

# UTJECAJ POLOŽAJA PODLAKTICE SA I BEZ OPTEREĆENJA NA MIŠIĆNU SNAGU M.BICEPSA BRACHII

---

Šehić, Alen

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:892268>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Alen Šehić

**UTJECAJ POLOŽAJA PODLAKTICE SA I BEZ OPTEREĆENJA NA MIŠIĆNU  
AKTIVACIJU M. BICEPS BRACHII**

Završni rad

**MENTOR RADA:** Viši predavač, Verner Marijančić, prof. reh. educ.

Rijeka, 2020.

Završni rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u/ na \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## **ZAHVALA**

Na prvom mjestu, zahvaljujem se svojim roditeljima Sanji i Nedimu, te bratu Andreju na potpori kako u dobrim tako i onim manje dobrim trenucima u posljednje tri godine. Bez njih ne bih bio gdje sam sada.

Također, zahvaljujem se svojim prijateljima, posebno Josipu i Marku koji su bili veliki dio ovog mog studentskog putovanja.

Naposlijetku, hvala i mom mentoru Verneru Marijančiću na savjetima i korekcijama koje je zajedno sa mnom uložio u ovaj rad.

## SAŽETAK

Sve što obavljamo u životu bilo to neka fizička aktivnost ili osnovno kretanje (hodanje) za sve je potrebna mišićna aktivnost. Prilikom odrađivanja aktivnosti ne razmišljamo u tom trenutku kako je došlo do te aktivnosti ili koji su procesi doveli do pomicanja našeg dijela tijela nego smo isključivo fokusirani na pravilno i što preciznije izvođenje te radnje.

Osnovni cilj ovog istraživačkog rada je utvrditi razlike u mišićnoj aktivaciji *m. biceps brachii* na više razina; razlike u spolu (muški i ženski), dominantna/nedominantna ruka, položaju podlaktice (supinirani, srednji, pronirani položaj) flektiranom u laktu pod 90°, bez korištenja utega i sa utegom od 3 kilograma.

Ispitanici su studenti Preddiplomskog stručnog studija fizioterapije. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 10 ispitanika. Ispitivanje je provedeno u lipnju 2020. godine na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci. Kao mjerni instrument za ispitivanje korišten je dinamometar marke mikroFET®2, uređaj tvrtke Hoggan Scientific, LLC, Sjedinjene Američke države (SAD).

Dvije pretpostavke su se i potvrdile u ovom istraživanju, a to su da muškarci imaju veću ukupnu mišićnu aktivaciju kod fleksije u laktu i da mišićna aktivacija *m. bicepsa brachii* u supiniranom položaju veća od aktivacije kod žena. Kada se gledaju svaka ruka zasebno, muškarcima je povećana mišićna aktivacija nedominantne ruke ali kroz statističku obradu ne predstavlja statistički značajnu razliku. Kod ženskih ispitanica razlika između dominantne i nedominantne strane također nije statistički značajna, ali obradom rezultata aritmetičke sredine obje ruke su gotovo identične.

KLJUČNE RIJEČI: *m. biceps brachii*, dinamometar, otpor, supinacija

## SUMMARY

Everything we do in life, be it some physical activity or basic movement (walking), requires muscular activity. When doing an activity, we do not think at that moment about how that activity came about or what processes led to the movement of our body part, but we are exclusively focused on performing the action correctly and as precisely as possible.

The main goal of this research work is to determine the differences in muscle activation of the biceps brachii muscle at multiple levels; gender differences (male and female), dominant / non-dominant arm, forearm position (supinated, middle, pronated position) flexed at the elbow at 90 °, without the use of weights and with a weight of 3 kilograms.

The respondents are students of the Undergraduate Professional Study of Physiotherapy. A total of 10 respondents participated in the study. The study was conducted in June 2020 at the Faculty of Health Studies in Rijeka. A microFET®2 dynamometer, a device from Hoggan Scientific, LLC, USA (USA), was used as a measuring instrument for testing.

Two assumptions were confirmed in this study, namely that men have higher total muscle activation in elbow flexion and that muscle activation of the biceps brachii muscle in the supinated position is greater than activation in women. When each arm is viewed separately, men have increased muscle activation of the non-dominant arm but through statistical processing it does not represent a statistically significant difference. In female respondents, the difference between the dominant and non-dominant side is also not statistically significant, but by processing the results of the arithmetic mean, both hands are almost identical.

**KEY WORDS:** m. biceps brachii, dynamometer, resistance, supination

## Sadržaj

1. UVOD .....	7
2. MIŠIĆNI SUSTAV .....	8
2.1. MIŠIĆNO TKIVO.....	8
2.2. VRSTE MIŠIĆJA .....	9
2.3. HISTOLOŠKA GRAĐA MIŠIĆJA .....	9
2.4. FUNKCIJA MIŠIĆJA .....	11
3. M. BICEPS BRACHII .....	15
3.1. ANATOMIJA .....	15
3.2. KINEZILOGIJA .....	17
4. DINAMOMETAR – MICROFET®2 .....	19
4.1. OPĆENITO O MJERNOM INSTRUMENTU .....	19
4.2. NAČIN MJERENJA.....	20
5. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	22
6. ISPITANICI I METODE .....	23
6.1. ISPITANICI .....	23
6.2. METODE.....	23
6.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA.....	24
7. REZULTATI.....	25
8. RASPRAVA.....	32
9. ZAKLJUČAK.....	35
10. LITERATURA.....	36
11. PRILOZI.....	38

## 1. UVOD

Sve što obavljamo u životu bilo to neka fizička aktivnost ili osnovno kretanje (hodanje) za sve je potrebna mišićna aktivnost. Prilikom odrađivanja aktivnosti ne razmišljamo u tom trenutku kako je došlo do te aktivnosti ili koji su procesi doveli do pomicanja našeg dijela tijela nego smo isključivo fokusirani na pravilno i što preciznije izvođenje te radnje. Kad malo bolje pogledamo kako dolazi do pokreta primicanja podlaktice desne ruke shvatimo da je to itekako složen i kompleksan proces. Treba utrošiti određenu količinu energije i uključiti više mišića u tu kretnju, ne samo fleksore nadlaktice već i ekstenzore koji će svojom ekscentričnom kontrakcijom učiniti pokret kontroliranim i usmjerenim u stranu koju mi želimo.

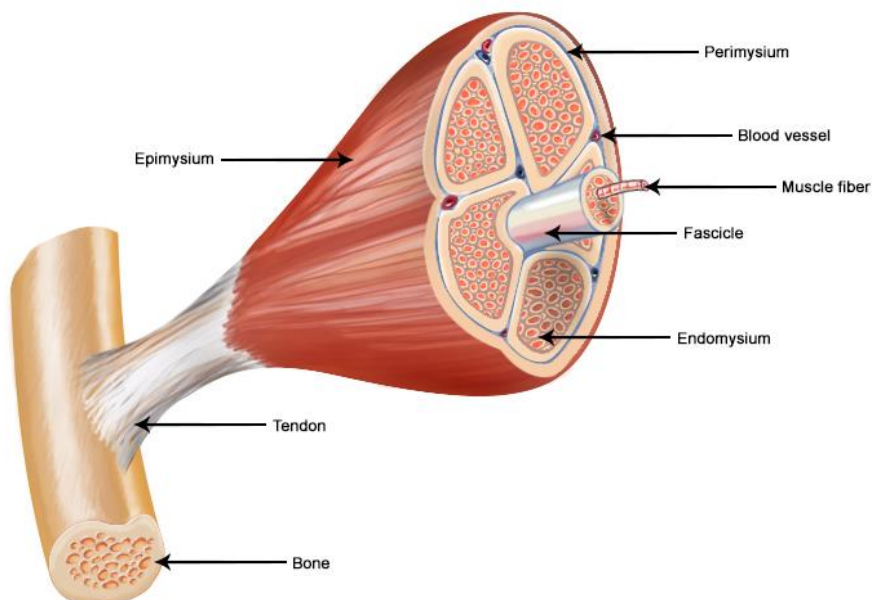


## 2. MIŠIĆNI SUSTAV

### 2.1. MIŠIĆNO TKIVO

Mišićna tkiva su visoko ćelijska, dobro vaskularizirana i imaju sposobnost generiranja sile skraćivanjem. Svaki je mišić okružen omotačem vezivnog tkiva koji se zove *epimysium*. *Fascia*, vezivno tkivo izvan epimizija, okružuje i odvaja mišiće. Dijelovi epimizijuma projiciraju prema unutra kako bi podijelili mišić na odjeljke. Svaki odjeljak sadrži snop mišićnih vlakana. Svaki snop mišićnih vlakana naziva se fascikulus i okružen je slojem vezivnog tkiva koji se naziva perimizij. Unutar fascikulusa svaka je pojedinačna mišićna stanica, koja se naziva mišićno vlakno, okružena vezivnim tkivom zvanim endomizij(1).

#### Structure of a Skeletal Muscle



Slika 1. Struktura skeletnog mišićja

## 2.2. VRSTE MIŠIĆJA

Postoje tri različite vrste mišićnog tkiva: skeletno, glatko i srčano.

