

Povezanost jakosti gornjih ekstremiteta i antropometrijskih karakteristika

Šola, Branimir

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:931387>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje akademskog naziva:

magistar kineziologije)

Branimir Šola

**POVEZANOST JAKOSTI GORNJIH
EKSTREMITETA I ANTROPOMETRIJSKIH
KARAKTERISTIKA**

diplomski rad

Mentor:

Doc.dr.sc. Cvita Gregov

Zagreb, lipanj 2018.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena 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: Doc.dr.sc. Cvita Gregov

Student: Branimir Šola

Skraćenice:

1 RM – maksimalno opterećenje koje je moguće podići samo jednom (*engl. repetition maximum*)

TV – tjelesna visina

TM – tjelesna masa

RR – raspon ruku

DRd – dužina desne ruke

DRI – dužina lijeve ruke

SV – sjedeća visina

BP1rm – maksimalni potisak s ravne klupe (*engl. bench press; BP*)

BPinx – relativni maksimalni potisak s ravne klupe

R – Pearsonov koeficijent korelacije

SD – standardna devijacija

Min – minimum

Max – maksimum

AS – aritmetička sredina

POVEZANOST JAKOSTI GORNJIH EKSTREMITETA I ANTROPOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA

Sažetak

Potisak s ravne klupe jedna je od najčešće korištenih vježbi u procesu treninga s opterećenjem, bilo rekreativaca ili profesionalnih sportaša. Baš iz tog razloga ovo istraživanje za temu uzima upravo tu vježbu i stavlja je u odnos s antropometrijskim karakteristikama. Istraživanje se provelo na 102 zdrava ispitanika, studenta kineziološkog fakulteta koji su izmjereni u sljedećim antropometrijskim varijablama: tjelesna visina (TV), tjelesna masa (TM), raspon ruku (RR), dužina desne ruke (DRd), dužina lijeve ruke (DRI), sjedeće visine (SV), maksimalnog potiska s ravne klupe (BP1rm) i relativnog maksimalnog potiska s ravne klupe (BPinx). Rezultati prikazani kroz matricu korelacija ukazuju na statistički značajnu povezanost maksimalnog potiska s ravne klupe i tri varijable veličine tijela: tjelesne mase (TM, $r = 0.57$), raspona ruku (RR, $r = 0.19$) i sjedeće visine (SV, $r = 0.19$). Preostale tri varijable veličine tijela nisu bile u statistički značajnoj povezanosti s maksimalnim potiskom s ravne klupe. Nadalje, relativni maksimalni potisak s ravne klupe niti s jednom varijablom veličine tijela nije statistički značajno povezan. Istraživanjem je potvrđeno da je tjelesna masa u najvećoj mjeri povezana s rezultatom u maksimalnom potisku s ravne klupe i kod homogenih grupa studentske populacije.

Ključne riječi: potisak s klupe, antropometrija, trening jakosti

RELATIONSHIP BETWEEN UPPER BODY STRENGTH AND ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS

Abstract

Bench press is one of the mostly common used exercises in the resistance training programs for recreational or professional athletes. That is the main reason this research used that topic related to anthropometric characteristics. One hundred and two (102) students of Faculty of Kinesiology participated in this study and variables: height, weight, arm spend, right arm length, left arm length, seated height, one repetition maximum bench press (BP1rm) and relative maximum bench press (BP index). Results shown in the correlation matrix indicate statistically significant correlation between bench press and three body measures: body mass ($r = 0.57$), arm spend ($r = 0.19$) and seated height ($r = 0.19$). The other three variables did not show significant correlation to bench press. When we consider, relative maximum bench press, he did not show statistically significant correlation to body measure variables. This research confirmed that body mass has the highest correlation with maximum bench press within homogenic student entities.

Key words: bench press, anthropometry, strength training

Sadržaj:

1. Uvod	7
2. Ciljevi i hipoteze	11
2.1. Cilj istraživanja	11
2.2. Hipoteze	11
3. Metode istraživanja	12
3.1. Procedura testiranja	12
3.2. Uzorak ispitanika	12
3.3. Uzorak varijabli i njihovo mjerenje	13
3.4. Obrada podataka	17
4. Rezultati istraživanja	18
5. Rasprava	21
6. Zaključak	24
7. Literatura	25

1. Uvod

Trening s opterećenjem jedna je od najefikasnijih i najčešće upotrebljivanih metoda za razvoj jakosti kako u profesionalnih sportaša tako i kod rekreativaca (Dunnick i sur. 2015). U sklopu treninga s opterećenjem tri najvažnije i najčešće korištene vježbe su mrtvo dizanje, čučanj i potisak s ravne klupe (engl. *bench press*). U ovom radu baviti ćemo se potiskom s ravne klupe, koji zbog svoje popularnosti ima jako puno varijanti koje se koriste u različitim trenažnim procesima. Kosi potisak, kontra kosi potisak, potisak na trenažeru, potisak šipke opterećene lancima, potisak s klupe širokim hvatom, potisak s klupe uskim hvatom samo su neke od varijanti potiska koji se koriste u današnjem treningu s opterećenjem (McCaw & Friday, 1994; Saeterbakken i sur., 2011; Santana, Vera-Garcia & McGill, 2007; Schick i sur., 2010). Iz prethodno napisanog jasno možemo vidjeti kako se klasifikacija potiska s ravne klupe može raditi prema vrsti tereta, nagibu same klupe te širini hvata (Harasin, 2013).

