

# MJERENJE OPSEGA POKRETA ZGLOBA LAKTA I PODLAKTICE KLASIČNIM DVOKRAKIM GONIOMETROM I DIGITALNIM EASY ANGLE GONIOMETROM

---

**Margeta, Marcel**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:063182>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-27**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI  
FIZIOTERAPIJA

Marcel Margeta

MJERENJE OPSEGA POKRETA ZGLOBA LAKTA I PODLAKTICE KLASIČNIM  
DVOKRAKIM GONIOMETROM I DIGITALNIM EASY ANGLE GONIOMETROM: rad s  
istraživanjem  
Završni rad

Rijeka, 2024.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FAKULTY OF HEALTH STUDIES  
UNDERGRADUATE PROFESSIONAL STUDY  
PHYSIOTHERAPY

Marcel Margeta

MEASURING RANGE OF MOTION IN ELBOW JOINT AND FOREARM WITH CLASSIC  
TWO-ARMED GONIOMETER AND DIGITAL EASY ANGLE GONIOMETER: research

Bachelor thesis

Rijeka, 2024.

Mentor rada: Verner Marijančić

Završni rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Jasna Lulić Drenjak, prof.
2. Kristijan Zulle, mag. physioth.
3. Verner Marijančić, mag. rehab. educ.

## Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

### Opći podatci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija
Studij	Prijediplomski stručni studij Fizioterapija
Vrsta studentskog rada	Završni rad/rad s istraživanjem
Ime i prezime studenta	Marcel Margeta
JMBAG	0351013153

### Podatci o radu studenta:

Naslov rada	MJERENJE OPSEGA POKRETA ZGLOBA LAKTA I PODLAKTICE KLASIČNIM DVOKRAKIM GONIOMETROM I DIGITALNIM EASY ANGLE GONIOMETROM
Ime i prezime mentora	Verner Marijančić, mag. rehab. educ.
Datum predaje rada	13 rujan 2024.
Identifikacijski br. podneska	2453192110
Datum provjere rada	13 rujan 2024.
Ime datoteke	Margeta_-_zavr_ni_rad_prepravak.docx
Veličina datoteke	781.82K
Broj znakova	62,797
Broj riječi	10,054
Broj stranica	51

### Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	7
-----------------	---

### Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/> DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum

13 rujan 2024.

Potpis mentora

*Marijančić Verner*

## Sadržaj

1.	UVOD.....	1
1.1.	Anatomija .....	3
1.1.1.	Anatomija lakta .....	3
1.1.2.	Anatomija podlaktice.....	5
1.2.	Mehanika lakta i podlaktice.....	6
1.2.1.	Fleksija podlaktice.....	7
1.2.2.	Ekstenzija podlaktice.....	8
1.2.3.	Pronacija podlaktice .....	9
1.2.4.	Supinacija podlaktice.....	9
1.3.	Mjerenje opsega pokreta.....	10
1.3.1.	Goniometrija.....	12
1.3.2.	Mjerenje opsega pokreta fleksije podlaktice .....	15
1.3.3.	Mjerenje opsega pokreta ekstenzije podlaktice .....	15
1.3.4.	Mjerenje opsega pokreta unutarnje i vanjske rotacije podlaktice .....	16
2.	CILJEVI I HIPOTEZE .....	17
3.	ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE.....	17
3.1.	Ispitanici/materijali.....	17
3.2.	Postupak i instrumentarij .....	18
3.3.	Statistička obrada podataka .....	19
3.4.	Etički aspekti istraživanja.....	20
4.	REZULTATI .....	21
5.	RASPRAVA .....	36
6.	ZAKLJUČAK.....	38
	LITERATURA .....	39
	PRIVITCI .....	41
	KRATKI ŽIVOTOPIS.....	44

## SAŽETAK

**Uvod:** Mjerenje opsega pokreta se skoro uvijek koristi tokom fizioterapijsko-rehabilitacijskog procesa te se najčešće provodi prije, tijekom i nakon rehabilitacije. Ta mjerenja fizioterapeutima daje na uvid tijekom i uspješnost terapije. Za provođenje mjerenja potrebno je znanje iz anatomije i mehanike te je potrebna vještina za baratanje goniometrima. Goniometri su uređaji kojima mjerimo opseg pokreta te su za točne rezultate potrebni što precizniji goniometri.

**Cilj istraživanja:** Glavni cilj istraživanja bio je utvrditi postoji li razlika u preciznosti mjerenja opsega pokreta prilikom korištenja klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog goniometra (Easy Angle, Meloq, Švedska). Drugi cilj istraživanja je bio utvrditi kojim će se instrumentom brže provesti mjerenje.

**Ispitanici i metode:** U provedenom istraživanju sudjelovalo je sveukupno 30 studenata u dobi od 19 do 23 godine, svi su studenti Fakulteta Zdravstvenih Studija u Rijeci, smjer fizioterapija. Od sveukupnog broja ispitanika prisustvovalo je 10 muškaraca i 20 žena. Istraživanje je provedeno tokom lipnja i srpnja 2024. godine u kabinetu Fizioterapijskih vještina Fakulteta Zdravstvenih Studija u Rijeci. Od instrumenata koristili su se: klasični dvokraki goniometar, digitalni Easy Angle goniometar te štoperica. Ispitivanje je trajalo pet pet dana; šest ispitanika po danu te se na svakog ispitanika utrošilo 15 minuta. Mjerio se opseg svih pokreta u laktu, kod oba zglob lakta svim sudionicima po dva puta, te se uz to mjerilo i vrijeme potrebno za provođenje mjerenja. Za usporedbu svih rezultata koristio se t-test za velike zavisne uzorke uz razinu statističke značajnosti  $P < 0,05$ . Rezultati su obrađeni u programu Statistica 14.1.0 (TIBCO Software Inc.).

**Rezultati:** Istraživanje nije došlo do konkretnih rezultata te niti jedna hipoteza nije u potpunosti potvrđena, obje su hipoteze u polovici slučajeva bile prihvaćene, a u drugoj polovici nisu bile prihvaćene.

**Zaključak:** Digitalni Easy Angle goniometar je jednostavniji za korištenje od klasičnog dvokrakog goniometra, najveća mana mu je cijena. Obzirom na to da je digitalni Easy Angle goniometar novitet na tržištu, potrebno je dodatnog vremena kako bi se provela slična istraživanja koja će možda dati konkretnije rezultate.

**Ključne riječi:** digitalni Easy Angle goniometar, klasični dvokraki goniometar, opseg pokreta, podlaktica, zglob lakta

## ABSTRACT

**Introduction:** Measuring range of motion is almost always used during the rehabilitation process and is most often carried out before, during and after rehabilitation. These measurements give the physiotherapists insight into the course and success of the therapy. To carry out the measurements, knowledge of anatomy and mechanics is required, as well as skill in handling goniometers. Goniometers are devices with which we measure the range of motion, and accurate results require the most precise goniometers.

**Objectives:** The main goal of this research was to determine whether there is a difference in the accuracy of measuring range of motion when using a classic two-arm goniometer and a digital goniometer (Easy Angle, Meloq, Sweden). The second goal of the research was to determine which instrument will be used to perform the measurement faster.

**Subjects and methods:** A total of 30 students between ages of 19 and 23 participated in the research, all of them are students of the Faculty of Health Studies in Rijeka, majoring in physiotherapy. Out of the total number of respondents, 10 men and 20 women attended. The research was conducted during June and July 2024 in the Physiotherapy Skills cabinet of the Faculty of Health Studies in Rijeka. The instruments used were a classic two-armed goniometer, a digital Easy Angle goniometer and a stopwatch. The trial lasted five days; six subjects per day and 15 minutes were spent on each subject. The extent of all movements in the elbow was measured, in both elbow joints for all participants twice, and in addition, the time required for the measurement was also measured. The t-test for large dependent samples was used to compare all results with a statistical significance level of  $P < 0.05$ . The results were processed in the program Statistica 14.1.0 (TIBCO Software Inc.).

**Results:** The research did not reach concrete results and neither hypothesis was fully confirmed, both hypotheses were accepted in half of the cases, and in the other half they were not accepted.

**Conclusion:** The digital Easy Angle goniometer is easier to use than classic two-armed goniometer, its biggest drawback is its price. Considering that the digital Easy Angle goniometer is new tool on the market, additional time is needed to conduct similar research that may give more concrete results.



**Key words:** classic two-armed goniometer, digital Easy Angle goniometer, elbow joint, forearm, range of motion

# 1. UVOD

Opseg pokreta se može definirati kao pomak dijela tijela oko zgloba u kojem se izvodi pokret, odnosno kao pomak pomičnog dijela tijela u odnosu na nepomični dio tijela (1). Tijekom fizioterapijsko-rehabilitacijskog postupka potrebno je evidentirati početno i završno stanje pacijenta, kao i napredak tokom rehabilitacijskog postupka (2,3). Evidentiranje podataka i praćenje rezultata nam može dati uvid u uspješnost programa.