Skeletno mišićno tkivo pričvršćeno je na kosti i svjesno je kontrolirano. Pod mikroskopom njegove stanice su cilindričnog oblika i otkrivaju naizmjenično svjetlo i tamni obrasci koji se nazivaju strijama (zato je ova vrsta tkiva ponekad zvana prugasti mišić). Skeletni mišić je odgovorni za stvaranje pokreta udova, trupa i glave, kao i omogućavanje izraza lica, razgovora, žvakati, gutati, disati i pisati. Osim toga, skeletni mišići pomažu u održavanju držanja, stabiliziraju zglobove i stvaraju toplinu (drhtanje se odnosi na nehotične kontrakcije skeletnog mišića).

Stanicama glatkih mišića nedostaju pruge, a ovaj tip tkiva se smatra nevoljnim. Međutim, disciplinirani pojedinci koji vježbaju jogu, mogu razviti sposobnost za kontrolu nekih akcija glatkih mišića. Pronađeni su glatki mišići u stijenkama krvnih žila (osim kapilara) i dišnih puteva (bronhiole), gdje njegova kontrakcija smanjuje protok krvi ili zraka. Glatki mišić također se nalazi u zidovima šupljih organa, kao što su želudac, crijeva, maternica i mokraćni mjehur, gdje pomaže u pokretanju sadržaja.

Srčano tkivo nalazi se samo na stijenci srca. Njihovim kontrakcijama se ispumpava krv. Međutim, slično glatkim mišićima, kontrakcije ovog tkiva se smatraju nevoljnim. Jedinstveno anatomsko svojstvo srčanog mišića je specijaliziran spoj koji električno povezuje srčane stanice, omogućujući tako brzo provođenje impulsa kroz srčani mišić(2).

## 2.3. HISTOLOŠKA GRAĐA MIŠIĆJA

Mišići su inervirani živčanim sustavom. Pojedinačne živčane stanice povezane s mišićima akcije se nazivaju motorni neuroni. Motorni neuroni se sastoje od tri regije: stanično tijelo, akson i dendriti. Kad je odluka stvorena da se izvede pokret, akson provodi živčane impulse daleko od stanice tijela do mišićnih vlakana, što u konačnici vodi do mišićne kontrakcije. Kolektivno, jedan motorički neuron i sva vlakna na koja se on spaja nazivamo motornom jedinicom. Kad je motorna jedinica inervirana, sva vlakna se skupljaju(3).



*Slika 2. Motorna jedinica(3)*

Izvor: Schoenfeld B. PhD, CSCS, CSPS, FNNSCA (2016) Science and development of muscle hypertrophy, Lehman College, Bronx, New York, str. 2-6

Formiranje mišićnog tkiva kroz diferencijaciju embrijskih mioblasta u miocite tijekom razvoja zametaka poznato je pod nazivom miogeneza. Mioblasti su stanice gena mišićnog tkiva. Tijekom embrionalnog razvoja, mioblasti se ili mitotički dijele da bi se stvorilo više mioblasta ili se diferenciraju u miocite ili mišićne stanice. Odluka o razmnožavanju ili diferencijaciji još uvijek je nejasna, ali *in vitro* studije pokazale su da bi prisustvo dovoljnih čimbenika rasta u mediju kulture rezultiralo staničnom diobom mioblasta. Suprotno tome, manje faktora rasta u mediju rezultiralo je diferencijacijom mioblasta. Faze miogeneze su sljedeće: delaminacija, migracija, proliferacija, određivanje, diferencijacija, specifična tvorba mišića i satelitske stanice. Ukratko, mioblasti se počinju diferencirati u miocite napuštajući stanični ciklus i počinje ekspresija gena povezana s sljedećim fazama. Zatim se mioblasti poravnaju jedan s drugim i spajaju. Geni koji su neophodni tijekom fuzije mioblasta su faktor-2 koji pojačava miocite (Mef2) i faktor transkripcije(4).

Mišićna vlakna široko su razvrstana u dvije vrste primarnih vlakana: tip I i tip II. Vlakna tipa I, koja se često nazivaju i vlakna koja sporo kontrahirajuća, otporna su na umor i stoga su dobro pogodna za aktivnosti koje zahtijevaju lokalnu mišićnu izdržljivost. Međutim, vrh napetosti zahtijeva vremena - otprilike 110 ms - da bi se postigla ta vlakna, čime se ograničava njihova sposobnost stvaranja maksimalne sile. Vlakna tipa II, poznata i kao brzo kontrahirajuća vlakna, služe kao pandan vlaknima tipa I. Oni mogu dostići vrhunsku napetost za manje od pola vremena - samo 50 ms - što ih čini idealnim za napore koji se odnose na snagu. Međutim, one se brzo umaraju i stoga imaju ograničen kapacitet za izvođenje aktivnosti koje zahtijevaju visoku razinu mišićne izdržljivosti. U skladu s tim, vlakna koja se brzo skraćuju izgledaju bijela pod elektronskim mikroskopom, dok vlakna sporog skraćivanja izgledaju crvena kao rezultat

visokog sadržaja mioglobina i kapilara. Veći sadržaj mioglobina i kapilara u sporo-kontrahirajućim vlaknima doprinosi njihovoj većoj oksidativnoj sposobnosti u odnosu na vlakna koja se brzo kontrahiraju.

Vrste mišićnih vlakana nadalje se razlikuju prema pretežno izraženom izoformu teškog lanca miozina; nazivaju se tip I, tip IIa i tip IIx. U prosjeku, ljudski mišić sadrži približno jednake količine vlakana tipa I i II. Međutim, postoji velika interindividualna varijabilnost u odnosu na postotak vrste vlakana. Pokazalo se da u kvadricepsima elitnih sprintera prevladavaju vlakna tipa II, dok kvadriceps elitnih sportaša aerobne izdržljivosti uglavnom čine vlakna tipa I. Štoviše, određeni mišići su predisponirani za veće postotke određene vrste vlakana. Na primjer, što se tiče izdržljivosti m. soleus sadrži prosjek više od 80% vlakana tipa I; dok m. triceps brachii sadrži ~ 60% vlakana tipa II. Naime, površina poprečnog presjeka glikolitičnih vlakana tipa IIx značajno je veća od one oksidativnijih vlakana tipa I i tipa IIa. Uloga umora također se mora uzeti u obzir pri jačanju. Kako se umor povećava tijekom kontrakcija s malim opterećenjem, prag jačanja motornih jedinica s višim pragom postupno se smanjuje čak i pri nešto sporijim brzinama. Pretpostavljeno je da je smanjenje u motornoj jedinici uzrokovano zamorom pokušaj neuromuskularnog sustava da održi potrebne razine stvaranja sile za nastavak rada tijekom ponovljenih kontrakcija(3).

## 2.4. FUNKCIJA MIŠIĆJA

Mišićni sustav sadrži više od 600 mišića koji djeluju zajedno kako bi omogućili potpuno funkcioniranje tijela. Mišići omogućavaju osobi da se kreće, govori i žvače. Kontroliraju rad srca, disanje i probavu. Ostale naizgled nepovezane funkcije, uključujući regulaciju temperature i vid, također se oslanjaju na mišićni sustav. Kretanje mišića događa se kada neurološki signali proizvode električne promjene u mišićnim stanicama. Tijekom ovog procesa, kalcij se oslobađa u stanicama i dolazi do kratkog trzaja mišića. Problemi s spajanjem stanica - koji se nazivaju sinapsom - mogu dovesti do neuromuskularnih bolesti.

Neke od funkcija mišićja:

### 1. Mobilnost

Glavna funkcija mišićnog sustava je omogućiti kretanje. Kada se mišići stežu, doprinose velikom i finom pokretu. Veliko kretanje odnosi se na koordinirane pokrete i uključuje:

- hodanje
- trčanje
- plivanje

Fino kretanje uključuje manje pokrete, poput:

- pisanje
- govor
- izrazi lica

Manji skeletni mišići obično su zaslužni za ovu vrstu djelovanja.

Većina pokreta mišića u tijelu je pod svjesnom kontrolom. Međutim, neki pokreti su refleksni, poput povlačenja ruku iz izvora topline.

### 2. Stabilnost

Tetive mišića protežu se preko zglobova i doprinose stabilnosti zglobova. Tetive u zglobu koljena i ramenog zgloba presudne su u stabilizaciji. Mišići trupa su mišići u trbuhu, leđima i zdjelici, oni također stabiliziraju tijelo i pomažu u obavljanju zadataka, poput dizanja utega.

### 3. Držanje

Skeletni mišići pomažu održavanju tijela u ispravnom položaju kada netko sjedi ili stoji. To je poznato kao držanje. Dobro držanje oslanja se na snažne, fleksibilne mišiće. Ukočeni, slabi ili zategnuti mišići doprinose lošem držanju i neusklađenosti tijela. Dugotrajno, loše držanje dovodi do bolova u zglobovima i mišićima u ramenima, leđima, vratu i drugdje.

### 4. Cirkulacija

Srce je mišić koji pumpa krv u cijelom tijelu. Pumpanje srca je izvan svjesne kontrole, a ono se automatski steže kad ga stimuliraju električni signali. Glatki mišići u arterijama i venama igraju daljnju ulogu u cirkulaciji krvi po tijelu. Ovi mišići održavaju krvni tlak i cirkulaciju u

slučaju gubitka krvi ili dehidracije. Oni se proširuju kako bi povećali protok krvi tijekom intenzivnih vježbi kada tijelu treba više kisika.