Potisak s ravne klupe možemo definirati kao višezglobnu vježbu s teretom koju vježbač izvodi ležeći na leđima i potiskujući teret s prsa prema gore, a pripada skupini kinezioloških motoričkih znanja, čija kretnja nalikuje na biotičko motoričko znanje za svladavanje otpora, gdje se otpor svladava upiranjem o podlogu (Sekulić & Metikoš, 2007).

Važno je istaknuti koje mišiće aktiviramo prilikom izvedbe potiska s ravne klupe. Potisak s ravne klupe je kompleksna vježba koja uključuje pokrete u zglobu lakta i u zglobu ramena. Agonist, odnosno dominantan mišić koji izvodi pokret je *m. pectoralis major* (sternalni dio). Kao sinergisti (mišići koji pomažu agonistu) su *m. pectoralis major* (klavikularni dio), *m. deltoideus* (prednja glava), *m. triceps brachii*. Mišići koji stabiliziraju pokret su *m. erector spinae*, *m. latissimus dors*, *m. deltoideus* (stražnja glava) (Jukić i Marković, 2005). Kao što možemo vidjeti, to je pokret koji aktivira puno mišićnih skupina i koji je kompleksan za izvedbu.

Maksimalni potisak s ravne klupe također nam je zanimljiv zbog svoje uloge u powerliftingu koji čini jednu trećinu rezultata u tom sportu, no još bitnije, 1 RM u potisku s ravne klupe uzima se kao pokazatelj jakosti gornjeg dijela tijela (Kim i sur., 2002). Mjerenje maksimalnog potiska s ravne klupe (1 RM) zahtijeva prikladno zagrijavanje, optimalnu tehniku izvedbe vježbe te pomagača koji smanjuje mogućnost ozljede osiguravajući sportaša. Iako mjerenje maksimalnog potiska s klupe nije zahtjevno sportaši u treningu jakosti više koriste imaju kod podizanja submaksimalnih opterećenja.

Ova metoda mjerenja maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta ima i svoje nedostatke, jedan od njih je povezan s činjenicom da osobe koje su početnici u treningu s opterećenjem zbog straha neće ići do svojih krajnjih granica. Drugi nedostatak ovog protokola je taj što prije samog pokušaja 1RM-a potrebno je proći veći broj zagrijavajućih serija u kojima može doći do umora, te zbog toga rezultat u testu neće biti u potpunosti točan. Treći nedostatak koji treba spomenuti kod ovog testa za procjenu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta je taj što je jako puno vremena potrebno da bi se testiranje obavilo, dvije do pet minuta odmora između serija je preporučeno kod submaksimalnih serija tijekom samog protokola (Macht i sur., 2016). Alternativni pristup u procjeni maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta jeste procjena 1 RM kroz jednadžbu koja se bazira na informacijama broja ponavljanja s lakšim opterećenjem od 1 RM-a do otkaza. Upravo tu metodu mnogi početnici u treningu jakosti koriste za procjenu maksimalnog potiska s ravne klupe. Koristeći se lakšim opterećenjem i radeći maksimalan broj ponavljanja osjećaju se sigurnije i ne troše previše vremena (Macht i sur., 2016).

Također, u praksi se mogu koristiti i neke druge metode za procjenu 1 RM. Jedna takva metoda bazirana je na mjerenju srednje brzine potiska šipke koja uspijeva vrlo precizno (sa čak 95% točnosti) procijeniti 1 RM u potisku s ravne klupe, bilo kod izvedbe sa slobodnim utegom ili na Smith-ovoj mašini (Loturco i sur., 2016).

Negativna strana svih tih jednadžbi je ta što niti jedna od njih ne može sa 100% točnošću utvrditi 1 RM pojedinca u testu maksimalnog potiska s ravne klupe, te zbog toga većina trenera ostaje pri onoj prvoj metodi određivanja maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta.

Kada znamo da kvalitetan trening s opterećenjem mora biti jasno definiran po pitanju broja ponavljanja i opterećenja s kojim se radi, upravo te informacije o točnom maksimalnom potisku s ravne klupe su neophodne svakom kondicijskom treneru.

Važnost potiska s ravne klupe se vidi iz činjenice da se upravo ta vježba koristi kao prediktor uspješnosti kod igrača američkog nogometa. Protokol je jednostavan i uključuje podizanje tereta od 101 kg maksimalan broj ponavljanja (Hetzler i sur., 2010; Mayhew i sur., 2004, 1999).

U istraživanju koje su proveli Beaudion i sur., 2017 godine razmatrano je da li postoji psihološki utjecaj na rezultate u maksimalnom potisku s ravne klupe. Tako su analizirali dvije skupine ispitanika, od kojih je jedna znala opterećenje koje savladava, a druga nije. Hipoteza da će umor biti manji kod grupe koja nije znala opterećenje koje savladava ispostavila se

krivom. Odnosno, rezultati istraživanja nisu pokazali statistički značajne razlike između dvije grupe ispitanika (Beaudion i sur., 2018).