Pri prikupljanju podataka o statusu ispitanika koristimo se raznim mjernim instrumentima, no još su uvijek osnovni mjerni instrumenti goniometri pomoću kojih mjerimo opseg pokreta u zglobovima (2). Goniometri su mjerni instrumenti kojima mjerimo opseg pokreta u zglobovima izražavajući vrijednosti u stupnjevima, a da pritom ne ograničavamo pokret (1). Postoje razne vrste goniometara, a u ovom će se istraživanju koristiti dvije vrste; Klasični dvokraki goniometar te digitalni goniometar (Easy Angle, Meloq, Švedska). Kod primjene klasičnog dvokrakog goniometra kutna skala se postavlja u središte zgloba u kojem mjerimo pokret; fiksni krak goniometra je vodoravan s podlogom ili je pričvršćen uz dio tijela koji se ne pomiče, dok pomični krak se postavlja uzdužno uz pomični dio tijela i prilikom izvođenja pokreta ispitivač njime prati središnju liniju dijela tijela koji se pomiče (2). Klasični dvokraki goniometar je teže primjenjivati od digitalnog goniometra iz više razloga: Prilikom mjerenja opsega pokreta klasičnim dvokrakim goniometrom, mjeru kuta mora očitati sam ispitivač, što ponekad može dovesti do krivog očitavanja rezultata, dok kod primjene digitalnog goniometra stupnjevi su jasno prikazani na ekranu što smanjuje učestalost pogrešaka. Nadalje, digitalni goniometar se prilikom mjerenja može samo učvrstiti za pomičnu polugu što omogućava provođenje mjerenja jednom rukom, za razliku od primjene klasičnog dvokrakog goniometra gdje ispitivač mora provoditi mjerenje objema rukama, na način da jednom rukom zadržava fiksni krak goniometra te pazi da se ne pomakne, a drugom rukom mora pomičnim krakom pratiti pokret, što na kraju krajeva zahtjeva puno opreza kako bi se izbjegle pogreške u mjerenju, a taj oprez može konzumirati puno vremena koje je u praksi dragocjeno (1).

Prvi primjerak klasičnog dvokrakog goniometra, prethodnik današnjih dvokrakih goniometara je osmislio nizozemski liječnik i matematičar Gemma Frisius, koji ga je koristio za izračunavanje

i bilježenje položaja nebeskih tijela u odnosu na Zemlju (1, 4). Digitalni Easy Angle goniometar je relativno nov uređaj za mjerenje opsega pokreta, unatoč tome dosad je objavljeno već 12 studija koja uključuju primjenu istog, a 5 istraživanja je najavljeno za objavljivanje u skorijoj budućnosti (5). Među 12 objavljenih istraživanja, objavljeno je i istraživanje na temelju ispitivanja pouzdanosti rezultata pri mjerenju pokreta u zglobu lakta. Istraživanje je dovelo do zaključka da se rezultati dobiveni mjerenjem digitalnim Easy Angle goniometrom smatraju prihvatljive do izvrsne pouzdanosti. Te da su potrebna daljnja istraživanja sa sudionicima iz različitih populacija koja bi istražila korisnost standardizacije (6,7).

Tema ovog istraživačkog rada predstavlja usporedbu vrijednosti dobivenih mjerenjima opsega pokreta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle kutomjerom, te usporedba vremena potrebnog za provođenje mjerenja s oba instrumenta. Ovim se radom nastoji pokazati postoji li razlika u dobivenim rezultatima između dva navedena instrumenta te je li ta razlika značajna ukoliko postoji. Uz to će se ispitati i razlika u potrebnom vremenu za provođenje mjerenja što će dovesti do zaključka koji je instrument lakše i brže primjenjivati.

## 1.1. Anatomija

### 1.1.1. Anatomija lakta

Zglob lakta (Slika 1.) (lat. *articulatio cubiti*) je spoj triju kostiju: *humerus*, *ulna* i *radius*, odnosno nadlaktična, lakatna i palčana kost. Obzirom da se uzglobljavaju više od dvije kosti riječ je o složenom zglobu (lat. *articulatio composita*) te u njemu razlikujemo tri zglobna spoja: humeroulnarni zglob (lat. *articulatio humeroulnaris*), humeroradijalni zglob (lat. *articulatio humeroradialis*) i proksimalni radioulnarni zglob (lat. *articulatio radioulnaris proximalis*) (8).

U humeroulnarnom zglobu se uzglobljavaju nadlaktična i lakatna kost. Konveksno zglobno tijelo čini *trochlea humeri* na nadlaktičnoj kosti, dok konkavno zglobno tijelo čini *incisura trochlearis* na lakatnoj kosti. *Trochlea humeri* je konveksno zglobno tijelo u obliku valjka koji leži poprečno u odnosu na smjer kosti, od prednjeg do stražnjeg kraja zglobne plohe se proteže brazda vodilja kojom klizi konkavno zglobno tijelo. *Incisura trochlearis* je konkavno zglobno tijelo u obliku šupljeg polu valjka te ima hrbat koji pristaje u brazdu vodilju u prati ju tokom izvođenja pokreta (8). Obzirom da su zglobna tijela u ovome zglobu u obliku poprečnog valjka i poprečnog šupljeg polu valjka govorimo o kutnom zglobu (lat. *ginglymus*) u kojem su moguće samo kutne kretnje fleksije i ekstenzije (9).

U humeroradijalnom zglobu se uzglobljavaju nadlaktična i palčana kost. Konveksno zglobno tijelo čini *capitulum humeri* na nadlaktičnoj kosti, a konkavno zglobno tijelo čini *fovea capitis radii* na palčanoj kosti (8). Prema obliku zglobnih tijela riječ je o kuglastom zglobu (lat. *articulatio sferoidea*) u kojem konveksno zglobno tijelo, u ovom slučaju *capitulum humeri*, ima oblik dijela kugle, a konkavno zglobno tijelo, u ovom slučaju *fovea capitis radii*, ima oblik dijela šuplje kugle (9).

Radioulnarni zglob je zglob između palčane i lakatne kosti. Konveksno zglobno tijelo čini *circumferentia articularis* palčane kosti, dok konkavno zglobno tijelo čine *incisura radialis* na lakatnoj kosti te pokriva samo 1/5 konkavnog zglobnog tijela, ostale 4/5 konkavnog zglobnog tijela čini *ligament anulare radii* koji u potpunosti obavija dio konveksnog zglobnog tijela koji u tom trenu nije u kontaktu s konkavnim zglobnim tijelom (8). Oblikom zglobnih tijela ovaj zglob pripada obrtnim zglobovima (lat. *articulatio trochoidea*) koji su sačinjeni od konveksnog zglobnog

tijela u obliku valjka usporednog s uzdužnom osi kosti, dok konkavno zglobno tijelo ima oblik dijela šupljeg valjka te su u takvom zglobu moguće kretnje rotacije (9).

Zglobna čahura (lat. *capsula articularis*) je čahura koja se hvata na rubovima zglobnih ploha te u potpunosti zatvara zglobnu šupljinu. Sastoji se od dva sloja: vanjski sloj je čvrsti vezivni sloj (lat. *membrana fibrosa*), a unutarnji sloj je tanka sinovijalna opna (lat. *membrana synovialis*) (10). Vanjsku opnu čine kolateralne veze koje su karakteristične za kutne zglobove: *lig. collaterale ulnare* i *lig. collaterale radiale*. One osiguravaju stalan kontakt između zglobnih ploha prilikom kretnji fleksije i ekstenzije (8).

*Ligament collaterale ulnare* polazi s donje strane medijalnog epikondila nadlaktične kosti, a hvata se na medijalnom rubu incizure trohlearis tako što se dijeli u dva tračka koji se hvataju na lakatnu kost od kojih se jedan hvata na koronoidni nastavak (lat. *processus coronoideus*), a drugi se tračak hvata na olekranon (lat. *olecranon*). *Ligament collaterale radiale* polazi od donjeg dijela lateralnog epikondila nadlaktične kosti te se također dijeli u dva tračka, prednji i stražnji koji se uz krajeve anularnog ligamenta hvataju na lakatnu kost (8).