## 5. Respiracija

Disanje uključuje upotrebu dijafragmalnog mišića. Dijafragma je mišić u obliku kupole koji se nalazi ispod pluća. Kad se dijafragma stegne, ona se gura prema dolje, uzrokujući da se prsni koš poveća. Pluća se zatim napune zrakom. Kad se dijafragmalni mišić opusti, on istiskuje zrak iz pluća. Kad netko želi disati dublje, zahtijeva pomoć drugih mišića, uključujući i one u trbuhu, leđima i vratu.

## 6. Probava

Glatki mišići u gastrointestinalnom ili GI traktu kontroliraju probavu. GI trakt proteže se od usta do anusa. Hrana se kreće kroz probavni sustav valovitim pokretom zvanim peristaltika. Mišići u stijenci šupljih organa se stežu i opuštaju se kako bi izazvali taj pokret, koji gura hranu kroz jednjak u želudac. Gornji mišić u želucu se opušta kako bi omogućio ulazak hrane, dok donji mišići miješaju čestice hrane sa želučanom kiselinom i enzimima. Digestirana hrana prelazi iz želuca u crijeva peristaltikom. Odavde se više mišića steže kako bi izbacilo hranu iz tijela kao stolicu.

## 7. Mokrenje

Mokraćni sustav sadrži glatke i skeletne mišiće, uključujući one u:

- mjehur
- bubrezi
- penis ili vaginu
- prostata
- mokraćne cijevi
- mokraćovod

Mišići i živci moraju zajedno raditi na zadržavanju i oslobađanju urina iz mjehura. Urinarni problemi, kao što je loša kontrola mokraćnog mjehura ili zadržavanje mokraće, uzrokovani su oštećenjem živaca koji dovode signal do mišića.

## 8. Rođenje djeteta

Glatki mišići u maternici se proširuju i smanjuju tijekom porođaja. Ovi pokreti dijete guraju kroz vaginu. Također mišići zdjeličnog dna pomažu usmjeriti bebinu glavu niz porođajni kanal.

## 9. Vid

Šest skeletnih mišića oko oka kontrolira njegove pokrete. Ti mišići rade brzo i precizno i omogućavaju oku:

- održavati stabilnu sliku
- skenirati okolinu
- pratiti objekte u pokretu

Ako netko osjeti oštećenje očnih mišića, to može narušiti vid.

## 10. Zaštita organa

Mišići trupa štite unutarnje organe na prednjoj, bočnim i stražnjim dijelovima tijela. Kostri kralježnice i rebra pružaju daljnju zaštitu. Mišići također štite kosti i organe upijajući šok i smanjujući trenje u zglobovima.

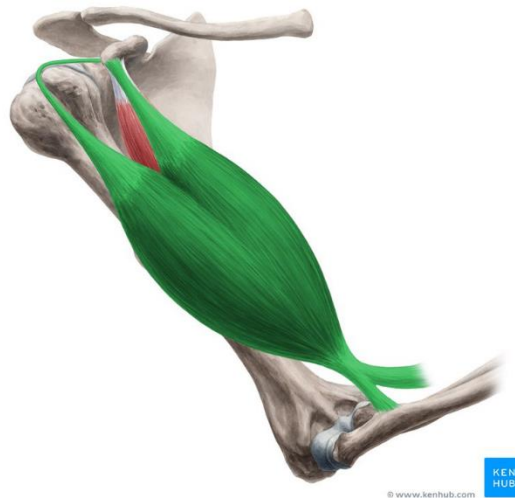
## 11. Regulacija temperature

Održavanje normalne tjelesne temperature važna je funkcija mišićnog sustava. Gotovo 85% topline koju čovjek stvara u svom tijelu potječe iz mišića kontrakcije. Kada tjelesna toplina padne ispod optimalne razine, skeletni mišići povećavaju svoju aktivnost kako bi napravili toplinu. Drhtanje je jedan primjer ovog mehanizma. Mišići u krvnim žilama također se skraćuju za održavanje tjelesne topline. Tjelesna temperatura se može vratiti u normalne okvire opuštanjem glatkih mišića u krvnim žilama. Ova akcija povećava protok krvi i oslobađa višak topline kroz kožu(5).

### 3. M. BICEPS BRACHII

#### 3.1. ANATOMIJA

M. biceps brachii, dvoglavi nadlaktični mišić, ima dva samostalna polazišta na lopatici. Jedno je *tuberculum supraglenoideale*, od kojeg počinje duga glava, *caput longum*, s pomoću tetive. Ova prolazi šupljinom ramenog zgloba, zatim se ulaže u *sulcus intertubercularis* i onda nastavlja u mesnati dio. Drugo polazište je *proc. coracoideus*, od kojeg započinje kratka glava, *caput breve*, i pruža se distalno. Obje se glave spajaju u trbuh mišića, a ovaj nastavlja u insercijsku tetivu. Hvatište je *tuberositas radii*(6).



Slika 3. *M. biceps brachii*

Uz ispitivani mišić aktivna su i dva manja mišića koji flektiraju podlakticu iz srednjeg i proniranog položaja.

M. brachialis leži dublje od dvoglavog nadlaktičnog mišića. Počinje na prednjoj površini distalne polovice humerusa i na objema međumišićnim pregradama. Usmjeren je distalno. Ispred lakatnog zgloba prelazi u kratku snažnu tetivu koja se hvata na *tuberositas ulnae*. Od njegove duboke strane odvajaju se neka vlakna i kao m. articularis vežu na čahuru lakatnog zgloba.



Slika 4. *M. brachialis*



Cijelu prednju skupinu nadlaktice; gdje se nalazi i m. coracobrachialis inervira n. musculocutaneus koji je dio brahijalnog spleta, a manji lateralni dio m. brachialis inervira radijalni živac.

M. brachioradialis polazi sa *margo lateralis* nadlaktične kosti i *septum intermusculare brachii laterale*. On ima dugačku tetivu s pomoću koje inserira na stiloidnom nastavku radijusa. Inervira ga radijalni živac (korijeni C5-C6) koji izlaze iz stražnjeg snopa brahijalnog pleksusa(6).



*Slika 5. M. brachioradialis*

### 3.2. KINEZIOLOGIJA

Lakatni zglob je složeni zglob. *Articulatio humeroulnaris* je ginglymus (fleksija i ekstenzija podlaktice), *art. humeroradialis* je sferoidni zglob (fleksija i ekstenzija te rotacija podlaktice), a *art. radioulnaris proximalis* je trohoidni zglob (rotacija podlaktice). *Art. radioulnaris proximalis* je funkcionalno povezan i s *art. radioulnaris distalis*. Pronacija podlaktice odvija se tako da se u ova dva zgloba ne odvija ista aktivnost. U proksimalnom zglobu glava radijusa rotira unutar konkavnog zglobnog tijela, odnosno unutar *lig. anulare radii* i *incisurae radialis*. Za vrijeme pronacije podlaktice u distalnom zglobu distalni kraj radijusa obilazi oko glave ulne čime distalni kraj radijusa dolazi s ulnarne strane ulne. Promatramo li tada cijeli radijus, vidimo da on križa ulnu. U supiniranom položaju kosti su paralelne. S distalnim se krajem radijusa okreće i šaka te se, uz pronaciju podlaktice, odvija i pronacija šake. Podlakticu i šaku povezuju ligamenti koji omogućavaju da šaka prati pokrete podlaktice u smislu rotacije. Između humerusa i kosti podlaktice na bočnim stranama nalazimo kolateralne ligamente koji su zategnuti, a čiji je zadatak omogućiti samo pokrete fleksije i ekstenzije podlaktice. Kako ne bi ometao pokret rotacije glave radijusa, *lig. collaterale radiale* se hvata za *lig. anulare radii*, a ne za radijus.

Kod pokreta fleksije podlaktice sudjeluju *m. biceps brachii*, *m. brachialis* i *m. brachioradialis*. *M. biceps brachii* je poliartikularni mišić i djeluje u lakatnom i ramenom zglobu. Kako na distalnom hvatištu ima duži krak mišićne sile, *m. biceps brachii* je jači po funkciji u lakatnom nego u ramenom zglobu. U lakatnome zglobu glavna mu je funkcija fleksija podlaktice. Taj pokret mišić izvodi najučinkovitije kada je podlaktica u fleksiji pod pravim kutem. Ako je podlaktica pronirana ili je u srednjem položaju, *m. biceps brachii* će najprije podlakticu supinirati, a potom flektirati. Ako je podlaktica ekstenzirana, biceps ne sudjeluje u supinaciji podlaktice, osim kod pokreta sa opterećenjem. Biceps najveću silu razvija kada je nadlaktica aducirana uz toraks, što znači da će se za fleksiju podlaktice uz opterećenje aktivirati i *m. pectoralis major* koji će snažno aducirati nadlakticu uz toraks. Adukcija nadlaktice ujedno sprečava i moguću funkciju duge i kratke glave bicepsa u ramenom zglobu. Ulogu bicepsa kao snažnog supinatora nakon kojeg ne slijedi fleksija podlaktice regulira kontrakcija *m. triceps brachii*.

*M. brachialis* je isključivo fleksor podlaktice koji fleksiju izvodi iz svih položaja, bez obzira na rotaciju podlaktice. Podlakticu održava u određenoj fleksiji, a istovremeno se mogu izvoditi pokreti pronacije i supinacije podlaktice. Ovaj mišić flektira podlakticu u srednjem

položaju. U srednjem položaju podlaktice podižemo teret te ga se naziva mišićem tegljačem. M. brachialis je aktivan i kao antigravitacijski mišić, posebno u zadnjim stupnjevima ekstenzije što se smatra zaštitnom reakcijom fleksora.