Vođeni činjenicom da rezultati u potisku s ravne klupe ovise o pojedinim antropometrijskim mjerama mnogi znanstvenici su provodili istraživanja kako bi otkrili povezanost antropometrijskih karakteristika s rezultatom u potisku s ravne klupe (Abe & Brechue, 2002; Keogh i sur., 2005; Keogh i sur., 2007; Kim i sur., 2002; Mayhew i sur., 1993; Mayhew i sur., 2008; Mayhew, Piper & Ware, 1993; Rambaud i sur., 2008).

Tako, na primjer, Caruso i sur., 2012. godine pokušavaju kroz antropometrijske mjere mase, dužine ruke i biakromijalnog raspona procijeniti rezultate u potisku s ravne klupe za različita opterećenja. Sva ova istraživanja provedena su zbog pretpostavki da osobe kraćih ruku, veće mase i voluminoznijeg gornjeg dijela tijela imaju prednost u potisku s ravne klupe u odnosu na osobe linearnije i ektomorfnije građe (Hart, Ward & Mayhew, 1990). Hart, Ward i Mayhew su znanstveno potvrdili veliku povezanost potiska s ravne klupe s opsegom prsa, opsegom nadlaktice, tjelesnom masom i bezmasnom masom tijela. Ista studija pokazala je kako je antropometrijskim faktorima objašnjeno svega 62% varijance rezultata u potisku s ravne klupe, te autor navodi kako osim antropometrijskih mjera veliku ulogu u predviđanju rezultata maksimalnog potiska s ravne klupe ima tip mišićnih vlakana, kut guranja opterećenja te neuromuskularna koordinacija mišića agonista i antagonista (Hart, Ward & Mayhew, 1990).

Tablica 1. Prikaz koeficijenata korelacije različitih varijabli veličine tijela i maksimalnog potiska s ravne klupe (1RM) kod različitih istraživanja.

Autori	Uzorak ispitanika	Varijable veličine tijela	Koeficijent korelacije s potiskom s ravne klupe 1 RM
Macht i suradnici (2016)	N=60	Tjelesna visina	0,15
		Tjelesna masa	0,60*
		Bezmasna masa tijela	0,69*
		% masti	0,25
		Opseg nadlaktice (flektirane)	0,79*
		Opseg prsa	0,64*
		Širina ramena	0,44*
Caruso i suradnici (2012)	N=36	Tjelesna masa	0,787*
		Dužina ruke	0,360*
		Biakromijalni raspon	0,343*
Dawes i suradnici (2016)	N=76	% masti	-0,327
		Bezmasna masa tijela	0,781**
		Masna masa tijela	0,073

*statistički značajni $p < 0,05$; **statistički značajni $p < 0,01$

2. Ciljevi i hipoteze

2.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja bio je utvrditi kolika je povezanost između maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta i nekih antropometrijskih karakteristika. Odnosno, pokušalo se utvrditi kolika je povezanost između tjelesne mase, tjelesne visine, raspona ruku, dužine ruku i sjedeće visine s maksimalnim potiskom s ravne klupe.

2.2. Hipoteze

H_1 – postoji statistički značajna povezanost između maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta i antropometrijskih karakteristika

H_0 – ne postoji statistički značajna povezanost između maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta i antropometrijskih karakteristika

3. Metode istraživanja

3.1. Procedura testiranja

Sva mjerenja i testovi provedeni su u prostorijama Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Testiranje se provodilo utorkom i četvrtkom kroz pet tjedana, a grupe su bile sastavljene od osam do deset ispitanika. Dob svih ispitanika bila je između 18 i 27 godina, također, svi su bili studenti Kineziološkog fakulteta i bili su upozoreni da minimalno 2 dana prije testiranja ne provode treninge jakosti za gornje ekstremitete.

Odmah po dolasku svi ispitanici su izmjereni u varijablama veličine tijela, a nakon mjerenja antropometrijskih karakteristika ispitanici su proveli standardizirani protokol zagrijavanja koje je sadržavalo sljedeće vježbe: četiri minute trčanja, kruženje ramenima, rukama i šakama (10 ponavljanja svaka strana), rotacija trupa (10 ponavljanja svaka strana), skokovi s odručenjem i raskorakom (20 ponavljanja), izbačaj medicine s prsa (5 ponavljanja i 3 serije), bacanje medicine u pod (5 ponavljanja i 3 serije) i sklekove s odrazom s rukama na povišenju (5 ponavljanja i 3 serije)

Po završetku zagrijavanja ispitanici su provodili test maksimalnog potiska s ravne klupe (BP) na način da su postepeno povećavali opterećenje do maksimalnog. Početno opterećenje bilo je 20 kilograma, te su nakon toga povećavali opterećenje prvo za po 10 kilograma, a na kraju 5 kilograma. Ispitanicima je unaprijed bio objašnjen način na koji se izvodi test maksimalnog potiska s ravne klupe. Pauza za vrijeme zagrijavajućih serija bila je 2 minute dok je između submaksimalnih i maksimalnih serija pauza bila 4 minute.