Na nadlaktičnoj kosti zglobna čahura inserira sprijeda i straga nešto dalje od zglobnih tijela kako bi udubine (lat. *fossa coronoidea*, *fossa radialis*, i *fossa olecrani*) za dijelove podlaktičnih kostiju bile unutar zglobne šupljine. Bočno se drži na donjoj strani epikondila nadlaktične kosti, dok se na lakatnoj kosti drži uz rub zglobne hrskavice, a na palčanoj kosti se hvata na vrat kosti koji je smješten ispod samog zglobnog tijela. Čahura je između anularnog ligamenta i hvatišta na palčanoj kosti tanka i obilata što omogućava kretnje rotacije u radioulnarnom zglobu (8).

Sinovijalna opna obavija kosti do ruba zglobne hrskavice i prati vezivnu opnu te se na tri mjesta između te dvije opne nalaze nakupine masnog tkiva u obliku jastučića koji ulaze u već spomenute udubine na nadlaktičnoj kosti kako bi se spriječilo stvaranje vakuuma kada odgovarajući dijelovi kostiju izađu iz jame (8).



**Slika 1.** Zglob lakta, *articulatio cubiti*

Dostupno na: <https://www.slideshare.net/slideshow/zglob-lakta-artcubiti-medicinski-fakultet-novi-sad-nataa-igi-dr-jelena-zveki-svorcan/41322498#3>

### 1.1.2. Anatomija podlaktice

Podlaktica je sačinjena od dvije kosti: palčane i lakatne kosti. One su međusobno povezane sa tri spoja koji omogućavaju gibanje kosti u odnosu jedne na drugu te razlikujemo (Slika2.) (8):

Proksimalni spoj radijusa i ulne je *articulatio radioulnaris proximalis* koji je dio lakatnog zgloba te je opisan u prethodnom poglavlju.

Srednji spoj radijusa i ulne je spoj u kojem trupove kostiju međusobno spaja vezivna međukoštana opna (lat. *membrana interossea antebrachii*) te se hvata na *margo interosseus* obje kosti (8).

Distalni spoj radijusa i ulne je *articulatio radioulnaris distalis* koji je prema građi sličan proksimalnom istoimenom spoju. Ovdje se konveksno zglobno tijelo nalazi na lakatnoj kosti, *caput ulnae* koje donekle ima oblik valjka koji je položen u smjeru kosti kojoj pripada, na njemu se nalazi zglobna ploha *circumferentia articularis* koje artikulira s konkavnim zglobnim tijelom

na palčanoj kosti. Konkavno zglobno tijelo je *incisura ulnaris* na palčanoj kosti. *Capsula articularis* je obilata te se hvata na rubovima zglobnih hrskavica i na disku koji razdvaja donji radioulnarni i radiokarpalni zglob (8).



**Slika 2.** Anatomija podlaktice

Dostupno na:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepository.medri.uniri.hr%2Fislandora%2Fobject%2Fmedri%253A517%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw1YpK4biH azBaQAxS1VE3Wg&ust=1724932718164000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKEwior9ig0ZeIAxX4PxAIHcAzBjcQ3YkBegQIABAa>

### 1.2. Mehanika lakta i podlaktice

Glavni spoj u laktu je *articulatio humeroulnaris* koji je i anatomski i funkcionalno čisti kutni zglob te on sudjeluje oko transverzalne osi u pokretima pregibanja i opružanja, tj. fleksije i ekstenzije. *Articulatio humeroradialis* je anatomski prema obliku zglobnih tijela sferoidni zglob, no pošto je radijus vezan za ulnu, pokretljivost mu je znatno smanjena te su mu onemogućene kretnje abdukcije, adukcije i cirkumferencije koje su inače izvedive u sferoidnim zglobovima. U odnosu na humerus može oko transverzalne osi izvoditi pokrete flaksije i ekstenzije zajedno s

ulnom te istovremeno oko uzdužne osi u odnosu na humerus i ulnu može izvoditi rotacije što ga funkcionalno čini *trochoginglymusom* (8,11).

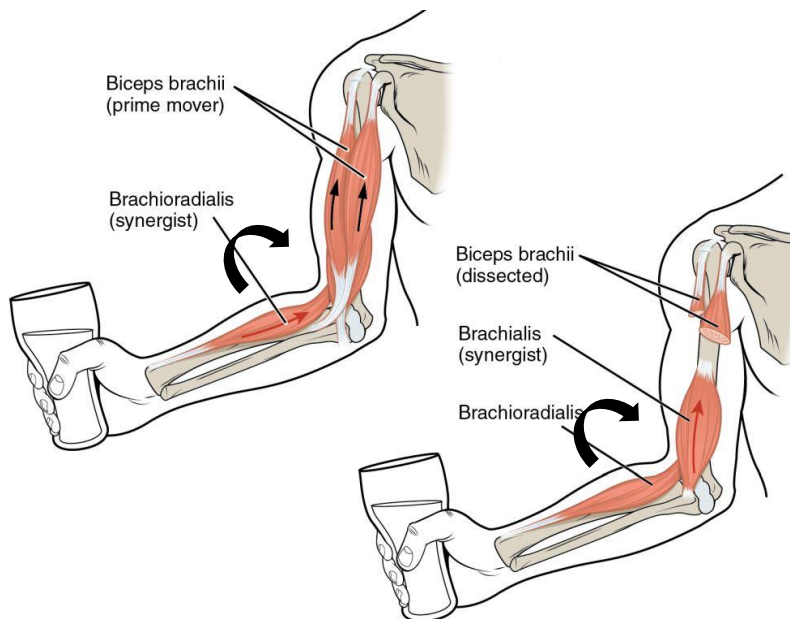
*Articulatio radioulnaris proximalis* kao i *articulatio radioulnaris distalis* su po obliku zglobnih tijela, a i funkcionalno obrtni zglob u kojem se izvode rotacije, tj. obrtanje prema van ili supinacija i obrtanje prema unutra ili pronacija. Obje radioulnarne artikulacije istovremeno izvode pokrete što ih čini kombiniranim trohoidnim zglobovima te se njihova zajednička os gibanja razlikuje od uzdužne. Ona prolazi kroz *caput radii* proksimalno i *caput ulnae* distalno. Srednji spoj podlaktičnih kostiju, *membrana interossea antebrachii* omogućava te kretnje svojom fleksibilnošću te istovremeno održava spoj između radijusa i ulne. Pri kretnjama rotacije uglavnom kretnju izvodi radijus tako što se proksimalni kraj obrće između zglobne plohe na ulni i *lig. anulare radii*, dok mu distalni okrajak obilazi glavu ulne., a šaka prilikom izvođenja rotacija prati kretnje radijusa. U slučajevima kada je šaka fiksirana u podlogu moguće su i rotacije ulne oko radijusa uz istovremenu suprotnu rotaciju u ramenom zglobu (8,11).

### 1.2.1. Fleksija podlaktice

Fleksija ili pregibanje podlaktice (Slika 3.) je pokret koji se oko transverzalne osi izvodi u humeroulnarnom i humeroradialnom zglobu. Referentna vrijednost ovog pokreta je od 0° do 140° prema Križanu (8), a 150° prema Zulle i suradnicima(2).

Agonisti odnosno mišići koji su najviše zaduženi za izvođenje pokreta su: *musculus biceps brachii*, *musculus brachialis* i *musculus brachioradialis* (11,12). *Musculus biceps brachii* ima svoje dvije glave, kratku (lat. *caput breve*) i dugu (lat. *caput longum*). *Caput longum* polazi sa *tuberculum supra glenoidale* na lopatici, dok *caput breve* polazi sa *processus coracoideus* također na lopatici te se zatim zajedno hvataju na *tuberositas radii* na palčanoj kosti. *Musculus brachialis* polazi s prednje površine distalne polovice humerusa te prelazi s gornje strane preko zgloba lakta i hvata se na *tuberositas ulnae*. *Musculus brachioradialis* polazi s *margo lateralis* nadlaktične kosti i *septum intermusculare brachii laterale*, prelazi koso preko prednje strane lakatnog zgloba te zatim ima dugačku tetivu koja se hvata na *processus styloideus radii* (8).





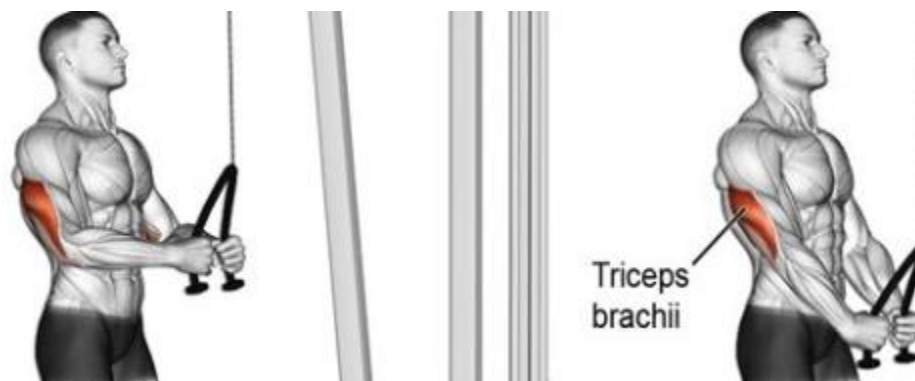
**Slika 3.** Fleksija podlaktice i prikaz mišića

Dostupno na: <https://www.fitness.com.hr/vjezbe/vjezbe/Zottman-biceps-pregib.aspx>

### 1.2.2. Ekstenzija podlaktice

Ekstenzija ili opuštanje podlaktice (Slika 4.) je pokret koji se također oko iste osi i u istim zglobovima kao i fleksija, ali u suprotnom smjeru. Referentna vrijednost ovog pokreta je od 140° do 0° po Križanu (8), a prema Zulle i suradnicima od 150° do 0° (2).