M. brachioradialis flektira podlakticu kada je ona u srednjem položaju (palac prema naprijed), a kao sinergist sudjeluje u izvođenju pronacije i supinacije podlaktice do srednjeg položaja. Posebno je aktivan u izvođenju supinacije kada je podlaktica ekstenzirana. Dakle, podlakticu dovodi u srednji položaj iz supinacije ili pronacije. Drži se fiksatorom srednjeg položaja podlaktice. Pri fleksiji podlaktice u srednjem položaju aktiviraju se m. supinator i m. pronator teres kako bi spriječili pokrete rotacije tijekom pokreta.

Ostali mišići koji potpomažu pokret fleksije u lakatnom zglobu zbog anatomskeg položaja prelaska preko zgloba su mm. flexor carpi radialis, palmaris longus, flexor digitorum superficialis, extensor carpi radialis longus, extensor carpi radialis brevis. M. triceps brachii također ima važnu ulogu jer kontrolira pokret fleksije lakta.

Bez opterećenja m. biceps brachii ima fiksaciju na skapuli, a m. brachialis i m. brachioradialis na nadlaktici. Za m. biceps brachii fiksatori su mm. rhomboideus, trapezius, serratus anterior, dok se pri kontrakcijama sa opterećenjem uključuju m. pectoralis major i kosi mišići meke trbušne stijenke. Za ostala dva fleksora podlaktice fiksacija je težina nadlaktice(7).

## 4. DINAMOMETAR – MICROFET®2

### 4.1. OPĆENITO O MJERNOM INSTRUMENTU

Bežični tester za mišiće s digitalnim ručnim dinamometrom microFET®2 točan je, prijenosni uređaj za procjenu i testiranje sile (FET). Dizajniran je posebno za mjerenje objektivnih, pouzdanih i količinski mjerljivih mjerenja. To je moderna adaptacija provjerene umjetnosti ručnog testiranja mišića. MicroFET®2 pomaže u dijagnostici, prognozi i liječenju neuromuskularnih i mišićno-koštanih poremećaja. Ručni dinamometar za mjerenje mišića radi na baterije, teži manje od kilograma i ergonomski je dizajniran da udobno stane na dlan. MicroFET®2 ispitivač mišića kontrolira se mikroprocesorom kako bi se omogućile precizne i ponovljive očitavanja snage mišića.



*Slika 6. Uređaj mikroFET®2*

Specifikacije mikroFET®2:

Raspon mjerenja 0-300 sile u *poundsima*, LCD zaslone koji lako čitaju prikazuju maksimalnu snagu i proteklo vrijeme, moguće je odabrati mjere: *pounds (lbs)*, njutn (N) ili kilogram-sila (kgF), točnost je unutar 1% očitavanja, dvije postavke praga za testiranje mišića: niski prag - od 3,6N do 1320N u 0,8N uvećanja i visokog praga - od 12,1N do 1320N u 4,4N uvećanja, pohranjuje do 30 testova, koristi litij-ionsku bateriju koja se može puniti i posjeduje samo-aktivacijski način "spavanja" nakon 3 minute koji produžava vijek trajanja baterije(8).



*Slika 7. MikroFET®2 kutija*



*Slika 8. Dodaci mikroFET®2 uređaju*

Elementi mjerača napona unutar pretvornika reagiraju neovisno na mjerenje vanjskih sila iz više kutova. Ovaj patentirani sustav omogućuje mjeraču da otkrije čak i suptilne promjene na snazi, bez obzira na smjer u kojem se sila primjenjuje(9).

#### 4.2. NAČIN MJERENJA

Za obavljanje ispitivanja kliničar postavlja ispitanika u položaj u kojem će izolirati i izvršiti kontrakciju mišića kojeg ispituje s uređajem u pravilnom položaju. Koristeći razne nastavke za uređaj osim velikih skupina mišića mogu se ispitivati i manji mišići npr. šake i prstiju. Kliničar zauzima stabilan položaj koji će osigurati maksimalnu sposobnost odupiranja sili koju primjenjuje ispitanik. Kliničar upućuje ispitanika da primijeni silu protiv uređaja, dok se kliničar opire sili ispitanika. Testiranje se mjeri u dogovorenoj jedinici npr. njutn (N) i odabere na lijevom LCD zaslonu te se obično prati u sekundama koje pokazuje desni LCD zaslon na uređaju. Za početak testiranja ispitaniku se kaže naredba „kreni“ i na kraju mjerenja „opusti“(10).



*Slika 9. Ispitivanje mišića donjih ekstremiteta*



*Slika 11. Ispitivanje mišića gornjih ekstremiteta*



*Slika 10. Ispitivanje mišića prstiju*

## 5. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je ispitati razlike u mišićnoj aktivaciji m. bicepsa brachii između dominantne i nedominantne ruke, supinaciji dominantne i nedominantne ruke te razlike u supinaciji bez i sa utegom od 3 kg. S obzirom da mjernim instrumentom nije bilo moguće izolirati m. biceps brachii, rezultati uključuju i aktivaciju ostalih mišića koji sudjeluju u fleksiji lakta koje sam naveo u radu.

## HIPOTEZE

Postavljene hipoteze ovog istraživanja su:

1. Dominantna ruka ima jaču mišićnu aktivaciju m. bicepsa brachii od nedominantne ruke.
2. Maksimalna supinacija podlaktice i fleksija u laktu pod 90° dominantne ruke ima jaču mišićnu aktivaciju od nedominantne ruke.

## 6. ISPITANICI I METODE

### 6.1. ISPITANICI

Svi ispitanici su studenti Fakulteta Zdravstvenih studija, preddiplomskog stručnog studija fizioterapije. U istraživanju su sudjelovale druga i treća godina preddiplomskog studija fizioterapije. Odabrano je 10 ispitanika, od čega 5 muških i 5 ženskih. Prosječna dob ispitanika je 21,6 godina. Svim ispitanicima je objašnjen cilj i svrha istraživanja, te su bili upoznati s pravom da u svakom trenutku mogu odbiti daljnje sudjelovanje i da im je zagarantirana anonimnost. Nakon što su ispitanici dali suglasnost za sudjelovanje, pristupili su mjerenju za potrebe ovog istraživanja.

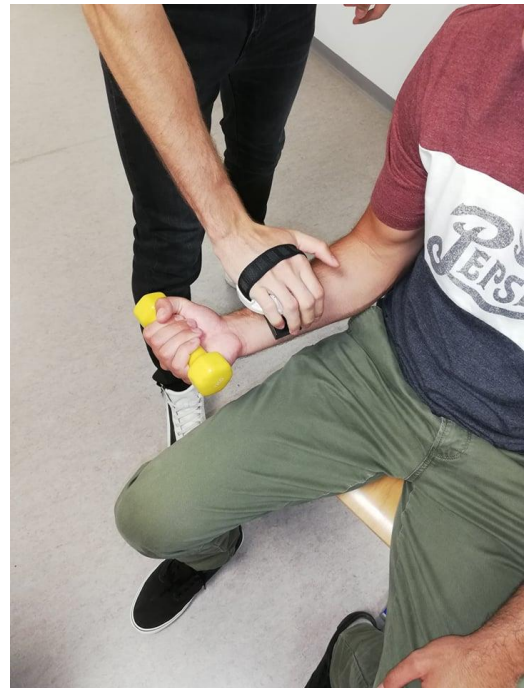
### 6.2. METODE

Kao mjerni instrument za ispitivanje korišten je dinamometar marke mikroFET®2, uređaj tvrtke Hoggan Scientific, LLC, Sjedinjene Američke države (SAD). Mjerenje se izvodilo u sjedećem položaju sa adduciranom nadlakticom i flektiranom podlakticom pod 90° u laktu. Suprotna ruka je bila opuštena uz tijelo bez pridržavanja tijekom mjerenja. Prvo se mjerilo dominantnu ruku ispitanika pa nedominantnu bez utega u proniranom, srednjem i supiniranom položaju podlaktice. Nakon toga mjerenje se provodilo identično koristeći uteg od 3 kg. Ispitanicima je dozvoljen pokret od 10° da savladaju otpor uređaja i gravitacije te se nije dozvolio pokret abduciranja nadlaktice tokom mjerenja. Mjerilo se bez pauze prilikom promjene strana. Za numerički zapis koristili su se njutni (N) u vremenu od 10 sekundi te se zabilježio najveći iznos mišićne sile u postavljenom vremenu. Za početak mjerenja ispitaniku se izrekla naredba „kreni“ te u desetoj sekundi „opusti“.