Svi sudionici su testiranju maksimalnog potiska s ravne klupe pristupili zdravi te su potvrdili da su tu vježbu izvodili i provodili u vlastitom treningu s opterećenjem.

3.2. Uzorak ispitanika

Svi testovi provedeni su na 102 muškarca koji su bili zdravi i tjelesno aktivni. Ispitanici su bili studenti Kineziološkog fakulteta sveučilišta u Zagrebu i svi su sudjelovali volonterski. Predmet i cilj istraživanja predstavljen je svakom ispitaniku kao i kompletan protokol testiranja. Svaki ispitanik bio je motiviran prilikom izvedbe testova.

3.3. Uzorak varijabli i njihovo mjerenje

Tjelesna visina (TV)

Tjelesna visina se mjerila antropometrom. Ispitanik je stajao uspravno s glavom u frankfurtskoj horizontali, bos u spetnom stavu. Krak antropometra postavljao se na tjeme ispitanika a rezultat se očitavao u centimetrima. Mjerenje tjelesne visine provodilo se samo jedan put.



Slika 1. Mjerenje tjelesne visine (TV)

Tjelesna masa (TM)

Tjelesna masa se mjerila bez tenisica u kratkim hlačama i majici na digitalnoj vagi. Rezultat tjelesne mase očitavao se u kilogramima, a mjerenje se provodilo samo jedan put.

Raspon ruku (RR)

Varijabla raspon ruku mjerena je s rukama u odručenju do vodoravnog položaja. Srednji prst jedne ruke bio je naslonjen na zid, a srednji prst druge ruke dodirivao je krak antropometra.

Rezultat se očitavao u centimetrima i mjerenje varijable raspona ruku provodilo se samo jedan put (slika 2).



Slika 2. Mjerenje raspona ruku (RR)

Dužina desne ruke (DRd)

Dužina desne ruke se mjerila na način da se jedan krak antropometra postavljao na vrh akromiona, a drugi krak antropometra se postavljao na vrh srednjeg prsta desne ruke. Pozicija akromion se tražila palpacijom, a rezultat mjerenja dužine ruke se očitavao u centimetrima. Mjerenje se provodilo samo jedan put (slika 3).



Slika 3. Mjerenje dužine desne ruke (DRd)

Dužina lijeve ruke (DRI)

Dužina lijeve ruke se mjerila na način da se jedan krak antropometra postavljao na vrh akromiona, a drugi krak antropometra se postavljao na vrh srednjeg prsta lijeve ruke. Pozicija akromiona se tražila palpacijom, a rezultat mjerenja dužine ruke se očitavao u centimetrima. Mjerenje se provodilo samo jedan put (slika 4).



Slika 4. Mjerenje dužine lijeve ruke (DRI)

Sjedeća visina (SV)

Kod mjerenja sjedeće visine ispitanik je sjedio na stolcu s leđima u uspravnoj poziciji. Glava je pozicionirana u frankfurtskoj horizontali. Krak antropometra postavljao se na tjeme, a početak antropometra na stolicu kod trtice. Rezultat varijable sjedeće visine se očitavao u centimetrima, a mjerenje se provodilo samo jedan put (slika 5).



Slika 5. Mjerenje sjedeće visine (SV)

Maksimalni potisak s ravne klupe (BP1rm)

Maksimalni potisak s ravne klupe se mjerio na ravnoj klupi u teretani Kineziološkog fakulteta s olimpijskom šipkom. Početno opterećenje za svakog ispitanika bilo je 20 kilograma (masa same šipke) nakon čega se to opterećenje postupno povećavalo, na početku za 10, a kasnije za 5 kilograma do maksimalnog. Ispitanici su morali odraditi puni opseg pokreta, dodirnuti šipkom prsa i napraviti punu ekstenziju u zglobu lakta. Od svakog ispitanika se tražio maksimum. Ispitanici su provodili 3 -5 zagrijavajućih serija te 1 – 2 maksimalne serije. Procjenu maksimalnih serija radio je istraživač uz konzultacije s ispitanikom. Pauza između zagrijavajućih serija bila je 2 minute, pauza između maksimalnih serija bila je 4 minute kako bi se sportaš mogao u potpunosti odmoriti i pripremiti za novi pokušaj. Test se prekidao onog trenutka kada ispitanik nije mogao samostalno podići uteg do pune ekstenzije u zglobu lakta, a kao konačni rezultat bilježen je prethodni ispravan pokušaj (slika 6).



Slika 6. Mjerenje maksimalnog potiska s ravne klupe (BP1rm)

Relativni maksimalni potisak s ravne klupe (BPinx)

Relativni maksimalni potisak s ravne klupe izračunavao se dijeljenjem rezultata postignutom u maksimalnom potisku s ravne klupe i ispitanikove mase tijela.

$$BPinx = BP1rm/TM$$

3.4. Obrada podataka

Program Statistica for Windows, verzija 12.0. korištena je za obradu prikupljenih podataka, a rezultati su prikazani kroz metode deskriptivne statistike i korelacijske analize.