Agonist za ovaj pokret je *musculus triceps brachi* sa svoje tri glave: *caput longum*, *caput laterale* i *caput mediale* (11, 12). *Caput longum* polazi s *tuberculum infraglenoidale* te se pruža ka dolje, *caput laterale* polazi sa stražnje strane humerusa proksimalno od sulkusa n. radijalisa, a *caput mediale* ima polazište distalno od navedenog sulkusa i sa obje međumišićne pregrade i sve se glave zajedno hvataju za *olecranon* na ulni (8).



**Slika 4.** Ekstenzija podlaktice

Dostupno na: <https://hr.1xmatch.com/razgibanje-v-trenazhere-na-triceps/>

### 1.2.3. *Pronacija podlaktice*

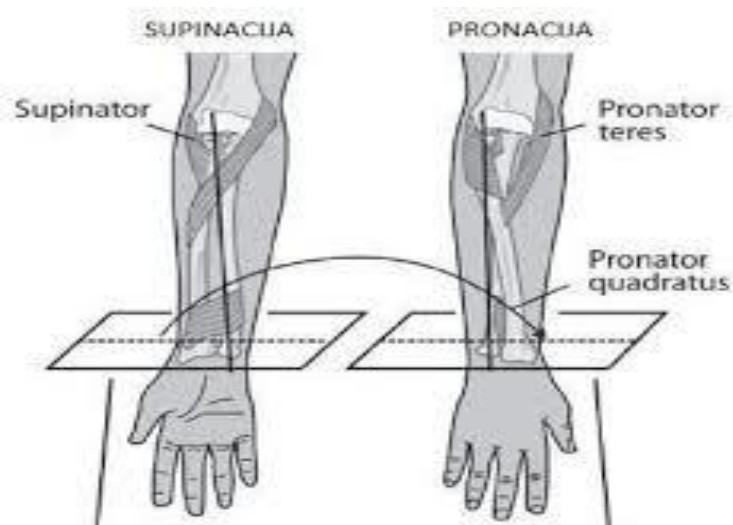
Unutarnja rotacija ili pronacija podlaktice (Slika 5.) se izvodi oko osi koja prolazi kroz proksimalni i distalni radioulnarni spoj u kojima se ona i izvodi. Kao referentnu vrijednost Križan spominje ukupnu vrijednost obje rotacije koja iznosi 150° (8), dok su Zulle i suradnici izdvojili referentnu vrijednost za pronaciju koja iznosi 80° (2).

Agonisti za pokret unutarnje rotacije su: *musculus pronator teres* i *musculus pronator quadratus* (11, 12). *Musculus pronator teres* polazi s medijalnog epikondila humerusa te ide distalno i lateralno ka hvatištu *tuberositas pronatoria* na radijusu, dok *musculus pronator quadratus* polazi s prednje strane distalne četvrtine ulne i poprečno se hvata na prednju stranu distalne četvrtine radijusa (8).

### 1.2.4. *Supinacija podlaktice*

Vanjska rotacija ili supinacija podlaktice (Slika 5.) se izvodi oko iste osi kao i pronacija, u istim zglobovima, ali u suprotnom smjeru. Referentnu vrijednost je Križan opisao kao kombinaciju s pronacijom iz prethodnog poglavlja (8), a Zulle i suradnici su za referentnu vrijednost odredili 90° (2).

Agonisti za pokret supinacije su: *musculus supinator* i *musculus biceps brachi* (11, 12). *Musculus supinator* polazi s lateralnog epikondila humerusa i s dorzalne strane proksimalnog kraja ulne, spiralno obavija radijus u distalnom smjeru straga i lateralno te se hvata s prednje strane radijusa između *tuberositas radii* i *tuberositas pronatoria* (8). *Musculus biceps brachi* je već opisan u poglavlju fleksije podlaktice.



**Slika 5.** Podlaktica u položaju supinacije i pronacije

Dostupno na:

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.mef.unizg.hr%2Fen%2Fisl-andora%2Fobject%2Fmef%253A2089%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw1O94vc0v7IoI\\_2lGpiC1Uv&ust=1724960732893000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBgQ3YkBahcKEwiojI\\_WuZiIAxUAAAAAHQAAAAAQDw](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.mef.unizg.hr%2Fen%2Fisl-andora%2Fobject%2Fmef%253A2089%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw1O94vc0v7IoI_2lGpiC1Uv&ust=1724960732893000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBgQ3YkBahcKEwiojI_WuZiIAxUAAAAAHQAAAAAQDw)

### 1.3. Mjerenje opsega pokreta

Mjerenje opsega pokreta je jedna od osnovnih fizioterapijskih procedura kojom dobivamo na uvid stanje pacijenta. Tijekom fizioterapijsko-rehabilitacijskog postupka najčešće se provode tri mjerenja: prvo odnosno inicijalno mjerenje koje je prikaz stanja pacijenta prije početka terapije, srednje mjerenje za vrijeme trajanja rehabilitacijskog procesa iz kojeg možemo uvidjeti je li došlo do napretka i je li napredak zadovoljavajući ako ga ima, te na kraju rehabilitacijskog procesa završno mjerenje kako bi mogli razlučiti je li terapija bila uspješna i postoje li neke učinkovitije metode (1).

Obzirom na važnost mjerenja u rehabilitacijskom procesu, potrebno je tu tehniku usavršiti. Mjerenje opsega pokreta zahtjeva preciznost, a preciznost se postiže vježbom i pomnim promatranjem. Za provedbu uspješnog i kvalitetnog mjerenja potrebno je pravilno postaviti i stabilizirati pacijenta ili segment koji mjerimo, potrebno je prikladno odrediti krajnji raspon pokreta, odrediti točne orijentire na segmentu koji se mjeri, pravilno postaviti goniometar i ispravno očitati rezultate (13). Ukoliko su nepravilno pozicionirani: pacijent, zglob ili mjeritelj, mjerenje može rezultirati netočnim rezultatima (1).

Pacijent treba biti pozicioniran u što ugodniji položaj kako bi mu bilo lakše izvesti kretnje koje se mjere bez prisustva ostalih napora te dio koji se mjeri bi trebao biti oslobođen od odjeće. Zglob pacijenta u kojem se mjeri opseg pokreta treba biti u neutralnom i prirodnom položaju, pozicioniranje utječe na napetost u strukturama mekog tkiva kao što su kapsule, mišići i ligamenti koji mogu dodatno ograničiti već ograničen pokret, a ishod tome je netočan rezultat mjerenja (1, 14).

Pozicija mjeritelja je također važna. Mjeritelj se mora pozicionirati tako da može ujednačeno pratiti pokret bez ikakvih smetnji, i na kraju mjerenja je važno da mu kutna skala bude u razini očiju kako bi mogao pravilno očitati rezultate (13).

Svakako, ako su i pacijent i mjeritelj pravilno pozicionirani ključno je pravilno pozicionirati mjerni instrument. Ukoliko središte kutomjera nije postavljeno u osi zgloba ili ako krakovi nisu pravilno poravnati, rezultati će na kraju biti netočni. Također prilikom mjerenja potrebno je pomičnim krakom goniometra ispravno pratiti segment koji se kreće, a da pritom ne pomaknemo fiksne dijelove goniometra iz prvobitnog položaja (13).