*Slika 12. Supinirani položaj bez utega*



*Slika 13. Supinirani položaj sa utegom*

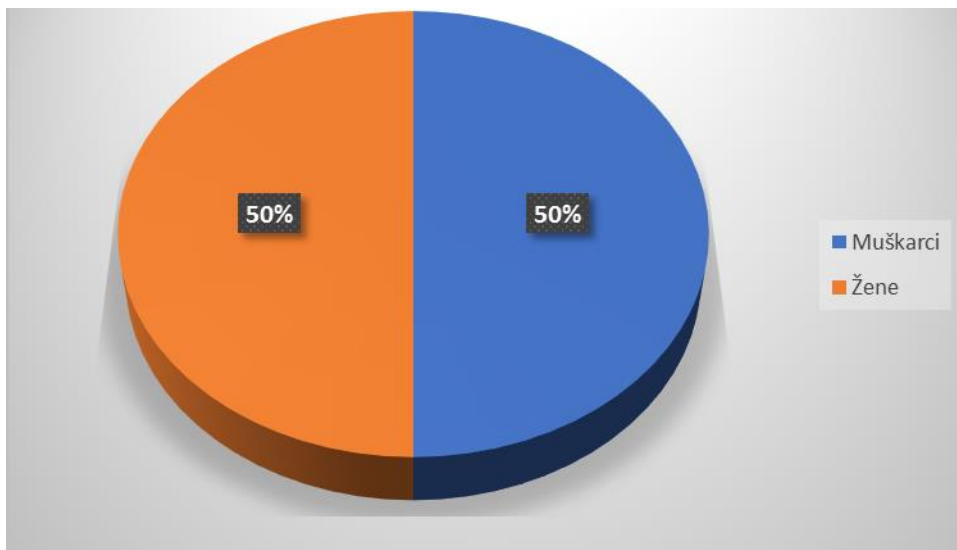
### 6.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

U obradi podataka korišten je aplikacijski program Statistica verzija 13.3 (Tibco software Inc. USA). U usporedbi nezavisnih grupa podataka (dominantna i nedominantna ruka te mišićna snaga u supiniranom položaju) koristili smo Studentov t- test. Grafički prikaz je napravljen uz pomoć računalnog programa Excel. Statističku značajnost procjenjivali smo na razini statističke značajnosti  $P \leq 0,05$ , tj. uz 95%-tne granice pouzdanosti.

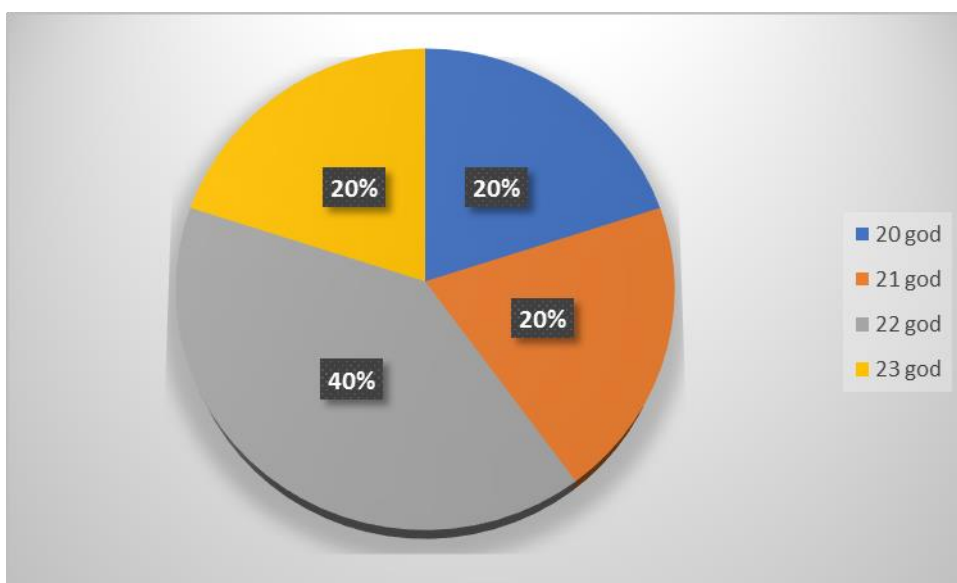
## 7. REZULTATI

U istraživanju je ukupno sudjelovalo 10 studenata. Od ukupnog broja ispitanika njih 5 (50%) je muških, a 5 (50%) ženskih. Prosječna dob studenata je 21,6 godina (SD=64,8) pri čemu najmlađi ispitanik ima 20, a najstariji 23 godine.

*Graf 1. Podjela po spolu*

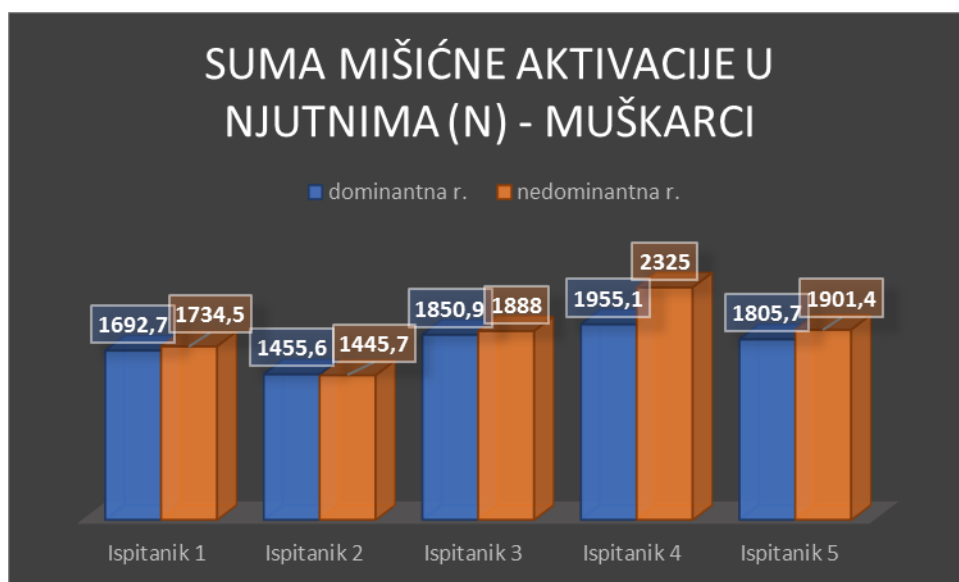


*Graf 2. Podjela po godinama*

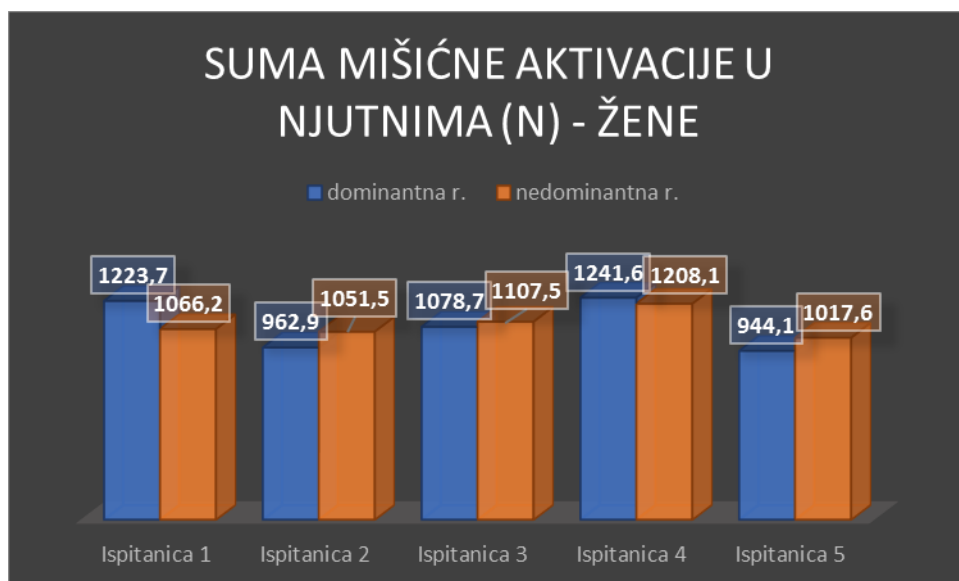


U narednim grafičkim prikazima izračunate su sume mišićnih aktivacija za muške i ženske ispitanike, za dominantnu i nedominantnu ruku te su sume međusobno uspoređene.