Korišteni deskriptivni pokazatelji su: aritmetička sredina (AS), minimum (Min), maksimum (Max) i standardna devijacija (SD).

Pearsonov koeficijent korelacije (r) izračunat je kako bi pokazao povezanost testova maksimalne jakosti i antropometrijskih karakteristika tijela. Svi rezultati prikazani su kroz tablicu matrice korelacija.

4. Rezultati istraživanja

U tablici 1 prikazani su svi deskriptivni pokazatelji: aritmetička sredina (AS), standarda devijacija (SD), minimum (Min) te maksimum (Max) za varijable tjelesne visine (TV), tjelesne mase (TM), raspona ruku (RR), dužine desne ruke (DRd), dužine lijeve ruke (DRI), sjedeće visine (SV), maksimalnog potiska s ravne klupe 1 RM (BP1rm) i relativnog maksimalnog potiska s ravne klupe (BPinx)-koji smo dobili tako da smo rezultat u maksimalnom potisku s ravne klupe podijelili s masom ispitanika (TM). Broj ispitanika koje je sudjelovalo u ovom istraživanju je 102, svi studenti Kineziološkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu.

Tablica 2. Osnovni deskriptivni pokazatelji veličine tijela i rezultata u testu maksimalne jakosti gornjeg dijela tijela ispitanika (N=102). Prikazane su srednje vrijednosti, minimum, maksimum i standardna devijacija.

	N	AS	Min	Max	SD
TV	102	182,82	170,40	198,70	5,60
TM	102	83,98	64,60	106,70	8,58
RR	102	186,76	172,70	204,40	6,50
DRd	102	79,61	72,80	87,70	2,92
DRI	102	79,46	72,30	87,10	3,00
SV	102	96,39	88,70	102,10	2,76
BP1rm	102	87,96	50,00	140,00	19,36
BPinx	102	1,04	0,66	1,58	0,19

Budući da su svi ispitanici studenti kineziološkog fakulteta mogu se smatrati vrlo homogenom grupom ispitanika, što proizlazi iz činjenice kako su studenti kineziološkog fakulteta odabrani, odnosno, iz opće populacije selekcionirana skupina ljudi. Zbog homogenosti i velikog broja ispitanika ovi rezultati istraživanja mogu se uzeti kao vrlo pouzdani i valjani.

Tablica 3 prikazuje je matricu korelacija između morfoloških karakteristika (TV, TM, RR, DRd, DRI, SV) i rezultata postignutih u testu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta

(maksimalni potisak s ravne klupe - BP1rm). Rezultati prikazuju Pearsonov koeficijent korelacije r ($p < 0,05$), a rezultati označeni zvjezdicom su statistički značajni koeficijenti korelacija. Pregledom matrice korelacija možemo zaključiti da polovica varijabli koje predstavljaju morfološke karakteristike je statistički značajno povezana s rezultatom u testu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta.

Tablica 3. Matrica korelacija morfoloških karakteristika i rezultata postignutim u testu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta, maksimalni potisak s ravne klupe (BP1rm). Prikazani su Pearsonovi koeficijenti korelacije r ($p < 0,05$).

	AS	SD	TV	TM	RR	DRd	DRI	SV	BP1rm	BPinx
TV	182,82	5,60	1,00	0,56*	0,79*	0,77*	0,75*	0,75*	0,16	-0,12
TM	83,98	8,58	0,56*	1,00	0,53*	0,48*	0,48*	0,53*	0,57*	0,13
RR	186,76	6,50	0,79*	0,53*	1,00	0,89*	0,89*	0,50*	0,19*	-0,07
DRd	79,61	2,92	0,77*	0,48*	0,89*	1,00	0,93*	0,46*	0,12	-0,12
DRI	79,46	3,00	0,75*	0,48*	0,89*	0,93*	1,00	0,44*	0,18	-0,05
SV	96,39	2,76	0,75*	0,53*	0,50*	0,46*	0,44*	1,00	0,19*	-0,08
BP1rm	87,96	19,36	0,16	0,57*	0,19*	0,12	0,18	0,19*	1,00	0,88*
BPinx	1,04	0,19	-0,12	0,13	-0,07	-0,12	-0,05	-0,08	0,88*	1,00

*statistički značajni $p < 0,05$ AS- aritmetička sredina; SD- standardna devijacija; TV- tjelesna visina; TM- tjelesna masa; RR- raspon ruku; DRd- dužina desne ruke; DRI- dužina lijeve ruke; SV- sjedeća visina; BP1rm- maksimalni potisak s ravne klupe; BPinx- relativni maksimalni potisak s ravne klupe

Morfološke karakteristike koje su statistički značajno povezane s rezultatom u testu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta su tjelesna masa (TM), raspor ruku (RR) i sjedeća visina (SV). Osim statistički značajne povezanosti zanimljivo je kako niti jedna varijabla morfoloških karakteristika, prema našim rezultatima nije pokazala negativnu povezanost s rezultatom u test maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta (BP1rm). Nadalje, kada usporedimo povezanost tih istih varijabli morfoloških karakteristika i relativnog maksimalnog potiska s ravne klupe ($BPinx = BP1rm / TM$) vidljivo je kako ne postoji nijedna varijabla koja je statistički značajno povezana. Zanimljivo je da relativizirana varijabla maksimalne jakosti (BPinx) je u minimalnoj negativnoj povezanosti s morfološkim karakteristikama tjelesne visine (TV), raspona ruku (RR), dužine lijeve i desne ruke (DRd i DRI) te sjedeće visine (SV).