Pošto je tokom mjerenja potrebno obratiti pažnju na prethodno navedene faktore, što može dovesti do pogrešaka, poželjno je da za mjerenje budu dvije osobe. Glavni mjeritelj koji će pozicionirati goniometar i na kraju očitava rezultate, a druga osoba koja će prilikom mjerenja stabilizirati i fiksirati pacijenta kako bi se izveo čisti pokret bez ikakvih kompenzacija pomoću okolnih segmenata i zglobova (2). Uglavnom je potrebno stabilizirati proksimalni segment, kada bi se oba segmenta pomakla prilikom pokreta došlo bi do naizgled većeg opsega pokreta, ali taj pokret nije izveden samo u zglobu kojeg mjerimo pa govorimo o kompenzaciji. Pacijenta zato treba uputiti i objasniti mu što mora činiti. Za provođenje mjerenja je potrebna potpuna suradnja

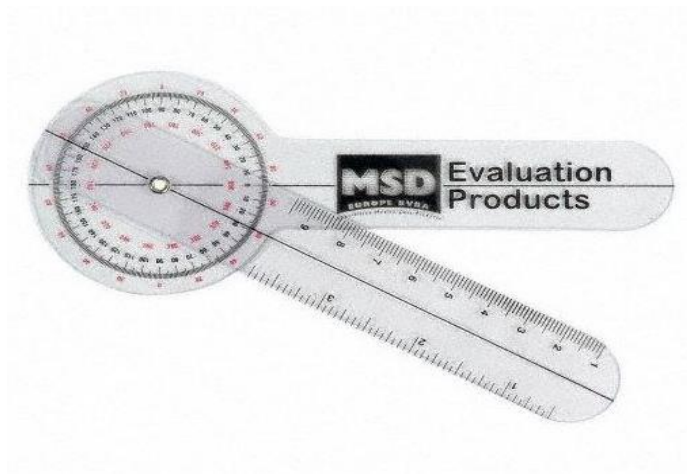
pacijenta, a obzirom da smo uputili pacijenta i objasnili mu proceduru mjerenja, možemo očekivati da će pacijent dati sve od sebe kako bi mjerenje bilo što uspješnije (14).

### 1.3.1. Goniometrija

Goniometrija je znanost o mjerenju opsega pokreta u zglobovima. Dolazi iz grčkih riječi *gonia=kut* i *metron=mjeriti*. U goniometriji najčešći alat koji se koristi se naziva goniometar, postoji cijeli niz različitih goniometara te se i dalje u praksi najčešće koristi klasični dvokraki goniometar (13). U ovom istraživanju će biti korištena dva goniometra, tradicionalni odnosno klasični dvokraki goniometar i moderni digitalni goniometar (Easy Angle, Meloq, Švedska).

#### I. Klasični dvokraki goniometar

Klasični dvokraki goniometar je goniometar koji se najduže i najčešće koristi u praksi. On ima kružnu (Slika 6.) ili polukružnu skalu (Slika 7.) postavljenu oko centra ili uporišta koje se postavlja u os oko koje se izvodi pokret koji mjerimo. Oko kružne skale nalaze se i dva kraka, jedan fiksni, a drugi pomični krak. Fiksni krak se postavlja uz koštanu polugu koja se ne pokreće, dok pomični krak se postavlja uz uzdužnu os koštane poluge koja se pokreće. Nakon izvedenog pokreta sa kružne skale očitavamo rezultate u stupnjevima (2).



**Slika 6.** Klasični dvokraki goniometar s kružnom skalom

Dostupno na: <https://medivita.hr/shop/cijena/goniometar-od-15-cm>



**Slika 7.** Klasični dvokraki goniometar s polukružnom skalom

Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Goniometar>

## II. Digitalni Easy Angle goniometar

Digitalni goniometar (Easy Angle, Meloq, Švedska) (Slika 8.) je nova vrsta goniometra proizvedena od strane švedske kompanije Meloq AB. Predstavili su ga kao zamjenu za ostale alate kojima se koriste fizioterapeuti u praksi (goniometar, inklinometar, skoliometar, BROM i CROM). Unatoč tome što je nov uređaj, fizioterapeuti i razni stručnjaci diljem svijeta već su proveli mnoga istraživanja u kojima ispituju njegovu pouzdanost, a još nekoliko istraživanja je najavljeno te se očekuje da će biti objavljena u skorijoj mogućnosti (15).

Uređaj ima dva jednako duga kraka koji su postavljeni u uzdužnoj osi, a između ta dva kraka nalazi se digitalno kućište s malim zaslonom na kojem je moguće iščitati rezultate. Osim zaslona, na digitalnom kućištu se nalaze i tri tipke: jedna tipka je za upaliti i ugasiti uređaj, druga tipka za brisanje mjere kuta i treća tipka je za uzimanje mjere kuta, odnosno zaustavljanje mjerenja i prikazuje se broj kuta koji je u tom trenutku bio prikazan na zaslonu (Slika 8) (16).



**Slika 8.** Digitalni Easy Angle goniometar

Dostupno na: <https://meloqdevices.com/pages/easyangle-digital-goniometer>

Digitalni Easy Angle goniometar u odnosu na ostale vrste goniometara ima nekoliko prednosti: Omogućava korištenje jednom rukom što je povoljno za mjeritelja jer drugu ruku može koristiti za stabilizaciju segmenta ili upisivanje rezultata, broj je lako čitljiv te smanjuje vjerojatnost krivog očitavanja kao kod ostalih goniometara te istovremeno brzo i efikasno daje rezultate pacijentu kako bi mogli vidjeti učinak svojih napora (15, 16).

Koristi se tako što nakon postavljanja pacijenta i segmenta u željenu poziciju, goniometar postavljamo uzdužno na os pokretnog dijela segmenta, pritisne se najveća tipka koja u tom trenu zapamti početnu poziciju, zatim pacijent izvede pokret te se na kraju pokreta ponovno pritisne ista tipka koja tada označi kraj mjerenja, te na zaslonu bude prikazana kutna mjera od početne do završne pozicije te uz označenu kutnu vrijednost bude prikazan i luk koji prikazuje smjer kuta izvedenog pokreta (15).

### *1.3.2. Mjerenje opsega pokreta fleksije podlaktice*

#### I. Mjerenje klasičnim dvokrakim goniometrom

Ispitanik je u sjedećem položaju, nadlaktica je fiksirana uz toraks. Podlaktica je ispružena u nultom položaju. Vrh kutomjerna postavljamo na sredini lateralne strane lakatnog zgloba, fiksni krak oslanjamo sredinom lateralne strane nadlaktice, dok pomični krak postavljamo sredinom lateralne strane podlaktice te njime pratimo pokret prilikom izvođenja (2).

#### II. Mjerenje digitalnim goniometrom (Easy Angle, Meloq, Švedska)

Ispitanik se postavlja u isti položaj kao i kod mjerenja klasičnim dvokrakim goniometrom. Digitalni Easy Angle goniometar se postavlja uzduž lateralne strane podlaktice, prvim pritiskom na veliku tipku označava se početak pokreta, a drugim pritiskom krajnja kutna mjera.

### *1.3.3. Mjerenje opsega pokreta ekstenzije podlaktice*

#### I. Mjerenje klasičnim dvokrakim goniometrom

Ispitanik je također u sjedećem položaju, nadlaktica je isto fiksirana uz toraks. Podlaktica je u maksimalnoj fleksiji. Mjeri se isto kao i fleksija tako što vrh kutomjerna postavljamo na sredini lateralne strane lakatnog zgloba, fiksni krak oslanjamo sredinom lateralne strane nadlaktice, dok pomični krak postavljamo sredinom lateralne strane podlaktice te njime pratimo pokret prilikom izvođenja (2).



## II. Mjerenje digitalnim goniometrom (Easy Angle, Meloq, Švedska)

Mjerenje se provodi isto kao i mjerenje fleksije, jedina je razlika ta što početni položaj pacijenta nije u potpunoj ekstenziji podlaktice, već u maksimalnoj fleksiji.

### *1.3.4. Mjerenje opsega pokreta unutarnje i vanjske rotacije podlaktice*

#### I. Mjerenje klasičnim dvokrakim kutomjerom

Ispitanik je u sjedećem položaju. Nadlaktica je fiksirana uz toraks, a podlaktica je u nultom položaju flektirana pod  $90^\circ$ . Podlaktica i šaka su čitavom dužinom oslonjena na stol. Prsti su flektirani, a ispitanik u šaci drži štap ili olovku okomitu na podlogu. Fiksni krak kutomjera položen je na podlogu, dok pomični krak paralelno prati štap ili olovku prilikom izvođenja rotacije. Kada se izvodi vanjska rotacija fiksni krak je na podlogu postavljen prema medijalno i obratno za unutarnju rotaciju kako ne bi smetao pomičnom kraku prilikom izvođenja pokreta (2).

#### II. Mjerenje digitalnim goniometrom (Easy Angle, Meloq, Švedska)

Ispitanik je u sličnom položaju, razlika je ta što je samo podlaktica oslonjena na stol, dok je šaka van podloge. Ispitanik u nultom položaju drži podlakticu te u šaci drži goniometar sa zaslonom okrenutim prema ispitivaču. Ispitivač zatim označi početnu poziciju te nakon izvedenog pokreta označi krajnju poziciju i očita rezultat mjerenja.