Graf 3. Sume mišićnih aktivacija u njutnima (N) među muškim ispitanicima

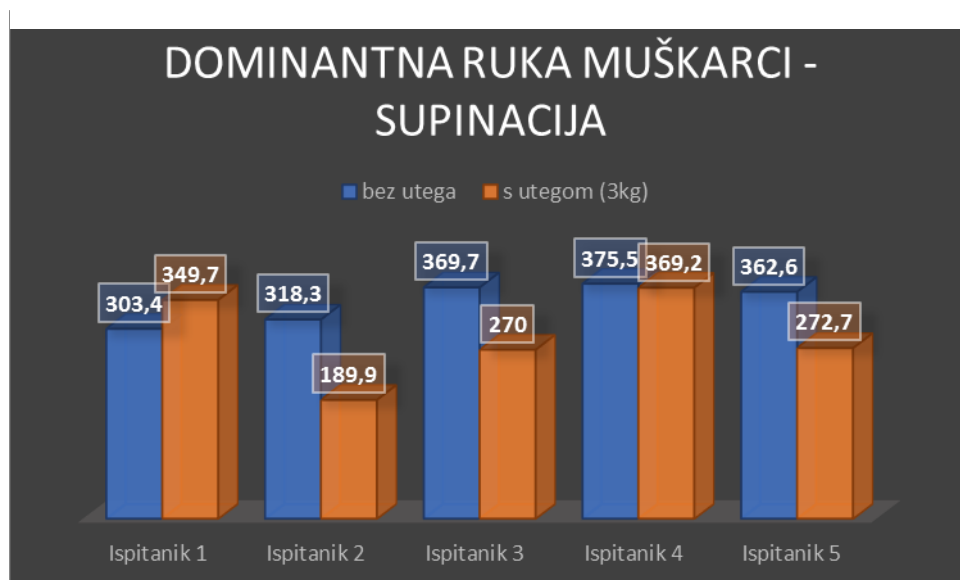


Graf 4. Sume mišićnih aktivacija u njutnima (N) među ženskim ispitanicima



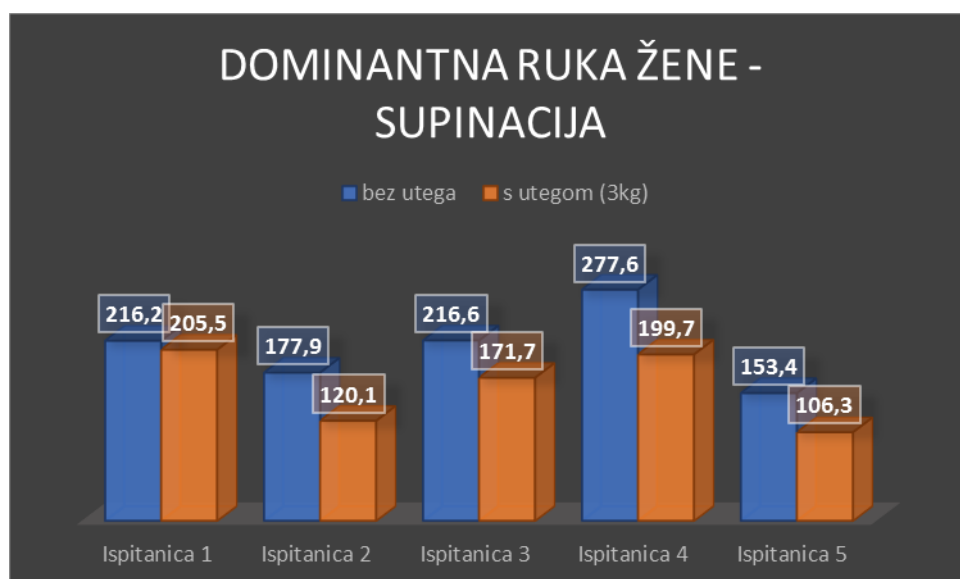
Nadalje prikazane su mišićne aktivacije u supiniranom položaju unutar spolova za dominantnu ruku bez i sa utegom od 3 kg te su dobiveni rezultati u grafičkim prikazima.

*Graf 5. Dominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za muške ispitanike*



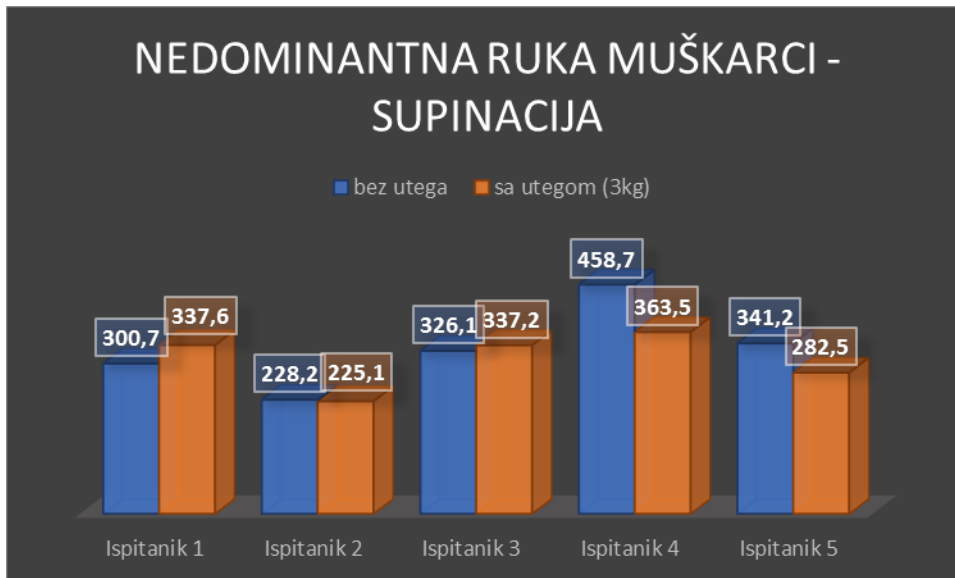
Kod muških ispitanika (Grafički prikaz 5) u supiniranom položaju podlaktice rezultati mjerenja pokazuju kako 4 ispitanika (90%) imaju veću mišićnu aktivaciju m. biceps brachii bez utega dok ispitanik 1 (10%) ima veću mišićnu aktivaciju m. biceps brachii sa utegom od 3 kg za dominantnu ruku.

*Graf 6. Dominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za ženske ispitanice*



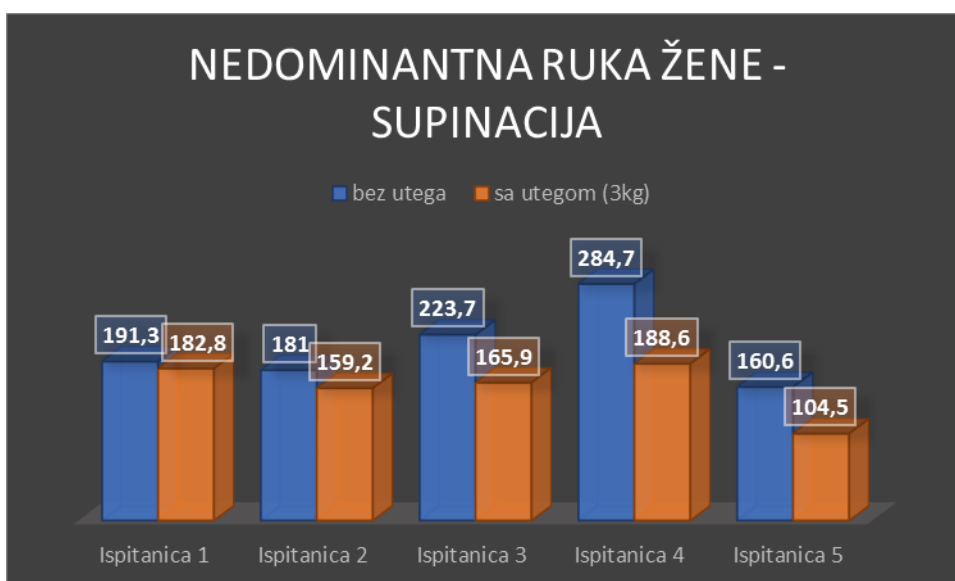
Grafičkim prikazom (Grafički prikaz 6) kod žena rezultati mišićne aktivacije m. biceps brachii u supiniranom položaju podlaktice dominantne ruke pokazuju kako sve ispitanice imaju veću mišićnu aktivaciju m. biceps brachii bez utega nego sa utegom (3 kg). Takav pokazatelj rezultata je bio očekivan. Uz rezultate dominantne ruke prikazani su i rezultati za nedominantnu ruku po spolovima bez i sa utegom u supiniranom položaju podlaktice.

*Graf 7. Nedominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za muške ispitanike*



Kod muških ispitanika u supiniranom položaju podlaktice (Grafički prikaz 7) rezultati mjerenja pokazuju kako 3 ispitanika (60%) ima veću mišićnu aktivaciju m. biceps brachii bez utega dok 2 (40%) ispitanika ima veću mišićnu aktivaciju m. biceps brachii sa utegom od 3 kg za nedominantnu ruku. S obzirom da je broj muških ispitanika koji su podvrgnuti ispitivanju malen ova razlika se ne može smatrati mjerodavnom niti statistički značajnom što ćemo kasnije prikazati.

*Graf 8. Nedominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za ženske ispitanice*



Rezultati supiniranog položaja nedominantne ruke (Grafički prikaz 8) kod ženskih ispitanica pokazuju da kao i kod dominantne ruke sve imaju veću mišićnu aktivaciju m. biceps brachii bez utega nego koristeći uteg.

Kako bi ispitali da li postoji značajna razlika između dominantne i nedominantne ruke kod svih ispitanika primijenjen je Studentov t–test za nezavisne uzorke. Za mjerenje mišićne aktivacije korišteni su njutni (N). Rezultate dominantne ruke smo prikazali sa „D“, a nedominantne sa „N“ dok je muški spol označen sa „M“, a ženski sa „Ž“.

*Tablica 1. Ukupna mišićna aktivacija dominantne i nedominantne ruka za sve ispitanike*

Dominantna i nedominantna ruka za sve ispitanike						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
ruka	D	N			D	N
ukupno	1421,1	1474,55	-0,282417	0,780846	382,7763	460,0796

U Tablici 1 vidimo da ukupna razlika dominantne i nedominantne ruke nije statistički značajna ( $p > 0,05$ ).

*Tablica 2. Prikaz rezultata po spolovima*

Razlika po spolu						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
spol	M	Ž			M	Ž
ukupno	1805,46	1090,19	8,229129	0	253,8538	105,394

Iz Tablice 2 vidljivo je da je velika razlika na muškoj strani u odnosu na žensku iz čega se da zaključiti da je razlika statistički značajna ( $p < 0,05$ ). Razlika je bila i očekivana, tj. da će muškarci imati veću ukupnu mišićnu aktivaciju.