Promatrajući pojedinačno svaki od statistički značajnih Pearsonovih koeficijenata korelacije r vidimo kako je najveći za tjelesnu masu ($TM_r=0,57$) što je bilo i očekivano. Dok ostali koeficijenti korelacije su dosta mali $RR_r=0,19$ i $SV_r=0,19$ ali su statistički značajni.

Kao što je i očekivano, sve međusobne korelacije varijabli veličine tijela su statistički značajne, a najveća je između raspona ruku (RR) i dužine ruku (DRd i DRI). Nadalje, korelacija između apsolutnog i relativnog maksimalnog potiska s ravne klupe je također visoka i statistički značajna.

5. Rasprava

Analizom rezultata ispitanika utvrđena je statistički značajna povezanost tjelesne mase, raspona ruku i sjedeće visine s rezultatom u maksimalnom potisku s ravne klupe. Preostale morfološke karakteristike koje su mjerene (tjelesna visina, dužina desne ruke i dužina lijeve ruke) nisu imale statistički značajnu povezanost s maksimalnim potiskom s ravne klupe ali su bile u pozitivnoj korelaciji. Također, usporede li se morfološke karakteristike s relativnim maksimalnim potiskom s ravne klupe vidljivo je kako nema statistički značajne povezanosti s bilo kojom varijablom veličine tijela.

Važnost istraživanja povezanosti antropometrijskih karakteristika i rezultata u testu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta leži u činjenici da antropometrijske mjere mogu poslužiti kao prediktor rezultata u maksimalnom potisku s ravne klupe (Abe & Brechue, 2002; Keogh i sur., 2005; Keogh i sur., 2007; Kim i sur., 2002; Mayhew i sur., 1993; Mayhew i sur., 2008; Mayhew, Piper & Ware, 1993; Rambaud i sur., 2008). Dosadašnja istraživanja morfoloških karakteristika i potiska s ravne klupe su potvrdila pretpostavku kako visina nije povezana s rezultatom u maksimalnom potisku s ravne klupe. Ovim istraživanjem smo također potvrdili činjenicu da i kod homogene grupe visina nema utjecaj na rezultat u testu maksimalne jakosti gornjeg dijela tijela.

Po pitanju tjelesne mase ovo istraživanje također je potvrdilo dosadašnja istraživanja. Dobiveni rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije od 0,59 je manji od drugih koeficijenata dobivenih na manjim uzorcima s većom heterogenošću. Zanimljivo bi bilo da smo tjelesnu masu odvojili na njene komponente bezmasne mase tijela i masne mase tijela, te na taj način gledali povezanost. Pitanje na koje bi bilo dobro dobiti odgovor bilo bi, da li bi masna masa tijela bila statistički značajno u negativnoj korelaciji u odnosu na test maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta. Dawes i sur. u svom su istraživanju razdvojili tjelesnu masu na njene komponente i dobili da masna masa tijela nema statistički značajan utjecaj kao ni postotak masti. Sudionici tog istraživanja bili su policajci prosječne starosti od 39,42 stoga bi bilo zanimljivo ponoviti slično istraživanje na studentskoj populaciji kineziološkog fakulteta uz veći broj ispitanika.

Zanimljivo je kako ne postoji statistička značajna povezanost između varijabli veličine tijela i relativnog maksimalnog potiska s ravne klupe te bi bilo zanimljivo danja istraživanja usmjeriti upravo u tom smjeru kako bi se otkrio razlog toga.

Vođeni logičnom činjenicom da manji ljudi kraćih ruku imaju prednost kod izvedba testa maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta mislilo se da bi raspon ruku trebao biti u negativnoj povezanosti s testom maksimalnog potiska s ravne klupe. No, iznenađujuće, Pearsonov koeficijent korelacije ne samo da je pozitivan, nego je i statistički značajan. To dovodi do zaključka kako raspon ruku pozitivno utječe na rezultat u maksimalnom potisku s ravne klupe.

Analizirajući rezultate i proučavajući literaturu moguće je donekle objasniti rezultat dobiven istraživanjem. Caruso i suradnici (2012) u svom istraživanju kao varijablu veličine tijela uzimaju biakromijalni raspon i uspoređuju s maksimalnim potiskom s ravne klupe te dobivaju pozitivan rezultat koji je također statistički značajan (tablica 1). Također, Macht i suradnici (2016) širinu ramena uspoređuju s maksimalnim potiskom s ravne klupe i dobivaju pozitivnu korelaciju koja je statistički značajna (tablica 1). Budući da je u antropometrijskoj mjeri raspona ruku uključen i biakromijalni raspon i širina ramena onda rezultat dobiven ovim istraživanjem više nije toliko iznenađujući. Nadalje, rezultat ne treba biti toliko iznenađujući ni zbog toga što je biakromijalni raspon u jako velikoj povezanosti s tjelesnom masom.