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

C1: Glavni cilj rada je utvrditi postoji li razlika u preciznosti mjerenja opsega pokreta u zglobovima lakta i podlaktice pomoću klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra.

C2: Drugi cilj rada je utvrditi kojim će se instrumentom brže izmjeriti opseg pokreta u zglobovima lakta i podlaktice.

H1: Digitalni Easy Angle goniometar jednako precizno mjeri opseg pokreta u odnosu na klasični dvokraki goniometar.

H2: Za mjerenje opsega pokreta u zglobovima lakta i podlaktice pomoću digitalnog Easy Angle goniometra potrebno je manje vremena u odnosu na mjerenje pomoću klasičnog dvokrakog goniometra.

## **3. ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE**

### *3.1. Ispitanici/materijali*

Istraživanje je sprovedeno na studentima i studenticama Fakulteta Zdravstvenih Studija u Rijeci. Uzorak se sastojao od 30 ispitanika neovisno o njihovom spolu, u dobi od 19 do 23 godina starosti. Ispitanici su bili odabrani dobrovoljnim javljanjem za sudjelovanje u istraživanju. Uzorak od 30 ispitanika je uzet kako bi rezultati bili što točniji, iako su referentna istraživanja koja su primjenjivala digitalni goniometar (Easy Angle, Meloq, Švedska) koristila manji uzorak od oko 20 ispitanika (5,7).

Ispitanici koji susudjelovali u istraživanju nemaju nikakve akutne ozljede, bol ili kronične bolesti zgloba ramena, zgloba lakta ili ručnog zgloba koje bi mogle utjecati na rezultate.

Istraživanje je sprovedeno na Fakultetu Zdravstvenih Studija u Rijeci u kabinetu Fizioterapijskih vještina tokom lipnja i srpnja 2024. godine.

### 3.2. *Postupak i instrumentarij*

U ovom se istraživanju koristio klasični dvokraki goniometar, digitalni Easy Angle goniometar te štoperica. Svi navedeni instrumenti su standardizirani i licencirani. Klasični dvokraki goniometar proizvođača MSD ima dvije poluge, tj. dva kraka koji su postavljeni na kružnoj skali. Krak kutomjera na kojem se nalazi skala naziva se fiksni krak te se njega prislanja uz koštanu polugu i fiksira. Pokretni krak kutomjera prislanja se uz uzdužnu os koštane poluge koja se pokreće. Pri mjerenju, sam centar kutomjera treba biti postavljen na sredini osi zgloba u kojem se izvodi pokret. Na kutnoj skali očitava se opseg pokreta u stupnjevima (2). Digitalni goniometar (Easy Angle, Meloq, Švedska) je uređaj koji ima mali zaslon u sredini te dva kraka koji su u istoj ravnini. Postavlja ga se uz uzdužnu os koštane poluge koja se pokreće, a na zaslonu je vidljiv opseg pokreta u stupnjevima. Štoperica koja se koristila je proizvođača Kalenji. Ima ekran na kojem je vidljivo vrijeme koje se mjeri izraženo u sekundama te tri gumba od kojih je jedan za „Start“ i „Stop“ (17).

Podaci su prikupljeni na Fakultetu Zdravstvenih Studija u Rijeci u kabinetu Fizioterapijskih vještina. Istraživanje je provedeno kroz pet dana; šest ispitanika po danu, a po svakom ispitaniku je utrošeno oko 15 minuta. Svakom ispitaniku je izmjeren opseg pokreta s oba instrumenta (klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom) u oba zgloba lakta i podlaktice: fleksija i ekstenzija te pronacija i supinacija. Svako mjerenje je sprovedeno dva puta s oba instrumenta.

Položaj za testiranje pokreta je sličan za mjerenje s oba goniometra. U svim mjerenjima ispitanik se nalazi u uspravnom sjedećem položaju na stolici sa nadlakticom okomitom na podlogu i priljubljenom uz trup. Za mjerenje fleksije u zglobu lakta početni položaj podlaktice je maksimalna aktivna ekstenzija u srednjem rotacijskom položaju; ukoliko ispitanik ima hiperekstenziju u zglobu lakta rezultat neće kretati od 0° već od negativnog stupnja, npr. -1°. Za mjerenje ekstenzije u zglobu lakta početni položaj podlaktice je maksimalna fleksija u srednjem

rotacijskom položaju. Prilikom mjerenja fleksije i ekstenzije u zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom sredina kutomjera se postavlja s bočne strane na sredinu lakta, fiksni krak se postavlja uzdužno na sredinu lateralne strane nadlaktice i ostaje nepomičan, a ispitivač pomičnim krakom prati uzdužnu liniju podlaktice s lateralne strane; za mjerenje digitalnim Easy Angle goniometrom položaji su isti, a instrument se učvršćuje za podlakticu s bočne strane na uzdužnu liniju segmenta.

Za mjerenje pronacije i supinacije u zglobu lakta i podlaktici pomoću klasičnog dvokrakog goniometra, podlaktica je flektirana pod  $90^\circ$  u srednjem rotacijskom položaju i cijela dužina podlaktice je oslonjena na stol, šaka je stisnuta te ispitanik u šaci drži olovku kako bi lakše mogli pratiti pokret. Sredina kutomjera je postavlja u sredinu osi rotacije segmenta, fiksni krak se postavlja vodoravno uz podlogu, a pomičnim krakom ispitivač prati pokret gledajući uzdužnu liniju olovke. Za mjerenje pronacije i supinacije u zglobu lakta i podlaktici pomoću digitalnog Easy Angle goniometra, podlaktica je također flektirana pod  $90^\circ$  u srednjem rotacionom položaju, podlaktica je oslonjena na stol te se šaka nalazi izvan podloge, a umjesto olovke ispitanik drži instrument u šaci na način da je zaslon koji pokazuje rezultate okrenut prema ispitivaču, a krak instrumenta okomit na podlogu.

Za provedbu ovog istraživanja potrebne su dvije osobe: istraživač/mjeritelj te jedan asistent. Asistent je potreban kako bi provodio mjerenje vremena štopericom na način da će asistent zadati znak „kreni“ te će tada istraživač/mjeritelj namjestiti instrument za mjerenje, ispitanik će izvesti pokret u cijelosti te kada istraživač/mjeritelj očita rezultat, asistent će zaustaviti vrijeme.

### 3.3. *Statistička obrada podataka*

U ovom istraživanju, kako bi se usporedila dva goniometra pomoću kojih se mjerio opseg pokreta fleksije i ekstenzije te pronacije i supinacije u zglobu lakta i podlaktice, gledat će se preciznost izražena u stupnjevima i vrijeme potrebno ispitivaču za izvođenje mjerenja opsega pokreta sa oba goniometra pojedinačno izraženo u sekundama.

U prvoj hipotezi nezavisnu varijablu predstavlja vrsta goniometra (klasični dvokraki, digitalni Easy Angle) pomoću kojih se provodilo mjerenje. Dobiveni stupnjevi mjerenjem pripadaju

nominalnoj ljestvici te su opisani pomoću frekvencija. Zavisna varijabla u prvoj hipotezi je pouzdanost mjerenja (raspon kutova) koja spada omjernoj ljestvici, a opisana je aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. U drugoj hipotezi, nezavisna varijabla je ista kao i u prvoj hipotezi, a zavisnu varijablu predstavlja vrijeme potrebno za provođenje mjerenja opsega pokreta (u sekundama) koja pripada omjernoj ljestvici, a opisana je aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom.