Tablica 3. Prikaz rezultata među muškim ispitanicima za dominantnu i nedominantnu ruku

Razlika između muških ispitanika						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
ruka	D	N			D	N
ukupno	1752	1858,92	-0,643935	0,537637	190,5807	318,6345

U Tablici 3 vidljivo je da su iznosi u njutnima (N) za pojedinu ruku približni što je i dokazano, stoga ovaj odnos nije statistički značajan ( $p > 0,05$ ). Blago uvećanje na nedominantnoj strani su par ispitanika primijetili prije samog testiranja.

Tablica 4. Prikaz rezultata među ženskim ispitanicama za dominantnu i nedominantnu ruku

Razlika između ženskih ispitanica						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
ruka	D	N			D	N
ukupno	1090,2	1090,18	0,000283	0,999781	140,0241	73,38962

Iz Tablice 4 vidljivo je da su dominantna i nedominantna ruka kod ženskih ispitanica gotovo istih rezultata što se pokazalo kao statistički neznačajnim ( $p > 0,05$ ).

Kod supiniranog položaja podlaktice prikazali smo slijedeće rezultate.

Tablica 5. Prikaz rezultata dominantne i nedominantne ruke u supinaciji za sve ispitanike

Razlika u supinaciji dominantne i nedominantne ruke za sve ispitanike						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
ruka	D	N			D	N
ukupno	502,6	504,31	-0,022602	0,982217	162,8942	175,2361

U supiniranom položaju rezultati m. biceps brachii iz Tablice 5 pokazali su kako oba spola imaju približnu mišićnu aktivaciju u njutnima (N), a to se i pokazalo statistički neznačajnim ( $p > 0,05$ ).

Tablica 6. Prikaz rezultata supinacije po spolu

Razlika u supinaciji po spolu						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
spol	M	Ž			M	Ž
ukupno	638,18	368,73	6,552746	0,000004	104,0081	78,04482

Rezultati mjerenja aktivacije m. biceps brachii u supinaciji u Tablici 6 jasno je vidljiva razlika po spolu. Muški ispitanici imaju gotovo udvostručenu snagu u supinaciji od ženskih ispitanika što je također očekivano. Ovaj odnos je statistički značajan ( $p < 0,05$ ).

Tablica 7. Prikaz rezultata supinacije za dominantnu i nedominantnu ruku među muškim ispitanicima

Razlika u supinaciji među muškim ispitanicima						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
ruka	D	N			D	N
ukupno	636,2	640,16	-0,056769	0,956122	84,34293	131,2108

Blaga prednost snage za nedominantnu ruku kod muških ispitanika u Tablici 7 očekivana je i prije mjerenja. Nekoliko ispitanika je izjavilo prije samog testiranja kako očekuju veću snagu m. biceps brachii na nedominantnoj strani a to se i ovim testom potvrdilo. Sveukupno gledano ovaj odnos nije statistički značajan ( $p > 0,05$ ).

Tablica 8. Prikaz rezultata supinacije za dominantnu i nedominantnu ruku među ženskim ispitanicima

Razlika u supinaciji među ženskim ispitanicima						
Varijable	Aritmetička sredina	Aritmetička sredina	t-test	p	Standardna Devijacija (SD)	Standardna Devijacija (SD)
ruka	D	N			D	N
ukupno	369	368,46	0,010314	0,992023	89,25548	75,74967

Rezultati supinacije kod ženskih ispitanica u Tablici 8 pokazali su približno podjednaku mišićnu aktivaciju m. biceps brachii. Ovaj odnos ruku kod ženskih ispitanica nije statistički značajan ( $p > 0,05$ ).



## 8. RASPRAVA

Ovaj istraživački rad ne može biti mjerilo jer je broj od deset ispitanika malen ali može poslužiti kao ogledni primjer.

Gledajući ukupne sume mišićnih aktivacija za obje ruke kod oba spola (Grafički prikaz 3 i 4) zaključilo bi se da je nedominantna ruka jača što je i par muških i ženskih ispitanika izjavilo prije samog mjerenja. Kod mjerenja mišićne aktivacije dominantne ruke u supinaciji bez i sa utegom od 3 kg (Grafički prikaz 5 i 6) naišli smo na očekivane rezultate. Snaga m. biceps brachii bez utega bila je kod 90% ispitanika jača, dok je kod jednog ispitanika (10%) manja od mišićne snage sa utegom. Razlog tome je da je ispitanik bio prvi te bi ponovnim mjerenjem rezultati vjerojatno bili drugačiji. Na Grafičkim prikazima 7 i 8 vidljivo je kako je snaga nedominantne ruke u supiniranom položaju bez utega kod 80% ispitanika veća, a kod 20% manja u mišićnoj aktivaciji m. biceps brachii.

Statistički podaci su generalno potvrdili prethodne pretpostavke vidljive u grafičkim prikazima (3, 4, 5, 6, 7 i 8). Tablica 1 je pokazala kako nema značajne razlike tj. da odnos između mišićne aktivacije u njutnima (N) za dominantnu i nedominantnu ruku kod svih ispitanika nije statistički značajna. U istraživanju iz Kanade (12) u kojoj su sudjelovali Bilodeau M., Bisson E., DeGrace D., Despre's I. i Johnson M. na temu „Značajke mišićne aktivacije povezane s razlikama u fiziološkoj amplitudi tremora između dominantne i ne-dominantne ruke“, podaci su pokazali da se promjene u amplitudi ubrzanja s povećanjem opterećenja nisu razlikovale između dominantne i nedominantne ruke. Nadalje, razlika u amplitudi EMG-a između dominantne i nedominantne ruke nije dosegla statističku značajnost, što sugerira da su za objašnjavanje razlike u amplitudi ubrzanja možda važniji i drugi faktori, a ne razlike u razini aktivacije motornih jedinica. Drugo istraživanje koje su proveli Newtona M. J., Saccob P., Chapman D. i Nosakaa K. u Australiji (13) na temu „Odgovaraju li dominantna i nedominantna ruka slično na maksimalno ekscentrično vježbanje fleksora lakta“ pokazalo je kada su dominantni i ne-dominantni fleksori lakta uspoređeni nakon maksimalnog ekscentričnog vježbanja, nije bilo značajnih razlika u promjenama bilo kojeg parametra kada je poredak izbalansiran.

Kod razlike po spolu u Tablici 2 vidljiva je dominacija na muškoj strani. Muški ispitanici imali su veću ukupnu mišićnu aktivaciju od ženskih ispitanica što je bilo i očekivano a i pokazalo se statistički značajnim. U istraživanju iz Američke savezne države Nebraska (15)

kojeg su proveli Hill E. C. , Housh T. J., Smith C. M. , Schmidt R. J. i Johnson G. O. na temu „Odgovori spolova i mišića tijekom vježbi zamora“ došlo se do zaključka da su mišići s najizraženijim neuromuskularnim odgovorima izazvanim umorom bili su biceps brachii kod muškaraca i brachioradialis kod žena. Ova otkrića mogu biti povezana s rodnim razlikama u obrascima upotrebe sinergističkih mišića tijekom zamornog zadatka.

Među muškim ispitanicima u Tablici 3 vidljiva je mala prednost na strani nedominantne ruke, ali ovaj odnos nije statistički značajan. Kao što je prethodno navedeno, pojedini ispitanici u oba spola su očekivali prednost nedominantne ruke u rezultatima. To se može pripisati činjenici da se sa nedominantnom rukom odrađuje nošenje tereta dok je dominantna ruka zaslužna za finu motoriku i precizne radnje. Istraživanja pokazuju slične zaključke. Kod istraživanja u Italiji koje su proveli Pinto T. P., Gazzoni M., Botter A. i Vieira T. M. (11) na temu „Povećava li se amplituda M valova biceps brachii istovremeno u oba uda tijekom električnih kontrakcija“, rezultati su pokazali da je došlo do postupne aktivacije motornih jedinica u biceps brachii dominantnije nego nedominantne ruke i da se slažu s hipotezom o širem spektru praga aktivacije motornih jedinica u dominantnoj ruci, što može pridonijeti finoj regulaciji proizvodnje sile. Ženske ispitanice pokazuju skoro identične rezultate u omjeru aktivacije dominantne i nedominantne ruke što je vidljivo u Tablici 4 i taj omjer također nije statistički značajan.

Nadalje se mjerila mišićna aktivnost obje ruke u supiniranom položaju podlaktice te su dobiveni rezultati u Tablici 5. Statističkom obradom dobivenih podataka došlo se do zaključka kako razlika nije statistički značajna između obje ruke. U jednom istraživanju koje su proveli Naito A., Yajima M. , Fukamachi H. , Ushikoshi K. , Handa Y. , Hoshimiya N. i Shimizu Y. u Japanu (14) na temu „Elektrofiziološke studije aktivnosti Biceps Brachii u supinaciji i fleksiji lakatnog zgloba“ dokazali su da u elektromiograf (EMG) studiji, duga i kratka glava m. bicepsa brachii pokazuju blage ili nikakve aktivnosti tijekom držanja podlaktice pod opterećenjem (od 1,2 kg). Nadalje uzimajući u obzir rezultate ove studije elektro neuro-muskularne stimulacije (ENS-a), smatra se da svaki čovjek ima individualnu upotrebu m. bicepsa brachii za supinaciju podlaktice i pokret pronacije, dok su aktivnosti mišića na lakatnom zglobu slične među ispitanicima. Daljnja detaljna analiza pokreta, tj. istodobni ENS na m. biceps brachii i na ostale mišiće ili istovremeno snimanje EMG-om fleksora i ekstenzora lakta te pronatora i supinatora podlaktice, su potrebni za korištenje funkcionalne elektrostimulacije (FES-a) na m. biceps brachii za kontrolu pokreta supinacije podlaktice.