Promatrajući odnose između maksimalnog broja sklekova i morfoloških karakteristika dvije varijable koje su statistički značajno povezane su postotak potkožnog masnog tkiva i bezmasna masa tijela. Postotak potkožnog masnog tkiva je u negativnoj korelaciji $r = -0,413$, a bezmasna masa tijela je u pozitivnoj povezanosti $r = 0,444$, što je i očekivano. Zanimljivo kako postotak potkožnog masnog tkiva nije u statistički značajnoj povezanosti s maksimalnim potiskom s ravne klupe, dok bezmasna masa tijela je (tablica 1) (Dawes i sur 2016).

Rezultat ovog istraživanja pokazuje još jednu zanimljivu činjenicu. Sjedeća visina (SV) kao mjera veličine tijela također je statistički značajno povezana s rezultatom u testu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta. Znanstvenici su u mnogim istraživanjima uspoređivali visinu tijela s rezultatom u maksimalnom potisku s ravne klupe i nisu pronašli statistički značajnu povezanost. Dok, zanimljivo, sjedeća visina (koja je sastavni dio visine tijela) ima statistički značajnu povezanost s maksimalnim potiskom s ravne klupe. Taj rezultat također se može pripisati masi jer su upravo sjedeća visina i tjelesna masa u visokoj, pozitivnoj, statistički značajnoj korelaciji ($r = 0.53$).

Macht i suradnici (2016) u svom istraživanju tjelesnu visinu uspoređuju s maksimalnim potiskom s ravne klupe i maksimalnim brojem ponavljanja sa submaksimalnim opterećenjem između 75 i 95 %. Dobiveni rezultati nisu statistički značajni, a zanimljivo za napomenuti je da

je tjelesna visina bila u negativnoj korelaciji sa maksimalnim brojem ponavljanja sa submaksimalnim opterećenjem.

Varijable dužine ruke (DRd i DRl) nisu statistički značajno povezane s rezultatom u testu maksimalnog potiska s ravne klupe. Druga istraživanja nisu uzimala cjelovitu mjeru dužine ruke kao varijablu koju su povezivali s potiskom s ravne klupe. Macht i suradnici (2016) su uspoređivali dužinu nadlaktice i dužinu podlaktice s maksimalnim potiskom s ravne klupe i dobili slične rezultate, ne statistički značajne.

Nedostatak ovog istraživanja je upravo taj što u varijablama veličine tijela ima dosta „šumova“. Konkretno, varijablu tjelesne mase potrebno je rastaviti na nemasnu i masnu masu tijela; varijablu raspona ruku potrebno je razdvojiti na dužinu ruke i širinu ramena. Na takav način dobile bi se puno više informacija o tome što sve i na koji način utječe na rezultat u maksimalnom potisku s ravne klupe. Nadalje, veliki nedostatak istraživanja je taj što nema informacija o točnoj veličini mišića agonista (*m. pectoralis major*) i sinergista (*m. deltoideus* i *m. triceps brachii*).

6. Zaključak

Na uzorku 102 ispitanika koji su studenti Kineziološkog fakulteta sveučilišta u Zagrebu, analizirani su rezultati u maksimalnom potisku s ravne klupe i stavljani u odnos s varijablama veličine tijela. Istraživanjem se htjela utvrditi povezanost između maksimalnog potiska s ravne klupe i tjelesne mase (TM), tjelesne visine (TV), dužine ruku (DRd, DRl), raspona ruku (RR) te sjedeće visine (SV) kod studentske populacije sa Kineziološkog fakulteta.

Kako se i očekivalo najveća povezanost je dobivena s tjelesnom masom, dok su uz tjelesnu masu statistički značajne povezanosti bile i sa rasponom ruku (RR) te sjedeće visine (SV).

Tjelesna masa ima najveću povezanost s rezultatom u testu maksimalne jakosti gornjih ekstremiteta. No, danja istraživanja trebala bi biti usmjerena ka odnosu nemasne i masne mase tijela s potiskom s ravne klupe.

Također, danja istraživanja trebala bi biti usmjerena u analiziranje biakromijalnog raspona studentske populacije, te tu mjeru veličine tijela usporediti s rezultatom u maksimalnom potisku s ravne klupe. Ovo istraživanje pokazuje je da je raspon ruku zanimljiva mjera veličine tijela te ju je potrebno dodatno analizirati i rastavljati na komponente.

7. Literatura

- Beaudoin, C. M., Cox, Z., Dundore, T., Thomas, T., Kim, J., & Pillivant, D. (2018). Effect of Bench Press Load Knowledge on Repetitions, Rating of Perceived Exertion, and Attentional Focus. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 514-519. doi: 10.1519/JSC.0000000000002331
- Brechue, W. F., & Abe, T. (2002). The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. *European journal of applied physiology*, 86(4), 327-336. Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s00421-001-0543-7>
- Caruso, J. F., Taylor, S. T., Lutz, B. M., Olson, N. M., Mason, M. L., Borgsmiller, J. A., & Riner, R. D. (2012). Anthropometry as a predictor of bench press performance done at different loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2460-2467. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823c44bb
- Dawes, J. J., Orr, R. M., Siekaniec, C. L., Vanderwoude, A. A., & Pope, R. (2016). Associations between anthropometric characteristics and physical performance in male law enforcement officers: a retrospective cohort study. *Annals of occupational and environmental medicine*, 28(1), 26. Dostupno na: <https://doi.org/10.1186/s40557-016-0112-5>
- Dunnick, D. D., Brown, L. E., Coburn, J. W., Lynn, S. K., & Barillas, S. R. (2015). Bench press upper-body muscle activation between stable and unstable loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(12), 3279-3283. doi: 10.1519/JSC.0000000000001198
- Harasin, D. (2003). Bench press. *Kondicijski trening: stručni časopis za teoriju i metodiku kondicijske pripreme*, 1(2), 32-37. Dostupno na: <http://www.ukth.hr/hr/publikacije/casopisi/vol-1-broj-2/>
- Hetzler, R. K., Schroeder, B. L., Wages, J. J., Stickley, C. D., & Kimura, I. F. (2010). Anthropometry increases 1 repetition maximum predictive ability of NFL-225 test for Division IA college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1429-1439. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d682fa

- Jukić, I., & Marković, G. (2005). Kondicijske vježbe s utezima. *Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.*
- Keogh, J. W., Hume, P. A., Pearson, S. N., & Mellow, P. (2007). Anthropometric dimensions of male powerlifters of varying body mass. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1365-1376. Dostupno na: <https://doi.org/10.1080/02640410601059630>
- Keogh, J., Hume, P., Mellow, P., & Pearson, S. (2008, March). The use of anthropometric variables to predict bench press and squat strength in well-trained strength athletes. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* (Vol. 1, No. 1). Dostupno na: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/viewFile/841/770>
- Kim, P. S., Mayhew, J. L., & Peterson, D. F. (2002). A modified YMCA bench press test as a predictor of 1 repetition maximum bench press strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(3), 440-445. doi: [10.1519/1533-4287\(2002\)016<0440:AMYBPT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2002)016<0440:AMYBPT>2.0.CO;2)
- Macht, J. W., Abel, M. G., Mullineaux, D. R., & Yates, J. W. (2016). Development of 1RM prediction equations for bench press in moderately trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(10), 2901-2906. doi: [10.1519/JSC.0000000000001385](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001385)
- Mayhew, J. L., Bemben, M. G., Piper, F. C., Ware, J. S., Rohrs, D. M., & Bemben, D. A. (1993). Assessing Bench Press Power in College Football Players: The Seated Shot Put. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 7(2), 95-100. Dostupno na: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/1993/05000/Assessing_Bench_Press_Power_in_College_Football.4.aspx
- Mayhew, J. L., Jacques, J. A., Ware, J. S., Chapman, P. P., Bemben, M. G., Ward, T. E., & Slovak, J. P. (2004). Anthropometric dimensions do not enhance one repetition maximum prediction from the NFL-225 test in college football players. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3), 572-578. doi: [10.1519/1533-4287\(2004\)18<572:ADDNEO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<572:ADDNEO>2.0.CO;2)
- Mayhew, J. L., Johnson, B. D., LaMonte, M. J., Lauber, D., & Kemmler, W. (2008). Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1570-1577. doi: [10.1519/JSC.0b013e31817b02ad](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817b02ad)

- Mayhew, J. L., Piper, F. C., & Ware, J. S. (1993). Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 33(2), 159-165. Dostupno na: <http://europepmc.org/abstract/med/8412051>
- Mayhew, J. L., Ware, J. S., Bembien, M. G., Wilt, B., Ward, T. E., Farris, B., & Slovak, J. P. (1999). The NFL-225 test as a measure of bench press strength in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(2), 130-134. Dostupno na: <http://docshare01.docshare.tips/files/13908/139083244.pdf>
- McCaw, S. T., & Friday, J. J. (1994). A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(4), 259-64. Dostupno na: <http://professoralexandrerocha.com.br/wp-content/uploads/2016/05/1994-A-comparison-of-muscle-activity-between-a-free-weight-an-machine-bench-press.pdf>
- Ramnaud, O., Rahmani, A., Moyen, B., & Bourdin, M. (2008). Importance of upper-limb inertia in calculating concentric bench press force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 383-389. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816193e7
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Fimland, M. S. (2011). A comparison of muscle activity and 1-RM strength of three chest-press exercises with different stability requirements. *Journal of sports sciences*, 29(5), 533-538. Dostupno na: <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.543916>
- Santana, J. C., Vera-Garcia, F. J., & McGill, S. M. (2007). A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1271. doi: [10.1519/R-20476.1](https://doi.org/10.1519/R-20476.1)
- Schick, E. E., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Tran, T. T., & Uribe, B. P. (2010). A comparison of muscle activation between a Smith machine and free weight bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 779-784. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cc2237
- Sekulić, D., & Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji. *Split: Fakultet prirodoslovno–matematičkih znanosti i kineziologije*.