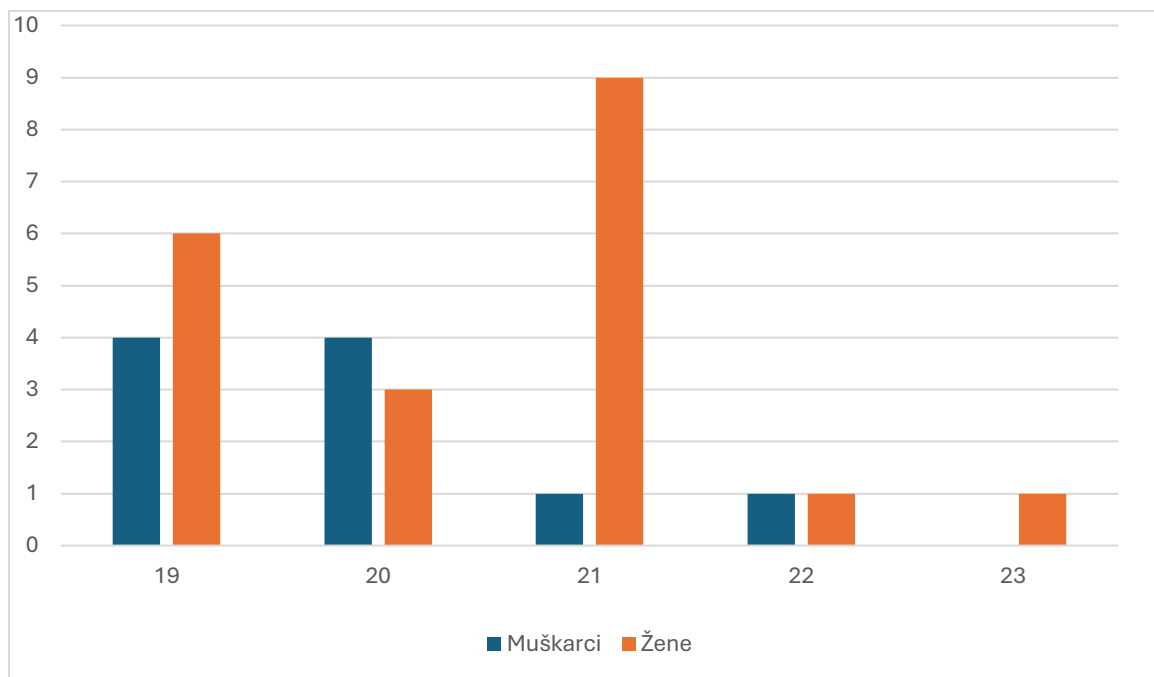
Za testiranje prve i druge hipoteze koristila se parametrijska inačica T-testa uz razinu statističke značajnosti  $P < 0,05$ . Dobiveni rezultati obrađeni su u programu Statistica 14.1.0 (TIBCO Software Inc.).

#### *3.4. Etički aspekti istraživanja*

Ispitanici za ovo istraživanje su odabrani nakon dobrovoljnog javljanja za sudjelovanje u istraživanju. Svi ispitanici imaju pravo odustati od istraživanja u bilo kojem trenutku. Prije uzimanja podataka i mjera ispitanika, tražit će se njihova pismena suglasnost. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem koristiti će se isključivo za izradu završnog rada te je dovoljna izjava o niskom riziku.

## 4. REZULTATI

U provedenom istraživanju sudjelovalo je sveukupno 30 studenata u dobi od 19 do 23 godine, svi su studenti Fakulteta Zdravstvenih Studija u Rijeci, smjer fizioterapija. Od sveukupnog broja ispitanika prisustvovalo je 10 muškaraca i 20 žena. Prosječna dob ispitanika iznosila je 20,23: muški ispitanici su imali manju prosječnu dob od 19,9, dok su ženski ispitanici imali prosječnu dob od 20,4 (Slika 9.).



**Slika 9.** Prikaz broja muških i ženskih ispitanika po godinama

Glavni cilj rada bio je utvrditi postoji li razlika u rezultatima mjerenja opsega pokreta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Drugi cilj rada je bio utvrditi vrijeme potrebno za mjerenje opsega pokreta s oba instrumenta te na temelju toga odrediti kojim će instrumentom mjerenje biti brže.

Istraživanju je pristupilo 30 ispitanika te se kod svakog pojedinca mjerio opseg pokreta pojedenog pokreta s oba instrumenta po dva puta. Dobivenim rezultatima izmjerene u stupnjevima (°) određena je aritmetička sredina zasebno za svaki pokret kod oba instrumenta, jednako tako su obrađeni i rezultati vremena potrebnog za provođenje mjerenja izraženi u sekundama (s).

Tablica 1 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta fleksije u desnom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 (30 ispitanika x 2 mjerenja) rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $146,45 \pm 5,18^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $147,75 \pm 6,92^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta fleksije desne podlaktice između mjerenja klasičnim dvokrakim i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P>0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna, u ovom se slučaju odbija prva hipoteza (Slika 10.).

Fleksija desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.0372
146,45	5,18	147,75	6,92	

**Tablica 1.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta fleksije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 2 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije u desnom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,22 \pm 0,78$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $2,88 \pm 0,54$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije desnog lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P>0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna prihvaćamo drugu hipotezu (Slika 11.).

Vrijeme potrebno za mjerenje fleksije desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.0003
3,22	0,78	2,88	0,54	

**Tablica 2.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 3 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta fleksije u lijevom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $147,52 \pm 6,91^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $147,80 \pm 7,54^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta fleksije lijevog lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna prihvaćamo glavnu hipotezu (Slika 10.).

Fleksija lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.7096
147,52	6,91	147,80	7,54	

**Tablica 3.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta fleksije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

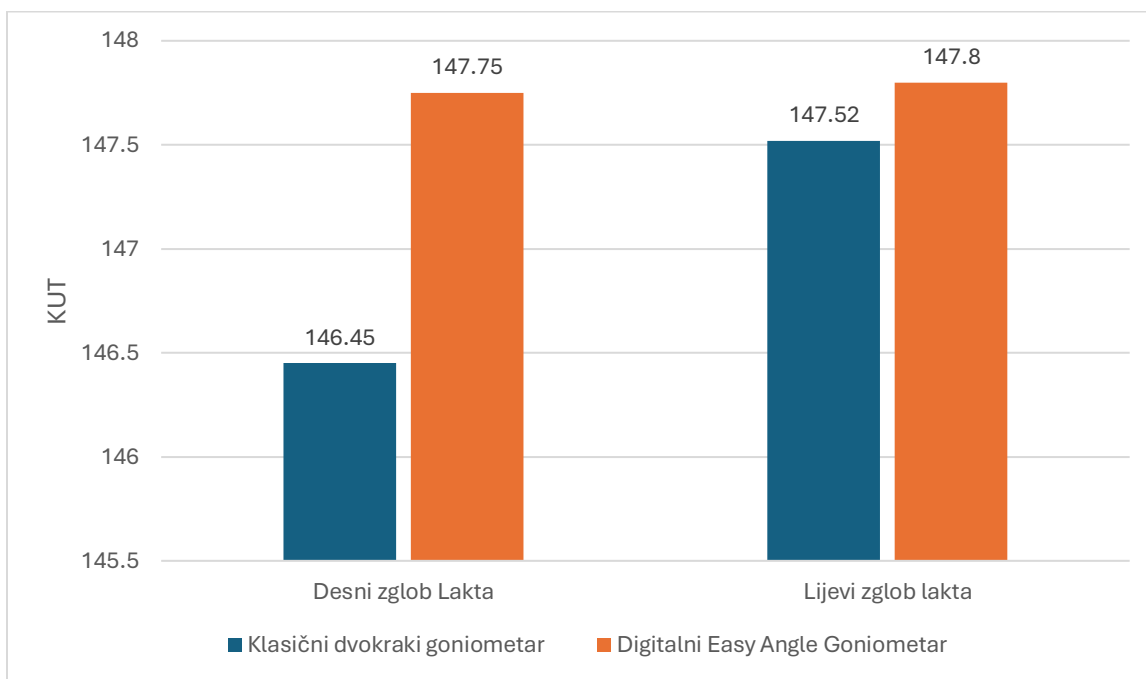
Tablica 4 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije u lijevom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,29 \pm 0,85$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $2,81 \pm 0,57$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne



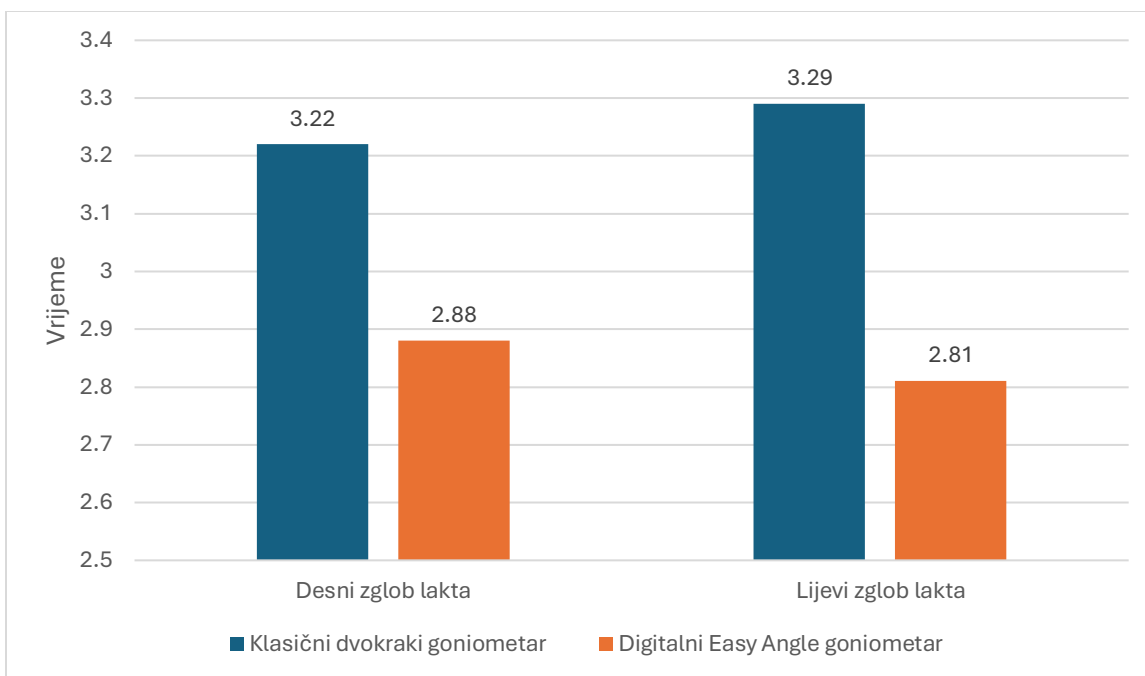
uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije lijeve podlaktice između mjerenja klasičnim dvokrakim i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna prihvaćamo drugu hipotezu (Slika 11.).