Razlika između muških i ženskih ispitanika u Tablici 6 pokazuje kako muški ispitanici imaju statistički značajnu razliku u mišićnoj aktivaciji m. biceps brachii od ženskih ispitanica. Ta značajna razlika je i očekivana prije samog mjerenja.

Kod provjere rezultata unutar pojedinih grupa u Tablicama 7 i 8 dokazano je da nema statistički značajne razlike u ukupnoj mišićnoj aktivaciji (bez i sa utegom) između dominantne i nedominantne ruke. Ali kod muških ispitanika je nedominantna ruka imala malo veću ukupnu mišićnu aktivaciju dok je dominantna imala veću kod ženskih ispitanica.

## 9. ZAKLJUČAK

U skladu s ciljem istraživanja dobiveni rezultati odbacuju obje hipoteze. S obzirom da je broj ispitanika nedovoljan za donošenje zaključaka, ovo istraživanje nije mjerodavno. Dvije pretpostavke su se i potvrdile u ovom istraživanju, a to su da muškarci imaju veću ukupnu mišićnu aktivaciju kod fleksije u laktu i da mišićna aktivacija m. bicepsa brachii u supiniranom položaju veća od aktivacije kod žena.

Kada se gledaju svaka ruka zasebno, muškarcima je povećana mišićna aktivacija nedominantne ruke ali kroz statističku obradu ne predstavlja statistički značajnu razliku. Kod ženskih ispitanica razlika između dominantne i nedominantne strane također nije statistički značajna, ali obradom rezultata aritmetičke sredine obje ruke su gotovo identične.

Prva hipoteza, „Dominantna ruka ima jaču mišićnu aktivaciju m. bicepsa brachii od nedominantne ruke“ se nije potvrdila ovim istraživanjem jer razlika nije statistički značajna. Zato se ta hipoteza odbacuje. Druga hipoteza, „Maksimalna supinacija podlaktice i fleksija u laktu pod 90° dominantne ruke ima jaču mišićnu aktivaciju od nedominantne ruke“ se također nije potvrdila prema rezultatima istraživanja jer razlika između dominantne i nedominantne strane nije statistički značajna te je odbačena.

## 10. LITERATURA

1. Muscular structure. Dostupno na:

<https://training.seer.cancer.gov/anatomy/muscular/structure.html>

2. Light D. M.D., Cooley D. A.: Your Body. How It Works. Cells, Tissues and Skin, 86-88, Chelsea House, 2004.

3. Schoenfeld B. PhD, CSCS, CSPS, FNSCA: Science and development of muscle hypertrophy, 2-6, Lehman College, Bronx, New York, 2016.

4. Muscle, exercise. Dostupno na: <https://physio-pedia.com/Muscle>

5. What are the main functions of the muscular system. Dostupno na:

<https://www.medicalnewstoday.com/articles/321617#eleven-main-functions-of-the-muscular-system>

6. Križan, Z.: Pregled građe grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke, Kompendij anatomije čovjeka III. Dio, 303,323, Školska knjiga, Zagreb, 1997.

7. Bobinac D.: Osnove kineziologije Analiza pokreta i stavova ljudskog tijela, 27-29, Fintrade & tours d.o.o., Rijeka, 2010.

8. MicroFET®2. Dostupno na: <https://hogganscientific.com/product/microfet2-muscle-tester-digital-handheld-dynamometer/>

9. MicroFET®2, product description. Dostupno na: <https://www.physiosupplies.eu/microfet-2-wireless>

10. MicroFET®2, manual. Dostupno na: [https://www.fab-ent.com/MEDIA/41\\_INSTRUCTIONS/12-0381WD\\_MANUAL.PDF](https://www.fab-ent.com/MEDIA/41_INSTRUCTIONS/12-0381WD_MANUAL.PDF)

11. Pinto T. P., Gazzoni M., Botter A. i Vieira T. M. Does the amplitude of biceps brachii M waves increase similarly in both limbs during staircase, electrically elicited contractions?: Laboratory for Engineering of the Neuromuscular System (LISiN), Department of Electronics and Telecommunications, Politecnico di Torino, Turin, Italy [Internet] 2018 20;39(8):085005:1-16. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30039799/>

12. Bilodeau M., Bisson E., DeGrace D., Despre's I. i Johnson M. Muscle activation characteristics associated with differences in physiological tremor amplitude between the dominant and non-dominant hand: E' lisabeth Bruye`re Research Institute, SCO Health Service, Ottawa, Ontario, Canada K1N 5C8, School of Rehabilitation Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada K1H 8M5 [Internet] 2009;19(1):131-8. Dostupno na:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S105064110700106X?via%3Dihub>

13. Newton M. J., Saccob P., Chapman D. i Nosakaa K. Do dominant and non-dominant arms respond similarly to maximal eccentric exercise of the elbow flexors?: School of Exercise and Health Sciences, Edith Cowan University, Western Australia, Joondalup, Western Australia, Department of Neurosciences, University of Liverpool, Aintree Hospital, Liverpool, United Kingdom, Physiology Department, Australian Institute of Sport, Canberra, Australian Capital Territory, Australia [Internet] 2013;16(2):166-71. Dostupno na:

[https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(12\)00119-3/fulltext](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(12)00119-3/fulltext)

14. Naito A., Yajima M. , Fukamachi H. , Ushikoshi K. , Handa Y. , Hoshimiya N. i Shimizu Y. Electrophysiological Studies of the Biceps Brachii Activities in Supination and Flexion of the Elbow Joint: Department of Anatomy, Shinshu University School of Medicine, Matsumoto, Kosei-Ren Kakeyu-Misayama Hospital, Maruko-Machi, Aizawa Hospital, Matsumoto, Department of Anatomy, Tohoku University School of Medicine, Sendai, and Department of Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Tohoku University, Sendai [Internet] 1994;173(2):259-67. Dostupno na:

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjem1920/173/2/173\\_2\\_259/article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjem1920/173/2/173_2_259/article)

15. Hill E. C. , Housh T. J., Smith C. M. , Schmidt R. J. i Johnson G. O. Gender- and Muscle-Specific Responses During Fatiguing Exercise: 1Department of Nutrition and Health Sciences Human Performance Laboratory University of Nebraska-Lincoln, Lincoln [Internet]

2018;32(5):1471-1478. Dostupno na: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2018/05000/Gender\\_and\\_Muscle\\_Specific\\_Responses\\_During.36.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2018/05000/Gender_and_Muscle_Specific_Responses_During.36.aspx)

## 11. PRILOZI

### PRILOG A: Popis ilustracija

#### Slike

Slika 1. Struktura skeletnog mišićja.....	8
Slika 2. Motorna jedinica(3).....	10
Slika 3. M. biceps brachii.....	15
Slika 4. M. brachialis.....	15
Slika 5. M. brachioradialis .....	16
Slika 6. Uređaj mikroFET®2 .....	19
Slika 7. MicroFET2 kutija.....	19
Slika 8. Dodaci mikroFET®2 uređaju .....	20
Slika 9. Ispitivanje mišića donjih ekstremiteta.....	21
Slika 10. Ispitivanje mišića prstiju .....	21
Slika 11. Ispitivanje mišića gornjih ekstremiteta .....	21
Slika 12. Supinirani položaj bez utega .....	24
Slika 13. Supinirani položaj sa utegom .....	24

#### Grafovi

Graf 1. Podjela po spolu .....	25
Graf 2. Podjela po godinama.....	25
Graf 3. Sume mišićnih aktivacija u njutnima (N) među muškim ispitanicima .....	26
Graf 4. Sume mišićnih aktivacija u njutnima (N) među ženskim ispitanicama.....	26
Graf 5. Dominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za muške ispitanike .....	27
Graf 6. Dominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za ženske ispitanice .....	27
Graf 7. Nedominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za muške ispitanike .....	28
Graf 8. Nedominantna ruka – rezultati u njutnima (N) za ženske ispitanice .....	28

## Tablice

Tablica 1. Ukupna mišićna aktivacija dominantne i nedominantne ruka za sve ispitanike .....	29
Tablica 2. Prikaz rezultata po spolovima .....	29
Tablica 3. Prikaz rezultata među muškim ispitanicima za dominantnu i nedominantnu ruku .....	30
Tablica 4. Prikaz rezultata među ženskim ispitanicama za dominantnu i nedominantnu ruku .....	30
Tablica 5. Prikaz rezultata dominantne i nedominantne ruke u supinaciji za sve ispitanike.....	30
Tablica 6. Prikaz rezultata supinacije po spolu .....	31
Tablica 7. Prikaz rezultata supinacije za dominantnu i nedominantnu ruku među muškim ispitanicima .....	31
Tablica 8. Prikaz rezultata supinacije za dominantnu i nedominantnu ruku među ženskim ispitanicama .....	31



## **12. ŽIVOTOPIS**

Zovem se Alen Šehić. Rođen sam 31. listopada 1997. u Rijeci. Srednju Medicinsku školu, smjer sanitarnog tehničara sam završio u Rijeci 2016. godine. Jednu godinu prije fakulteta sam pauzirao i odradio dio pripravničkog staža na Epidemiološkom odjelu u Nastavnom zavodu za javno zdravstvo. U 2017. godini upisao sam Preddiplomski stručni studij fizioterapije na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci.