepitvami mišic pa ne povečujemo le njihove moči, ampak tudi zmanjšujemo tveganje za poškodbe. V raziskovalni nalogi bomo predstavili tudi zgradbo in delovanje mišic, poškodbe v odbojki ter preventivo pred poškodbami.

Višina vertikalnega skoka je odvisna od različnih dejavnikov kot so tehnika, teža posameznika, eksplozivnost, genetika. V odbojki pa je odvisna tudi od igralne pozicije igralca, saj je pri nekaterih pozicijah, kot je libero prisotnih manj skokov in posledično je lahko tudi višina njihovega vertikalnega skoka nižja, vendar to ni nujno. V raziskovalni nalogi smo se osredotočili na skok z nasprotnim gibanjem in skok iz počepa, ki sta v odbojškarski igri prisotna predvsem v izvedbi napada in bloka.

Igralci z višjim vertikalnim skokom imajo tudi višji doseg, ta pa je ključen v uspešnosti v odbojškarski igri. Poleg slabše učinkovitosti v igri pa so lahko posledice slabe mišične moči in nizkega vertikalnega skoka tudi povečano tveganje za poškodbe in omejena splošna telesna funkcionalnost.

2 TEORETIČNO OZADJE

2.1 Odbojka

2.1.1 Zgodovina odbojke

Odbojka, takrat poznana pod imenom »mintonnete«, je bila kot šport prvič predstavljena v Združenih državah Amerike 9. februarja 1895 v mestu Massachusetts. Njen izumitelj je William G. Morgan, ki je bil učitelj športne vzgoje na šoli YMCA. Njegov glavni cilj je bil najti dvoranski ekipni šport, ki bi bil manj kontakten kot košarka in bi igralcem avstralskega nogometa pomagal pri vzdrževanju telesnih sposobnosti brez večjih možnosti poškodb. Na začetku so v odbojki uporabljali višino mreže 183 centimetrov in usnjeno žogo z gumijasto notranjostjo, ki je tehtala 250–340 gramov. (Akadamis, 2018)

V ZDA je odbojka pritegnila veliko pozornosti, kasneje pa se je preselila po vsem svetu; leta 1900 v Kanado in kasneje na Kubo in Filipine, v Puerto Rico, v Urugvaj ter na Japonsko in Kitajsko. Priljubljena je bila v vseh družbenih slojih. V nekaterih državah Evrope se je odbojka pojavila v obdobju med prvo svetovno vojno, kjer so se odbojkarska pravila znotraj držav spreminjala. Želja poenotениh pravil odbojkarske igre je bila razlog za nastanek mednarodne odbojkarske federacije (FIVB), ki je bila ustanovljena leta 1947. (Akadamis, 2018)

Prvo žensko svetovno prvenstvo je potekalo v Moskvi leta 1952, kjer je nastopalo 8 držav. Prvo moško svetovno prvenstvo pa je potekalo v Pragi leta 1949, kjer je nastopalo 10 držav. Prvo evropsko prvenstvo za moške je potekalo v Rimu leta 1948. V Rimu je prav tako potekalo žensko evropsko prvenstvo leta 1949. (Akadamis, 2018)

2.1.2 Odbojka v Sloveniji

Odbojka se je v Sloveniji pojavila na začetku 20. stoletja, ko so jo ob prihodu predstavili češki Sokoli. V Sloveniji so jo prvič igrali leta 1924 v telovadnici Sokol v Mariboru. Do začetka druge svetovne vojne se je odbojka igrala v sokolskih organizacijah, po vojni pa se je razširila po vseh večjih slovenskih mestih. Leta 1949 je bila ustanovljena Odbojkarska zveza Jugoslavije, Odbojkarska zveza Slovenije pa leta 1950. (Odbojkarska zveza Slovenije, 2021a)

Po ustanovitvi OZS je začelo število odbojkarskih klubov v Sloveniji naraščati. Znotraj Odbojkarske zveze Slovenije so ženski in moški odbojkarski klubi v Sloveniji razporejeni v tri lige. Ekipe tekmujejo v prvi ligi, ki se deli na 1.A in 1.B, 2. ligi in 3. ligi. Najboljši klubi so v 1.A ligi, nato pa so ekipe po kakovosti razporejene na lestvicah v nižje lige. Za napredovanje v

višjo ligo se morajo klubi po številu točk, ki jih zberejo v celotni sezoni, uvrstiti na prvi dve mesti lige, ki jo trenutno zastopajo. Leta 2024 je v moški in ženski slovenski 1.A ligi sodelovalo 8 ekip. (Odbojkarska zveza Slovenije, 2023)

2.1.3 Značilnosti odbojke

Odbojka je ekipni nekontaktni šport, pri katerem sta ekipi ločeni z odbojkarsko mrežo. Velikost polja odbojkarskega igrišča je 9×9 metrov. Višina mreže, ki ločuje odbojkarski polji, pa se razlikuje v moški in ženski odbojki. Pri moških je visoka 243 centimetrov, pri ženskah pa 224 centimetrov.

Ekipa, ki je v igrišču, je sestavljena iz šestih igralcev. Vsak igralec pa ima dodeljeno svojo igralno vlogo. Njihov cilj je z uporabo največ treh dotikov žogo poslati preko mreže na nasprotnikovo stran tako, da se žoga dotakne tal v nasprotnikovem igralnem polju, in preprečiti, da se žoga dotakne tal v lastnem igralnem polju. Ekipa osvoji zmago, ko v vseh treh setih pred nasprotnikom doseže 25 točk z vsaj dvema točkama razlike. (Pravila odbojkarske igre, 2017)

Odbojka je sestavljena iz tehničnih in taktičnih komponent. Med tehnične komponente uvrščamo servis, sprejem servisa, podaja, udarec, blok, obramba udarca. (Zadražnik, 1998) Vsaka točka se začne s servisom, sledijo mu sprejem servisa in organizacija napada, podaja in udarec. Na nasprotnikovi strani pa sledi organizacija bloka in obramba udarca. Ekipe pridobijo večino točk z napadom in blokom. (Pravila odbojkarske igre, 2017)

2.1.4 Igralne vloge v odbojki

Na igralne vloge vplivajo telesne značilnosti in gibalne sposobnosti. Specializacija po igralnih vlogah se prične 13. do 15. leta starosti. Igralcem in igralkam so dodeljene naslednje vloge: podajalec, napadalec, sprejemalec – napadalec, bloker, korektor in libero. (Lima idr., 2019)

Glavna vloga podajalca je izvedba podaje in organizacije napada. Določi smer (v katero cono bo podal), način (podaja iz tal ali v skoku) in hitrost podaje. Organizacija napada je odvisna od kvalitete sprejema servisa, obrambe napadalnega udarca, položaja nasprotne ekipe v polju. Njegov cilj je soigralcu omogočiti izvedbo napada z največjo učinkovitostjo. Sodeluje tudi v bloku. Zelo pomembna je njegova kondicijska pripravljenost, saj je v stiku z žogo v vsaki akciji, prav tako je pomembna tudi hitra reakcija.

Med igro sta v polju dva igralca na položaju sprejemalca oz. napadalca. Eden je v sprednji liniji zraven mreže drugi pa v zadnji liniji. Sprejemalec sodeluje pri sprejemu servisa, v napadalnih

akcijah, pri sestavljanju bloka in pri obrambi udarca nasprotne ekipe. Pri sprejemalcih je pomembna višina skoka z nasprotnim gibanjem, ki ga med igro večinoma uporabljajo pri izvedbi servisa napada in bloka.

Bloker ja na položaju sredine mreže v sprednji liniji. Za to igralno vlogo je pomembna dosežena višina. Zadolžen je za hiter napad, ki omogoči večjo učinkovitost zaradi težje organizacije obrambe na nasprotnikovi strani. Po servisu gre v obrambo, v primeru izgubljene točke pa ga zamenja libero. Skok z nasprotnim gibanjem uporablja v izvedbi napada, skok iz počepa pa pri izvedbi bloka.

Korektor sodeluje pri izvedbi napada v sprednji in zadnji liniji, pri postavitvi bloka in obrambi. Za igralno vlogo korektorja je najbolj pomembna višina skoka z nasprotnim gibanjem (CMJ), saj so igralci zadolženi predvsem za izvedbo napada.

Glavna vloga libera je sprejem servisa in obramba udarca. Sodeluje le v zadnji liniji odbojarskega igrišča in se ne sme vključiti v izvedbo bloka in napada. Žogo lahko poda le s spodnjim odbojem ali z zgornjim odbojem v zadnji liniji. Blokerja zamenja po njegovem servisu v primeru izgubljene točke. V igri potrebuje hitro odzivnost in eksplozivnost, ki sta pomembna predvsem v obrambi.

Pri uspešnosti odbojkarjev in odbojkaric v igri imajo velik pomen telesna višina, moč, hitrost gibanja in izvedba tehničnih prvin.

2.1.5 Obremenitve v odbojki

Pri odbojki so prisotne velike sile na telo. Odbojka je sestavljena iz hitrih in eksplozivnih gibanj po igrišču ter velikega števila skokov, ki so prisotni v fazi napada in obrambe, zato sta pomembna predvsem eksplozivna moč in hitrost.

Pogostost izvajanja nekaterih gibov kot so skoki, doskoki, zamahi, je v odbojki precej odvisna od igralnih mest, ki so zelo specializirana. Igralna mesta oziroma pozicije v odbojki so podajalec, napadalec (korektor), sprejemalec, srednji bloker ter prosti igralec (libero). Po odbojarskih pravilih prosti igralec ne sme servirati, izvajati napadalnega udarca in med igro podajati s prsti v območju treh metrov pri mreži. Posledično pozicija prostega igralca izvaja precej manj skokov in zamahov z roko. Največje obremenitve glede skokov in zamahov z roko lahko pričakujemo pri sprejemalcih, napadalcih in srednjih blokerjih. (Sattler, Dervišević in Hadžić, 2016, str.151-154)

2.1.6 Starostne kategorije v odbojki

V odbojki poznamo 5 starostnih kategorij:

- mlajše deklice in dečki v mini odbojki v starosti do 10 let,
- mlajše deklice in dečki v mali odbojki v starosti 10-12 let,
- starejši dečki in starejše deklice v starosti 12-14 let,
- kadeti in kadetinja v starosti 14-16 let,
- mladinci in mladinke v starosti 16-18 let.

2.1.7 Najpogostejše poškodbe v odbojki

»V vsakem športu se izvajajo različne oblike gibanj. To velja tudi za odbojko, kjer so obremenitve zelo specifične. Pri odbojki so pogosti predvsem hitri eksplozivni gibi celotnega telesa.« (Najpogostejše poškodbe v odbojki, 2022) Kot v vseh športih so tudi v odbojki športniki izpostavljeni številnim poškodbam.

Poškodbe delimo na akutne in kronične. Akutne poškodbe se zgodijo nenadoma med telesno aktivnostjo (npr. zvin gležnja, izpah ali zlom roke...) in se kažejo z

- nenadno močno bolečino,
- otekanjem,
- nezmožnostjo obremenitve uda in občutljivostjo le-tega,
- nezmožnostjo premikanja sklepa.

Kronične poškodbe pa nastanejo zaradi pretirane uporabe določenega dela telesa med vadbo. Te se kažejo z bolečino med aktivnostjo, otekanjem...

Nekatere poškodbe se zgodijo po naključju, za druge pa obstaja več vzrokov, kot so nepravilno izvajanje športne aktivnosti, neprimerna športna oprema, pomanjkanje kondicije ter nezadostno ogrevanje in raztezanje. Prizadenejo lahko katerikoli del telesa, največkrat so prizadete kosti, mišice ali drugo mehko tkivo. (Najpogostejše poškodbe v odbojki, 2022)

Večina poškodb v odbojki se zgodi v coni ob mreži in sicer po doskoku.

Najpogostejše poškodbe pri odbojki so poškodbe gležnjev, prstov na rokah ter kolenskega in ramenskega sklepa. Poškodbe gležnjev in prstov na rokah so bolj akutne narave, medtem ko so bolečine v kolenskem in ramenskem sklepu bolj kronične. (Najpogostejše poškodbe v odbojki, 2022)

Pri poškodbah gležnjev je najpogostejši zvin gležnja, ki se zgodi ob doskoku na nasprotnikovo nogo pod mrežo ali na nogo soigralca.

Pri poškodbah prstov rok najpogostejše prihaja do natega ligamentov oz. zlomov kosti v prstih rok. Ti nastanejo zaradi kontaktov z žogo ob blokiranju napadalnih udarcev.

Poškodbe in bolečine v kolenskem sklepu po navadi nastanejo zaradi ponavljajočih se skokov in hitrih sprememb smeri. Sem lahko uvrščamo tudi preobremenitveni sindrom patelnega ligamenta, ki mu pravimo tudi koleno skakalca.

Poškodbe in bolečine v ramenskem sklepu so na 3. mestu najpogostejših poškodb v odbojki in nastanejo zaradi ponavljajočih se napadalnih udarcev in servisov.

Redkejšje so poškodbe sprednje križne vezi, ki so običajno posledica rotacije ob samem doskoku. (Najpogostejše poškodbe v odbojki, 2022)

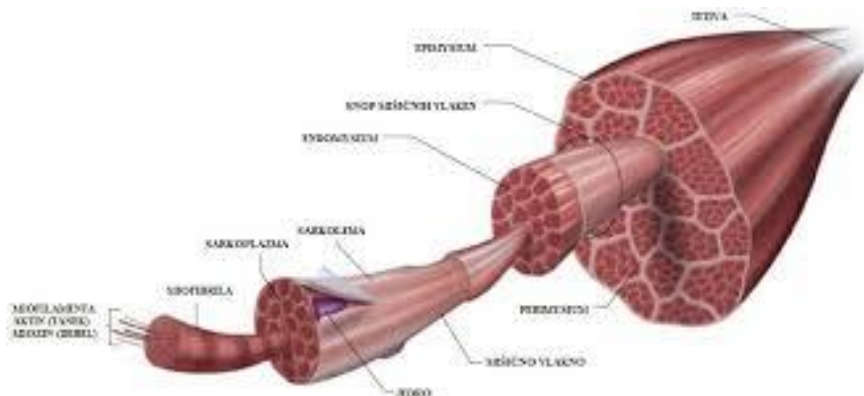
Poškodbe so prisotne v vseh športih, vendar jih lahko z različnimi preventivami preprečimo in omejimo. Dobra preventiva pred poškodbami je ustrezna kondicijska pripravljenost, kamor sodi tudi trening fizične moči, zato je trening moči zelo priporočljiv, predvsem po poškodbah.

2.2 Zgradba in delovanje mišic

»Mišica je tkivo, ki s krčenjem doseže premik ali napetost.« (Burnie, 1999, str. 48) V mišicah se spreminja kemična energija v gibanje in toploto. Nekatere mišice začnejo delovati samo po naši volji, druge pa opravljajo svoje delo samodejno tudi pri spečem ali nezavestnem človeku.

»Mišica je zgrajena iz dolgih in tankih mišičnih celic, ki jim pravimo mišična vlakna. V mišičnih vlaknih so še tanjša vlakenca (fibrile), ki se pri mišičnem delu skrčijo in skrajšajo, pri počitku pa popustijo in postanejo daljše.« (Pocajt, Širca, 1998, str. 49) V fibrilah pa so mišične nitke ali filament, ki so iz dveh vrst beljakovin – aktina in miozina.

Mišične celice so z vezivnim tkivom povezane v manjše in večje snopiče. Večji snopiči gradijo skeletno mišico, ki je prečnoprosta in je pod zavestno kontrolo. (Popovič, 2003) mišice so na kost pritrjene s kitami ali tetivami. Na eni kosti ima mišica izhodišče (origo) na drugi pa pripenjališče (nasadišče, insercijo). Tipična oblika mišice je vretenasta z ošiljenima koncema, mišice pa so lahko tudi ploščate, trakaste itd. (Pocajt, Širca, 1998, str. 49)



Slika 1: Zgradba skeletne mišice (vir: <https://www.fsp.uni-lj.si/cobiss/diplome/Diploma22068820HrenTadej.pdf> 8.2.2024)

»Mišice delujejo tako, da potezajo kosti kot vzvode. Pri skrčenju (kontrakciji) se mišica skrajša približno za petino dolžine, se hkrati zadebeli in postane trša. Dolge, tanke mišice se torej znatneje skrajšajo kot kratke. Moč mišice je odvisna od njene debeline, zato so kratke in debele mišice močnejše« (Pocajt, Širca, 1998, str. 49)

Nadzor nad gibanjem mišičja izvajajo veliki možgani. (Popovič, 2003) Da gib poteka gladko in zanesljivo, pri vsakem gibu sodeluje več mišic. Če mišica nima zveze z živcem je hroma oz. paralizirana. (Pocajt, Širca, 1998, str. 49)

2.2.1 Krčenje mišic

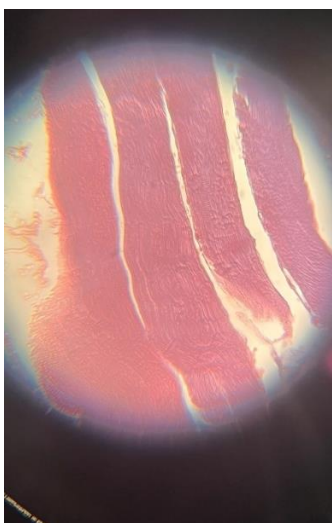
Poznamo dve obliki krčenja mišic. »Pri izotoničnem krčenju se mišica močno skrajša in pri tem pritegne del telesa, napetost v njej pa se le malo poveča. Pri izometričnem krčenju se v mišici močno poveča napetost in čeprav doseže veliko vlečno moč, se mišica le malo skrajša.« (Burnie, 1999, str. 49). z izotoničnim krčenjem mišic bi lahko na primer dvignili knjigo, z izometričnim krčenjem mišic pa bi jo držali v zraku.

2.2.2 Vrste mišic

»V telesu so tri vrste mišic – srčna, progaste in gladke mišice. V srčni in progastih mišicah aktinska in miozinska vlakna ne potekajo po vsej dolžini mišične celice, ampak so izmenično nameščena v progah, imenovanih sarkomere. Gladke mišice ne kažejo prog in so brez sarkomer.« (Burnie, 1999, str. 48) Osredotočili se bomo na progaste mišice, ki so med izvedbo meritev sodelovale pri izvajanju skokov in pri potiskanju bremena.

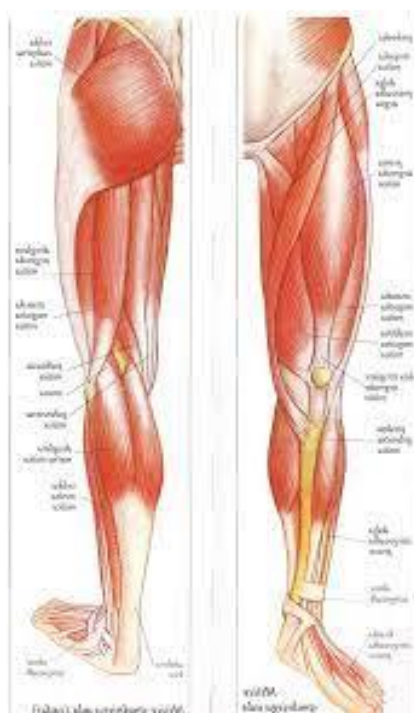
2.2.3 Progasta mišica (mišica, pritrjena na okostje)

»Progastim mišicam pravimo tudi gibalne ali skeletne mišice, ker so povezane z okostjem in omogočajo gibanje telesa.« (Burnie,1999,str. 48) Nadzorujemo lahko njihovo krčenje in raztezanje. Vlakna teh mišic so dolga in prečno progasta. Proizvajajo veliko toplote in sestavljajo približno 40% telesne teže. Skeletne mišice se lahko le skrčijo, raztegnit pa se ne morejo same. Gibanje jim omogočajo nasprotno delujoče skupine mišic ali antagonistični pari, kjer ene mišice ob krčenju raztezajo druge mišice. (Burnie,1999,str. 48)



Slika 2: Prečno progasta mišica pod mikroskopom pri 400-kratni povečavi (vir: avtorska fotografija)

2.2.4 Mišice spodnjega uda



Slika 3: Mišice spodnjega uda (vir: Burnie, 1999)

Spodnji ud je pri človeku najbolj mišičast del telesa. Mišice tega dela dajejo moč za hojo in tek ter nosijo vso težo telesa. Mišice spodnjega uda igrajo ključno vlogo v športu, saj so odgovorne za gibanje, ravnotežje, stabilnost in moč. (Burnie, 1999, str. 56) Te mišice so bistvene pri številnih športih, ki zahtevajo tek, skakanje, obračanje, pospeševanje in druge gibalne aktivnosti. Močne in vzdržljive mišice spodnjega uda so ključnega pomena za preprečevanje poškodb in izboljšanje športne uspešnosti pri različnih disciplinah. V primeru prisotnosti asimetrij pa lahko pride do poškodb ali slabše zmogljivosti. Te lahko nastanejo zaradi ponavljajočih se vsakodnevnih podobnih gibov ali po poškodbi. Pri tem se nekatere mišice razvijejo bolj kot druge. Redno vadbo, ki krepi te mišice, je zato priporočljivo vključiti v trening vsakega športnika.

Mišice spodnjega uda delimo:

- Glede na lego
- Glede na sklepe
- Po nalogah

Glede na lego delimo mišice spodnjega uda na:

- Medenične mišice
- Stegenske mišice
- Golenske mišice
- Mišice stopala

2.2.4.1 Medenične mišice

Medenične mišice omogočajo upogibanje kolčnega sklepa. Sem spadajo:

- Črevnično-ledvena mišica (lat. musculus iliopsoas) izhaja s stranskih odrastkov prsnih in ledvenih vretenc in črevnice, narašča se na stegnenico in upogiba kolčni sklep
- Velika zadnjična mišica (lat. musculus gluteus maximus) izteza kolčni sklep in vrti stegnenico navzven
- Srednja zadnjična mišica (lat. musculus gluteus medius) stegno odmika in vrti kolčni sklep
- Mala zadnjična mišica (lat. musculus gluteus minimus) stegno odmika in vrti kolčni sklep

(Dolinar, Cunk Manić in Tarman Šmit, 2022, str. 128)

2.2.4.2 Stegenske mišice

Stegenske mišice so številne in omogočajo upogibanje in krčenje kolena in kolka. Delimo jih v sprednjo (ekstenzorno – iztezalno), sredinsko (adduktorno – primikalno) in zadajšnjo (flektorno – upogibalno) skupino.

Sprednja skupina:

- Krojaška mišica (lat. musculus sartorius) je najdaljša mišica v človeškem telesu in omogoča upogibanje kolčnega in kolenskega sklepa ter vrtenje v kolenu in kolku.
- Štiriglava stegenska mišica (lat. musculus quadriceps femoris) je najmočnejša mišica v sprednji skupini . ima štiri glave , ki se združujejo v skupno kito, v katero je vložena pogačica. Njena glavna naloga je iztezanje kolena.

Sredinska skupina: njihova glavna naloga je premikanje stegna. Glavne primikalke so:

- Dolga primikalka (lat. musculus adductor longus)

- Kratka primikalka (lat. musculus adductor brevis)
- Velika premikalka (lat. musculus adductor magnus)

Zadajšnja skupina: omogočajo iztezanje kolka in upogibanje kolena

- Dvoglava stegenska mišica (lat. musculus biceps femoris)
- Polopnasta mišica (lat. musculus semimembranosus)
- Polkitasta mišica (lat. musculus semitendinosus)

(Dolinar, Cunk Manić in Tarman Šmit, 2022, str. 128-129)

2.2.4.3 Golenske mišice

Golenske mišice omogočajo premikanje goleni, stopala in prstov na nogah. V to skupino spadajo:

- Sprednja golenska mišica (lat. musculus tibialis anterior)
- Dolga iztezalka prstov (lat. musculus extensor digitorum longus)
- Dolga palčna iztezalka (lat. musculus hallucis longus)
- Dolga mečna mišica (lat. musculus peroneus longus), ki upogiba stopalo, ga odmika in pronira
- Kratka mečna mišica (lat. musculus peroneus brevis), ki odmika in pronira stopalo
- Troglava mišica (lat. musculus triceps surae), ki se s skupno kito Ahilovo tetivo narašča na petnico in premika stopalo

(Dolinar, Cunk Manić in Tarman Šmit, 2022, str. 129-130)

2.2.4.4 Mišice spodnjega dela noge

Mišice spodnjega dela noge so majhne in številčne. Največ jih je okoli palca. Omogočajo upogibanje, iztezanje, premikanje, odmikanje stopala in upogibanje ter iztezanje prstov na nogah. (Dolinar, Cunk Manić in Tarman Šmit, 2022, str. 130)

2.2.5 Kontrakcije mišic

»Glede na spremembo dolžine in napetosti mišice, ki nastopi ob kontrakciji, ločimo izometrično in izotonično kontrakcijo, znotraj slednje pa še ekscentrično in koncentrično mišično kontrakcijo.« (Klakočar, Zorman in Žvikart, 2017)

Pri koncentrični kontrakciji se mišica skrajša, saj je sila, ki jo mišica razvije, večja kot sila zunanje obremenitve, npr. upogib komolca. (Klakočar, Zorman in Žvikart, 2017)

Pri ekscentrični kontrakciji se mišica ob kontrakciji zaradi delovanja zunanje obremenitve raztegne, saj je ta obremenitev večja od sile, ki jo mišica razvije. Npr. poskus dvigovanje pretežke uteži s krčenjem komolca ali postopno spuščanje take uteži, namesto da bi jo zgolj naenkrat spustili. Ta tip kontrakcije v primerjavi s koncentrično kontrakcijo mišico bolj poškoduje, a tudi bolj prispeva povečanju mišične mase (hipertrofiji) in s tem k večji moči mišice. Na tem tipu kontrakcije temeljijo treningi za večanje mišične mase in moči. (Klakočar, Zorman in Žvikart, 2017)

2.3 Definicija skoka

Skok je gibanje, ki je sestavljeno iz treh faz: odziv, faza leta in pristane. Vse tri faze skoka je možno izvesti na več različnih načinov – odziv in pristane enonožno ali sonožno, pred odzivom je lahko še faza zaleta, pri odzivu si lahko pomagamo z različnimi pripomočki npr. odzivna deska. Skoki majo pomembno vlogo v mnogih športih, kot so odbojka, košarka in atletika.

S skoki se dosegajo različni cilji, kot so maksimalni doseg rok (višina dotika), maksimalna višina težišča telesa in maksimalni čas, ki ga telo preživi v zraku. »Po merilih biomehanike skoke razvrstimo v take, kjer razvijemo maksimalno vertikalno hitrost težišča pri odskoku, take, kjer hočemo doseči maksimalno horizontalno daljavo, in take, ki vključujejo salte in obrate med letom« (Enoka, 2002)

2.3.1 Skok iz počepa (angl. squat jump - SJ)

Skok iz počepa je skok, kjer je proizvedeno le koncentrično gibanje. Da bi se izognili izkoriščanju ekscentrično-koncentričnega delovanja mišic, mora skakalec v najnižji točki obmirovati vsaj 2 sekundi. Spada med skoke, kjer je odziv izveden z mesta.

Razlika med skokom iz počepa in skokom iz čepa je v kolenskem sklepu. Pri izvajanju skoka iz počepa znaša kot v kolenu 90° , pri izvajanju skoka iz čepa pa kot ni natančno definiran.

V večini primerov je skok iz počepa nižji kakor skok z nasprotnim gibanjem. Z njim lahko izmerimo moč spodnjih okončin odbojkarjev. Skok iz počepa je v odbojki prisoten pri izvedbi bloka. (Hooren in Zolotarjova, 2017)

2.3.2 Skok z nasprotnim gibanjem (angl. counter movement jump - CMJ)

Skok z nasprotnim gibanjem, je skok pri katerem začnemo z gibanjem navzdol (ekscentrična faza). Takoj za tem sledi faza odriva. Zalet za skok se začne iz pokončnega, vzravnane položaja in se z upogibom v kolenih in kolku nadaljuje navzdol. Skakalec se z eksplozivnim iztegom v kolenih in kolku požene s tal in nato pristane spet na tleh. Pri tem skoku pride do ekscentrično-koncentrične mišične kontrakcije. Skok se večinoma izvaja s fiksnimi rokami na bokih.

Uporablja se za ugotavljanje maksimalne moči iztegovalk spodnjih okončin. Ta test se uporablja predvsem pri merjenju moči spodnjih udov odbojkarjev, saj skok z nasprotnim gibanjem predstavlja temeljno gibanje v tem športu pri izvedbi servisa, napada in bloka. (Kipp idr., 2016)

2.3.3 Oblike energije, ki so prisotne v CMJ

Pri skoku z nasprotnim gibanjem so prisotne različne oblike energije, ki omogočajo izvedbo giba in dvig telesa v zrak. Glavne energije, ki so prisotne v CMJ so:

- Kinetična energija, ki se generira med spuščanjem v počep in nato ponovno izkoristi za dvigovanje telesa v zrak.
- Potencialna energija, ki se med spuščanjem v počep poveča, nato pa se pretvori nazaj v kinetično energijo med dvigom telesa v zrak.
- Elastična energija, ki se med spuščanjem v počep shranjuje v mišicah in tetivah. Ko se telo dvigne iz počepa, se ta shranjena elastična energija sprosti in pomaga pri dvigu telesa v zrak.

2.3.4 Razmerje med skokom z nasprotnim gibanjem in skokom iz počepa

»Razmerju med SJ in CMJ pravimo indeks izkoristka ekscentrične faze (angl. eccentric utilization ratio; EUR). Dolgo časa je veljalo, da višje vrednosti EUR pomenijo boljši izkoristek elastične energije, kar pozitivno vpliva na športno zmogljivost. Vendar pa so poznejše študije pokazale, da višje vrednosti EUR ne nujno odražajo boljše telesne zmogljivosti, saj so lahko posledica slabše zmogljivosti pri skoku iz počepa (SJ), ki jo povzročata mišična ohlapnost in slabša sposobnost hitre proizvodnje sile.« (Pleša idr., 2022)

»Višina skoka je odvisna predvsem od impulza sile na podlago, zato je pri SJ ključna sposobnost hitre proizvodnje sile, ki je odvisna od togosti. Pri CMJ ima ta sposobnost manjši vpliv, saj se sila razvija že v ekscentrični fazi.« (Pleša idr., 2022)

»Poleg tega literatura poroča o tem, da bi EUR lahko bil tudi posledica razlik v kinematiki med skokoma (npr. globina počepa in nagib trupa) ter tudi razlik v koordinaciji gibanja. Skok iz počepa je tudi bolj nenaravno gibanje, saj večina drugih športnih gibov vključuje določeno količino nasprotnega gibanja, kar lahko prav tako vpliva na rezultate.« (Pleša idr., 2022)

2.4 Moč

Moč je ena izmed motoričnih sposobnosti človeka (Trening moči, 2017) :

- Maksimalna moč predstavlja sposobnost mišice ali mišičnih skupin premagati največje breme pri določenem enkratnem gibu (dinamična moč) oz. izometričnem napenjanju mišic (statična moč);
- Hitra ali eksplozivna moč predstavlja sposobnost mišice ali mišičnih skupin razviti čim večjo silo v čim krajšem možnem času, torej kolikšno največjo hitrost gibanja je mišica sposobna razviti pri določeni obremenitvi;
- Vzdržljivost v moči predstavlja sposobnost mišice ali mišičnih skupin premagovati določeno breme čim daljše časovno obdobje, oz. čim večkrat premagati določeno breme v določenem časovnem obdobju.

V vseh navedenih primerih govorimo o treningu oz. razvoju moči, vendar na različnih nivojih. Glede na naše cilje in želje se odločimo na katerem nivoju bomo razvijali moč. Kadar pa govorimo o telesni pripravi športnika pa moramo upoštevati še zahteve posameznega športa. (Trening moči, 2017)

2.4.1 Maksimalna moč

Maksimalna moč je osnova vsem drugim močem. Odvisna je od mišičnih dejavnikov (prečni presek mišice, mišična masa in razmerje med hitrimi ter počasnimi mišičnimi vlakni) in od živčnih dejavnikov (mišična aktivacija ipd.). Z izboljšanjem enega ali drugega dejavnika se poveča tudi maksimalna moč mišičnih skupin. Če je cilj športnika povečanje maksimalne moči, je smiselno tako načrtovati tudi trening. (Trening moči, 2017)

2.4.2 Hitra ali eksplozivna moč

Prav tako je odvisna od živčnih in mišičnih dejavnikov. Pri živčnih dejavnikih je pomembno še: medmišična koordinacija, predaktivacija, refleksna potenciacija in inhibicija ter aktivnost v zavestno kontrolirani fazi. Pri mišičnih dejavnikih pa je pomembno še dolžina mišice in elastičnost mišice in tetive. Potrebno je omeniti, da gre za hitro moč v koncentričnih pogojih (npr. skok iz čepa) ali ekscentrično-koncentričnih pogojih (pliometrija-npr. globinski skok). Trening hitre moči je zahtevnejši za sestavo programa, saj zahteva upoštevanje ciklizacije programa vadbe. (Trening moči, 2017)

2.4.3 Vzdržljivost v moči

Je prav tako odvisna od številnih mišičnih in živčnih dejavnikov. Najpogosteje uporabljeni metodi pa sta ekstenzivna in intenzivna metoda. (Trening moči, 2017)

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 Namen raziskovalne naloge

Namen naše raziskovalne naloge je bil raziskati ali je višina vertikalnega skoka (skok z nasprotnim gibanjem in skok iz počepa) odvisna od maksimalne moči, ki so jo merjenci proizvedli s potiskanjem bremena na napravi za potisk z nogami.

3.2 Delovne hipoteze

raziskovalna vprašanja:

- ali je višina skoka z nasprotnim gibanjem odvisna od maksimalne moči?
- ali je višina skoka iz počepa odvisna od maksimalne moči?

Hipoteze:

1. Merjenci, ki so proizvedli večjo maksimalno moč bodo imeli večjo višino skoka iz počepa.
2. Merjenci, ki so proizvedli večjo maksimalno moč, bodo imeli večjo višino skoka z nasprotnim gibanjem.
3. Višina skoka iz počepa bo bolj odvisna od maksimalne moči kakor višina skoka z nasprotnim gibanjem.
4. Skok z nasprotnim gibanjem bo višji kakor skok iz počepa.
5. Merjenci, ki igrajo v odbojki pozicijo, kjer se skoki pogosteje izvajajo, bodo imeli boljše rezultate pri višini obeh skokov.

3.3 Metode dela

3.3.1 Merjenci in potek meritev

V raziskavo je bilo vključenih 15 merjencev, vendar jih je bilo zaradi bolezni, izmerjenih le 9. Raziskavo smo izvedli izključno na ženskah, ki trenirajo odbojko vsaj petkrat tedensko eno uro in pol, torej vsaj 7,5 ur tedensko. Njihova povprečna starost je bila $16,89 \pm 0,11$ let. Meritve smo izvedli konec januarja 2024 v fitnesu v popoldanskih urah vedno pred treningom. Vsi merjenci so sodelovali prostovoljno, s soglasjem staršev ali zakonitih zastopnikov. Pred začetkom izvajanja meritev smo jih seznaniili z namenom raziskovalne naloge in uporabo pridobljenih rezultatov. Najprej smo izmerili višino skoka iz počepa in višino skoka z

nasprotnim gibanjem, nato pa smo še izvedli meritve maksimalne moči s potiskom bremena na napravi za potisk z nogami (angl. leg press machine).

3.3.2 Meritveni protokol

Meritve so bile sestavljene iz treh delov: segrevanje, merjenje višine skoka iz počepa in višine skoka z nasprotnim gibanjem ter merjenje maksimalne moči na napravi za potisk z nogami.

Merjenci so se najprej ustrezno ogreli. Ogrevanje je trajalo 15 minut in se je začelo z razteznimi vajami in vajami za ravnotežje kot sta lastovka in izpadni koraki. Sledil je tek in vaje atletske abecede. Nato so merjenci izvedli različne vrste poskokov, da so bili ustrezno ogreti za izvedbo meritev.

Nadaljevali smo z merjenjem višine skoka iz počepa in skoka z nasprotnim gibanjem. Vsak merjenec je izvedel na pritiskovni plošči en poskusni skok, da se je seznanil z gibanjem in napravo. Začeli smo s skokom iz počepa. Merjenec je stopil na pritiskovno ploščo Just Jump system, se spustil v počep, da je kot v kolenu znašal 90° in v tem položaju zadržal 3 sekunde. Sledil je skok. Po poskusnem skoku so sledili še trije skoki.

Med vsakim skokom, je bila pavza, da jih je merjenec lahko izvedel res optimalno. Po skokih iz počepa so sledili še skoki z nasprotnim gibanjem. Prav tako so imeli merjenci na voljo en poskusni skok. Merjenec je stopil na pritiskovno ploščo in izvedel skok, tako da je pokrčil in iztegnil kolena v čim krajšem času. Pri izvajanju obeh skokov so imeli merjenci roke fiksirane v bokih.



Slika 4: Začetna pozicija skoka iz počepa (vir: avtorska fotografija)



Slika 5: Izvedba skoka - faza leta (vir: avtorska fotografija)

Na koncu smo še izvedli merjenje maksimalne moči na napravi za potisk z nogami (angl. leg press machine).

Merjenje maksimalne moči je bilo sestavljeno iz ene ogrevalne serije, da se je merjenec seznanil z gibanjem in napravo, nato so sledile še tri serije. Pri vsaki seriji se je breme povečalo. Merjenci

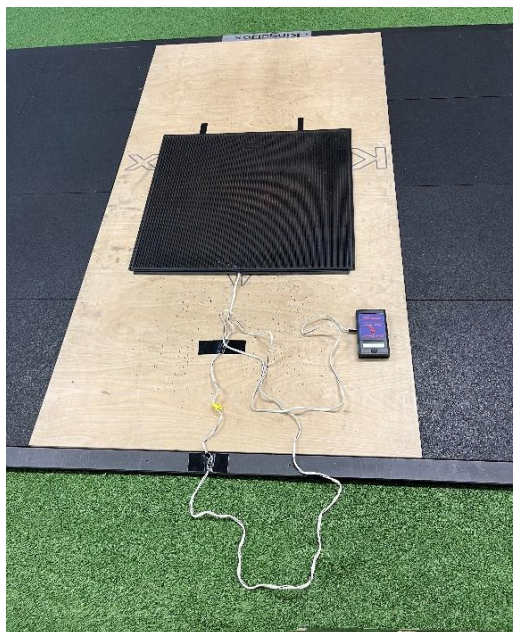
so vajo z danim bremenom izvajali do odpovedi. Ker bi bilo prenevarno izvajati 1RM (one repetition maximum), tj. največje breme, ki ga je športnik zmožen tehnično pravilno dvigniti v 1 ponovitvi, smo ga izračunali po Brzyckijevi formuli: $1RM = w / (1.0278 - 0.0278 \times r)$, kjer w predstavlja premagano breme, r pa število ponovitev.



Slika 6: Merjenje maksimalne moči na leg press napravi (vir: avtorska fotografija)

3.3.3 Instrumentarij

Pri meritvah smo za višino skoka iz počepa in skoka z nasprotnim gibanjem uporabili pritiskovno ploščo Just jump system, ki se uporablja za meritve različnih pojavnih oblik moči, ravnotežja in koordinacije ter ugotavljanje asimetrije med okončinama. Za merjenje maksimalne moči pa smo uporabili napravo za potisk z nogami Torque Fitness (2005, USA)



Slika 7: Pritiskovna plošča (vir: avtorska fotografija)



Slika 8: Izvajanje vaje na leg press napravi (vir: avtorska fotografija)

3.4 Statistična obdelava podatkov

Izmerjene rezultate smo vnesli v računalniški program in izračunali posamezne povprečne vrednosti ter statistično odvisnost med višino skoka in maksimalno močjo. Maksimalno moč smo izračunali po Brzyckijevi formuli: $1RM = w / (1.0278 - 0.0278 \times r)$, kjer w predstavlja maso bremena, r pa število ponovitev.

Statistično odvisnost med višino skoka in maksimalno močjo smo določili na podlagi Pearsonovega koeficienta korelacije, ki nam pove ali linearna povezanost med spremenljivkama sploh obstaja in kako močna je linearna povezava med spremenljivkama.

Pearsonov koeficient korelacije lahko zavzame vrednosti od -1 do 1. 0 pomeni, da linearne povezanosti ni, vrednosti 1 in -1 pa pomenita popolno linearno povezanost.

Če obstaja pozitivna povezanost se z večanjem vrednosti prve spremenljivke večja tudi vrednost druge spremenljivke. Pozitivna povezanost obstaja takrat, ko je koeficient pozitiven in blizu 1. Če obstaja negativna povezanost se z večanjem vrednosti prve spremenljivke manjšajo vrednosti druge spremenljivke. Negativna povezanost obstaja takrat, ko je koeficient negativen in blizu -1. (Kaj je Pearsonov koeficient? <https://www.statistik.si/pearsonov-koeficient/>)

Za določanje moči povezanosti spremenljivk uporabljamo spodnjo lestvico vrednosti koeficienta, in sicer:

Tabela 1: Lestvica vrednosti koeficienta in moči povezanosti

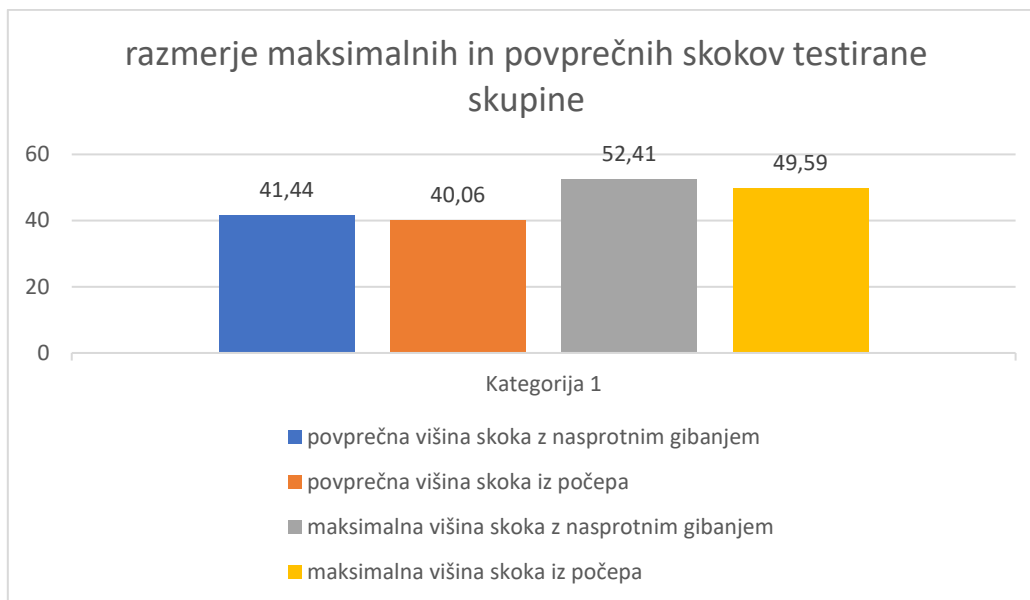
(vir: <https://www.statistik.si/pearsonov-koeficient/> 3.2.2024)

VREDNOST KOEFICIENTA	MOČ POVEZANOSTI
0,00	ni povezanosti
0,01-0,19	neznatna povezanost
0,20-0,39	nizka/šibka povezanost
0,40-0,69	srednja/zmerna povezanost
0,70-0,89	visoka/močna povezanost
0,90-0,99	zelo visoka/zelo močna povezanost
1,00	popolna povezanost

Potrebno je še poudariti, da Pearsonov koeficient korelacije govori o povezanosti dveh spremenljivk, ne pa tudi o vplivu ene spremenljivke na drugo. (Kaj je Pearsonov koeficient? <https://www.statistik.si/pearsonov-koeficient/>)

4 REZULTATI

V raziskavi je sodelovalo 9 odbojkaric s povprečno višino $171,78 \pm 1,78$ cm. V grafikonu 1 lahko vidimo njihovo razmerje med maksimalnimi in povprečnimi skoki.



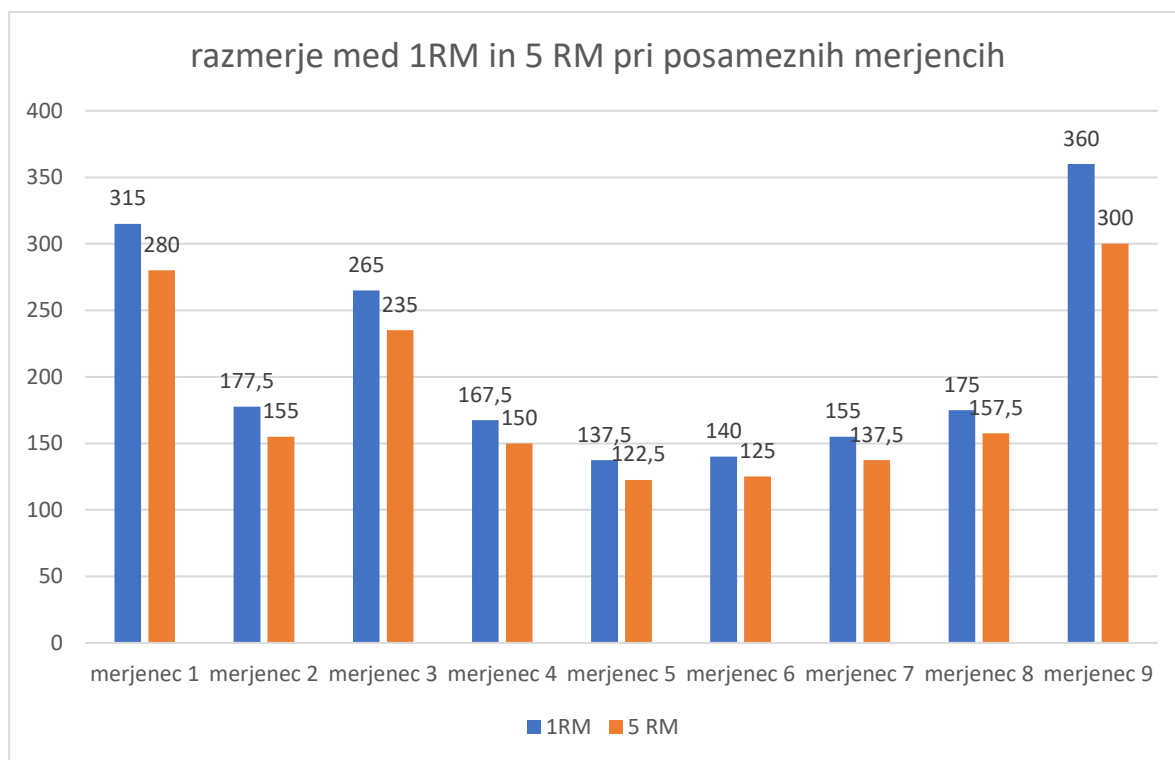
Grafikon 1: Razmerje maksimalnih in povprečnih skokov testirane skupine

Naš glavni cilj raziskave je bil ugotoviti ali je višina vertikalnega skoka odvisna od maksimalne moči. To smo ugotovili tako, da smo izračunali statistično odvisnost med tema dvema spremenljivkama na podlagi Pearsonovega koeficienta korelacije. Ugotovili smo, da je med maksimalno močjo in višino SJ odsotna linearna odvisnost, saj je koeficient znašal $-0,01008089$. Med maksimalno močjo in višino CMJ pa smo odkrili šibko pozitivno linearno povezanost, saj je koeficient znašal $0,107442807$. Ker gre za pozitivno linearno korelacijo bi se z večanjem maksimalne moči večala tudi višina skoka.

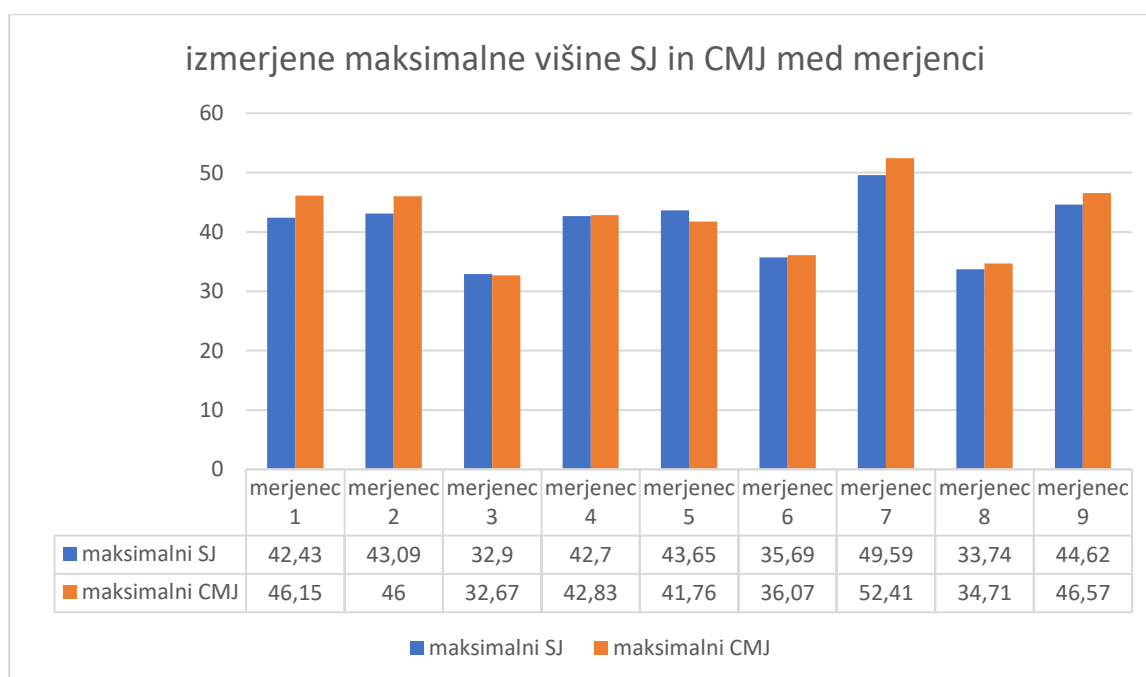
V spodnji tabeli so prikazane povprečne in maksimalne vrednosti lastnosti, ki smo jih pri raziskavi merili ter odstopanja med njimi.

Tabela 2: Maksimalne in povprečne vrednosti ter odstopanja med njimi

	AVERAGE	MAX	STDEV
1RM	210,3	360,0	82,02
SJ	40,06	49,59	5,22
CMJ	41,44	52,41	6,18



Grafikon 2: Razmerje med 1RM in 5RM med merjenci



Grafikon 3: Višine maksimalnih skokov med merjenci

5 DISKUSIJA

V raziskavi, kjer smo raziskovali povezavo med višino vertikalnega skoka in maksimalne moči je sodelovalo precej več igralk starih 17 in 18 let. To lahko pripisujemo dejstvu, da smo merjenke izbirali naključno iz klubske mladinske ekipe, ki je večinoma sestavljena iz starejših igralk. Z naključnim izbiranjem smo imeli kar nekaj težav, saj se večina igralk zaradi šolskih ali športnih obveznosti ter zdravstvenih težav ni morala udeležiti meritev. Kljub temu da so merjenke prišle iz istega kluba in ekipe se vidi precejšnja razlika v njihovi telesni zmogljivosti, kar lahko vidimo v grafikonu 2 in grafikonu 3.

Rezultati naše raziskave so pokazali presenetljivo dejstvo, da med višino SJ in maksimalno močjo ni linearne odvisnosti, med višino CMJ in maksimalno močjo pa je prisotna le šibka pozitivna linearna odvisnost. Čeprav smo pričakovali, da bi večja maksimalna moč v mišicah pripeljala do višjih vertikalnih skokov, naši podatki kažejo na odsotnost te povezave pri SJ. S pridobljenimi podatki ne moremo potrditi naše **1. hipoteze**, da je višina SJ odvisna od maksimalne moči.

Z rezultati smo prišli do ugotovitve, da obstaja šibka pozitivna linearna odvisnost med višino CMJ in maksimalno močjo. S tem podatkom, smo potrdili **2. hipotezo** o linearni odvisnosti med CMJ in maksimalno močjo. Presenetilo nas je dejstvo, da je od maksimalne moči odvisna le višina CMJ, kljub temu da tudi pri SJ sodelujejo podobne mišice, kot pri proizvajanju maksimalne moči na napravi za potisk z nogami. Ena od možnih razlag bi lahko bila, da sta si gibanji pri CMJ in LP bolj podobni in posledično tudi sodelujoče mišice. Skok iz počepa predstavlja tudi bolj nenaravno gibanje, saj večina drugih športnih gibov vključuje določeno količino nasprotnega gibanja, kar lahko prav tako vpliva na rezultate. (Pleša idr., 2022) z izračunanim rezultatom pearsonovega koeficienta, ki med SJ in maksimalno močjo znaša -0,01008089 med CMJ in maksimalno močjo pa 0,107442807, lahko sklepamo, da je višina CMJ bolj odvisna od maksimalne moči kakor višina SJ in s tem ovržemo našo **3. hipotezo**, o večji odvisnosti višine SJ z maksimalno močjo.

Druga možnost za to ugotovitev je lahko kompleksnost mehanizmov, ki vplivajo na višino skoka. Poleg same mišične moči vplivajo na višino skoka tudi drugi dejavniki kot so hitrost izvedbe, tehnika skakanja, gibljivost, togost mišic, sposobnost hitrega proizvajanja sile in drugi

dejavniki. Možno je, da nekatere od teh spremenljivk pri SJ bolj vplivajo na višino skoka kot sama maksimalna moč.

Tretja možna razlaga je lahko individualna variabilnost med posamezniki. Vsak posameznik ima svoje edinstvene telesne značilnosti, biomehaniko in genetsko predispozicijo, kar lahko vpliva na razmerje med maksimalno močjo in višino skoka. Medtem ko lahko nekateri posamezniki dosežejo visoke skoke brez izrazite maksimalne moči, torej drugi za dosego podobne višine skoka potrebujejo večjo moč.

Treba je tudi upoštevati, da naša raziskava ne izključuje možnosti, da maksimalna moč lahko vpliva na druge vidike športne uspešnosti ali na višino skoka v drugih kontekstih. Različne športne discipline, tehnike skakanja in druge spremenljivke lahko privedejo do različnih rezultatov.

Kljub temu da naša raziskava ne potrjuje linearnega odnosa med maksimalno močjo in višino SJ, poudarja kompleksnost teh interakcij in potrebo po nadaljnjih raziskavah za boljše razumevanje odvisnosti med maksimalno močjo in vertikalnim skokom. To lahko prispeva k boljšemu oblikovanju treningov in programov za izboljšanje športnih zmogljivosti.

Opazili smo tudi, da je bila višina skoka z nasprotnim gibanjem večja kakor višina skoka iz počepa in s tem potrdili našo **4. hipotezo**, da je CMJ višji kakor SJ. To lahko razložimo z različnimi sposobnostmi proizvodnje sile med tema dvema skokoma. Višina skoka je odvisna predvsem od impulza sile na podlago. Pri SJ je ta sposobnost hitre proizvodnje sile ključna in je odvisna od togosti. Pri CMJ ima ta sposobnost manjši vpliv, saj se sila razvija že v ekscentrični fazi. Zaradi manjšega vpliva sposobnosti hitre proizvodnje sile, je posledično SJ nižji kakor CMJ. (Pleša idr., 2022) Nekateri nižji merjenci so skočili enako visoko ali celo višje kakor merjenci, ki so bile višji od njih. To je dokaz, da telesna višina ne vpliva na skočnost igralcev.

Pri meritvah smo opazili, da so nekateri merjenci določene igralne pozicije, pri kateri se izvaja več skokov, skočili višje pri obeh skokih. S tem lahko potrdimo našo **5. hipotezo** o povezanosti med višino vertikalnega skoka in igralno pozicijo.

Merjenci bi lahko višino SJ še izboljšali, tako da bi v trening vključile še dodatno krepitev mišic spodnjega uda predvsem stegenskih mišic (izmed njih najbolj štiriglavo stegensko mišico) in mišic zadajšnje skupine, saj ravno te omogočajo upogibanje in krčenje kolena ter kolka. Trening bi bil sestavljen tudi iz eksplozivnega dela, kamor spadajo različni skoki, ki bi postopoma izboljšali sposobnost hitre proizvodnje sile. Zelo pomembne je pravilna tehnika počepa ter gibljivost in prožnost. Izboljšanje gibljivosti v skočnih sklepih, kolkih in gležnjih bi pomagalo izboljšati učinkovitost skoka. Z rednim treningom in postopnim dodajanjem bremena bi postopoma izboljšali višino SJ in zmanjšali možnosti poškodb. Podobno bi lahko izboljšali tudi višino CMJ.

6 ZAKLJUČEK

V raziskavi je sodelovalo 9 odbojkaric v starostnem obdobju od 16 do 18 let s povprečno starostjo $16,89 \pm 0,11$ let. Merjenke so prišle iz istega kluba in mladinske ekipe. Opazili smo, da so prisotne precejšnje razlike v njihovi telesni pripravljenosti.

Z rezultati smo ugotovili, da višini SJ in CMJ nista linearno odvisni od maksimalne moči, ki so jo merjenci proizvedli s potiskom bremena na leg press napravi.

Ugotovili smo, da je skok z nasprotnim gibanjem višji od skoka iz počepa pri vseh merjencih. Pri nekaterih nižjih merjencih smo opazili, da so bili v obeh skokih uspešnejši kakor nekateri merjenci višje rasti. S tem smo dokazali, da višina ne vpliva na skočnost.

Opazili smo, da se višina SJ in CMJ razlikuje tudi na podlagi igralne pozicije merjencev. Pri tistih igralnih pozicijah, kjer se izvajajo skoki pogosteje so bili rezultati boljši. S tem smo potrdili hipotezo o povezavi med igralno pozicijo merjenca in višino vertikalnega skoka.

Na višino skoka vpliva več dejavnikov, kot so togost mišic, hitrost izvedbe, tehnika skakanja, gibljivost, sposobnost hitrega proizvajanja sile, med njimi tudi maksimalna moč, vendar nima tako ključnega pomena. V odbojki je zaradi velikega števila skokov in eksplozivnih gibanj po igrišču zelo pomembno, da so mišice čimbolj simetrične. V primeru prisotnosti asimetrij je pomembno, da jih odkrijemo pravočasno in preprečimo možnost nastanka morebitnih poškodb. Asimetrije so lahko tudi posledica poškodbe, zato je potrebna, da oslABLJENE mišice pred vrnitvijo v šport ustrezno okrepimo.

Raziskavo bi lahko nadgradili z večjim številom merjencev, saj bi tako pridobili bolj zanesljive in točne rezultate. Za natančnejše rezultate bi lahko poleg maksimalne moči v raziskavo vključili tudi druge parametre, ki bi vplivali na višino skoka, kot so eksplozivna moč, hitrost izvedbe gibanja in druge spremenljivke. K natančnejšim rezultatom bi prispevala tudi vključitev drugih dejavnikov, kot so tehnika skakanja, mišična vzdržljivost, hitrost reakcije in druge fiziološke lastnosti, ki bi privedle do boljše analize povezav med maksimalno močjo in višino skoka.

Med izvajanjem meritev sem bolje spoznala odvisnost med višino vertikalnega skoka in maksimalne moči. Naučila sem se izvajanja tovrstnih meritev in spoznala delovanje

pripomočkov, ki smo jih v raziskavi uporabili. Ker me ta tematika zelo zanima, bi rada opravila takšne meritve še enkrat, vendar z večjim številom merjencev. Rada bi izvedela, ali se bi rezultati glede odvisnosti med tema dvema spremenljivkama spremenili z večjim številom merjencev. Želim si še več raziskovanja na področju merjenja mišičnih lastnosti in tudi izobraževanja. Bodočim raziskovalcem, ki bi se želeli raziskovanja na temo mišičnih lastnosti pa priporočam vključitev še drugih dejavnikov, ki vplivajo na izbrano spremenljivko, saj s tem izboljšajo natančnost izmerjenih podatkov.

7 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Raziskava je družbeno odgovorna, saj bralca seznani s pomenom in delovanjem moči ter različnih oblik skokov v športu, natančneje v odbojki. Koristna ni le za bralce temveč tudi za merjence, sodelujoče v raziskavi, ki jih rezultati informirajo o njihovem trenutnem fizičnem stanju, vezanem na višino skoka z nasprotnim gibanjem, višino skoka iz počepa in proizvedeno maksimalno močjo. S pomočjo rezultatov, bodo lahko v nadaljevanju sodelovali s trenerji in v trening vključili vaje za izboljšanje maksimalne moči, izvedbe in višine vertikalnega skoka.

8 VIRI IN LITERATURA

1. Adamakis, M. (2018). *Beginnings and development of Volleyball in Greece. History of volleyball in Europe*. University of Priština, Faculty of Sport and Physical Education in Leposavić, 30–50. http://www.fiep-serbia.net/docs/volleyball_in_europe.pdf
2. Burnie, D. (1999). *Leksikon človeškega telesa*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
3. Dolinar, M., Cunk Manić, V. in Tarman Šmit, I. (2022). *Anatomija in fiziologija človeka*. 3. izd., 4. natis. Podsmreka: Pipinova knjiga.
4. Popovič, M. (2003). *Osnove funkcionalne anatomije lokomotorne sistema*. 1. izd., 1. natis. Ljubljana: DZS.
5. Pocajt, M. in Širca A. (1998). *Anatomija in fiziologija*. Popravljen in dopolnjen izd., 12. natis. Ljubljana: DZS.
6. Klakočar, T., Zorman, T. in Žvikart, M. (2017). *Osnove gibanja in športne aktivnosti*. 6. prenovljena in dopolnjena izd. Maribor: Višja strokovna šola za gostinstvo in turizem.
7. Hlebš, S. (2019). *Funkcionalna anatomija spodnjega uda : skripta za študente Zdravstvene fakultete*. 2. ponatis. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta.
8. FIVB. Pravila odbojarske igre. Pridobljeno 15.1.2024 s spletne strani <https://www.odbojka.si/index.php?st=42336525546>
9. Trening moči. (2011). Pridobljeno 6. 2. 2024 s spletne strani <http://www.bodyteam.si/trening-moci-2/>
10. Pleša, J., Kozinc, Ž., Čretnik, K. in Šarabon, N. (2022). Razmerje med skokom z nasprotnim gibanjem in skokom iz počepa: mehanizmi v ozadju, vpliv treninga in praktična uporabnost. *Revija Šport*, Vol 70, Issue 3/4, p40.
11. Sattler, I., Dervišević, E. in Hadžić, V. (2016). Značilnosti obremenitev gibal pri odbojki. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
12. Čoh, M. s sodelavci. (2009). *Sodobni diagnostični postopki v treningu atletov*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
13. Enoka, M. R. (2002). *Neuromechanics of Human Movement – Third edition*. Champaign (IL): Human Kinetics.
14. Fritz, M. in Peikenkamp, K. (2010). *Simulation of the complex countermovement jumping by means of a simple four-degrees-of-freedom model*. *Medical and Biological Engineering and Computing* 48 (4), 361–70.

15. Kipp, K., Kiely, M. T. in Geiser, C. F. (2016). *Reactive strength index modified is a valid measure of explosiveness in collegiate female volleyball players. The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1341-1347. dostopno na https://journals.lww.com/nscajscr/fulltext/2016/05000/Reactive_Strength_Index_Modified_Is_a_Valid.20.aspx
16. Hooren, V. B. in Zolotarjova, J. (2017). *The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms With Practical Applications. The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31 (7), 2011–2020 dostopno na https://journals.lww.com/nscajscr/fulltext/2017/07000/the_difference_between_countermovement_and_squat.32.aspx
17. Odbojarska zveza Slovenije. (2021a). Zgodovina. Dostopno na https://www.odbojka.si/index.php?st=%20zgodovina_ozs
18. Odbojarska zveza Slovenije. (2023). Competition Standings. Pridobljeno 26.11. s spletne strani <https://ozs-web.dataproject.com/CompetitionHome.aspx?ID=102>
19. Odbojka od A do Ž. Pridobljeno 26.11.2023 s spletne strani <https://www.sportivoteam.com/odbojka-od-do-%C5%BE>
20. O odbojki: Zgodovina odbojke. Pridobljeno 28.11.2023 s spletne strani <https://www.zmagovalni-servis.si/clanek/o-odbojki---zgodovina-odbojke.html>
21. Pravila odbojarske igre. (2017). Pridobljeno 30.11.2023 s spletne strani https://www.odbojka.si/source/DOKUMENTI/2018/Pravila%20odbojka/Pravila%20odbojarske%20igre%202017-2020_2.pdf
22. Najpogostejše poškodbe v odbojki. (2022). Pridobljeno 10.12.2023 s spletne strani <https://vizita.si/zdravje/aktivno-zivljenje/najpogostejse-poskodbe-pri-odbojki.html>
23. Preprečevanje športnih poškodb. Pridobljeno 11.12.2023 s spletne strani <https://medartis.si/preprecevanje-sportnih-poskodb/>
24. Lima, R., Palao, J., M., Moreira, M. in Clemente, F. M. (2019). *Variations of technical actions and efficacy of national teams' volleyball attackers according to their sex and playing positions. International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(4), 491–502. Pridobljeno 14.11.2023 s spletne strani https://www.researchgate.net/publication/333515662_Variations_of_technical_actions

and efficacy of national teams' volleyball attackers according to their sex and playing positions

25. Majerič, M. (2007). Najpogostejše športne poškodbe. IZZIVI družinske medicine: učno gradivo: zbornik seminarjev študentov Medicinske fakultete Univerze v Mariboru 4. letnik 2007/2008, str. 238-248. Ljubljana: Zavod za razvoj družinske medicine. Pridobljeno 9.12.2023 s spletne strani <https://drmed.org/wp-content/uploads/2022/11/Izzivi-DM-2007-2008.pdf#page=243>
26. Kaj je pearsonov koeficient? Pridobljeno 1.2.2024 s spletne strani <https://www.statistik.si/pearsonov-koeficient/>
27. Zadražnik, M. (1998). *Tekmovalna uspešnost in psihosomatični potencial kakovostnih mladih odbojkarjev* [Doktorska dizertacija], Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