Vrijeme potrebno za mjerenje fleksije lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.000003
3,29	0,85	2,81	0,57	

**Tablica 4.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra



**Slika 10.** Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta fleksije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom



**Slika 11.** Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle

Tablica 5 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije u desnom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $146,45 \pm 5,18^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $147,75 \pm 6,92^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta ekstenzije u desnom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna odbija prva hipoteza (Slika 12.).

Ekstenzija desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.0372
146,45	5,18	147,75	6,92	

**Tablica 5.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 6 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije u desnom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,49 \pm 0,92$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $2,91 \pm 0,61$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije u desnom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna prihvaćamo drugu hipotezu (Slika 13.).

Vrijeme potrebno za mjerenje ekstenzije desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.000000
3,49	0,92	2,91	0,61	

**Tablica 6.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 7 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije u lijevom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $147,52 \pm 6,91^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy

Angle goniometar iznosi  $147,80 \pm 7,54^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta ekstenzije u lijevom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna prihvaćamo glavnu hipotezu (Slika 12.).

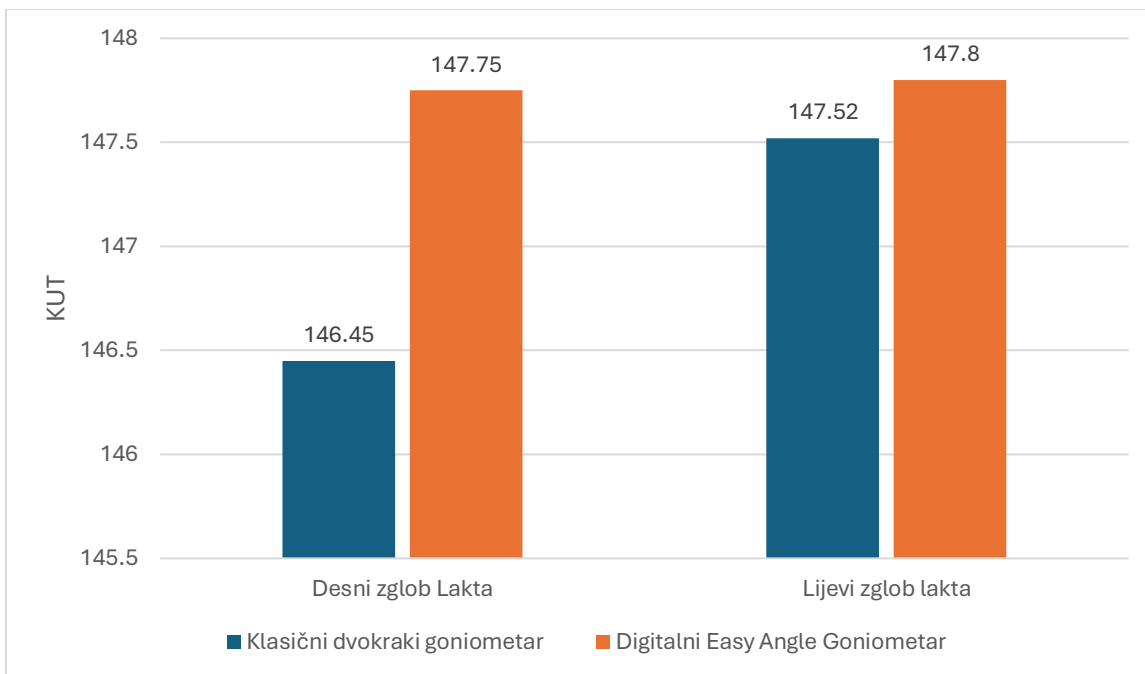
Ekstenzija lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.7096
147,52	6,91	147,80	7,54	

**Tablica 7.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

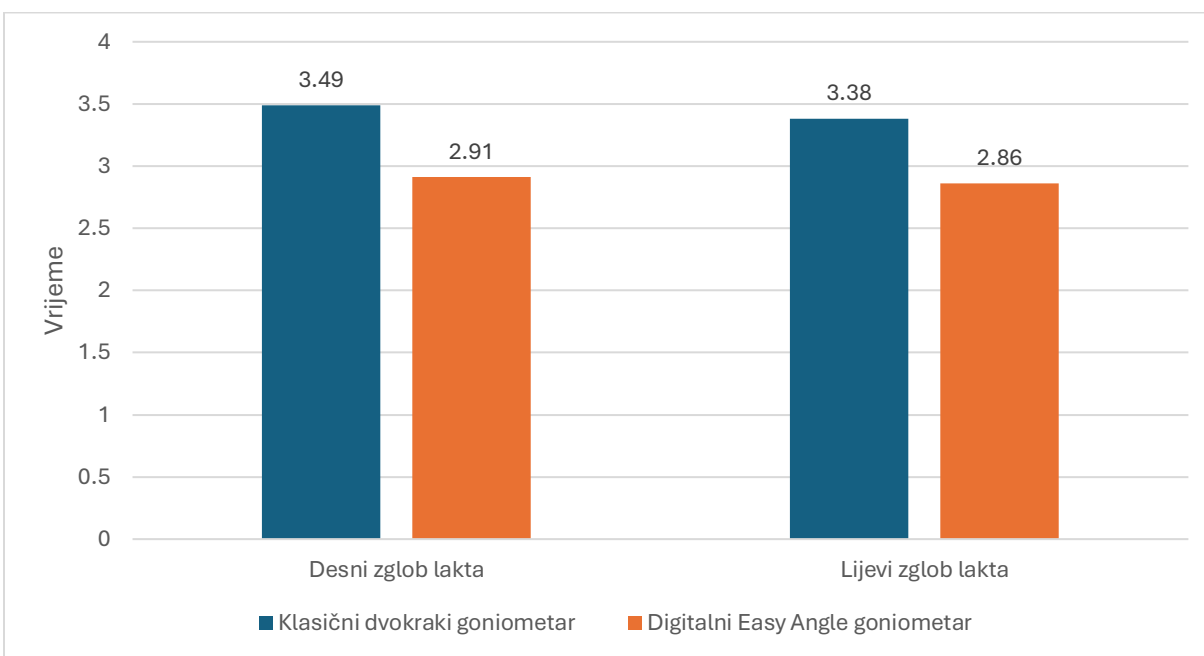
Tablica 8 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije u lijevom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,38 \pm 0,88$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $2,86 \pm 0,63$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije u lijevom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna prihvaćamo drugu hipotezu (Slika 13.).

Vrijeme potrebno za mjerenje ekstenzije lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.000003
3,38	0,88	2,86	0,63	

**Tablica 8.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra



**Slika 12.** Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta ekstenzije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom



**Slika 13.** Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom

Tablica 9 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta pronacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $83,45 \pm 3,04^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $82,92 \pm 6,55^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta pronacije desne podlaktice između mjerenja klasičnim dvokrakim i digitalnim Easy Angle goniometrom ( $P>0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna prihvaćamo glavnu hipotezu (Slika 14.).

Pronacija desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.5118
83,45	3,04	82,92	6,55	

**Tablica 9.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta pronacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 10 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije u desnom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,19 \pm 0,72$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $3,13 \pm 0,53$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije desne podlaktice pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P>0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna ne prihvaćamo drugu hipotezu (Slika 15.).

Vrijeme potrebno za mjerenje pronacije desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.5737
3,19	0,72	3,13	0,53	

**Tablica 10.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 11 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $84,27 \pm 4,08^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $84,70 \pm 7,04^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između mjerenja klasičnim dvokrakim i digitalnim Easy Angle goniometrom ( $P > 0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna prihvaćamo glavnu hipotezu (Slika 14.).

Pronacija lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.6385
84,27	4,08	84,70	7,04	

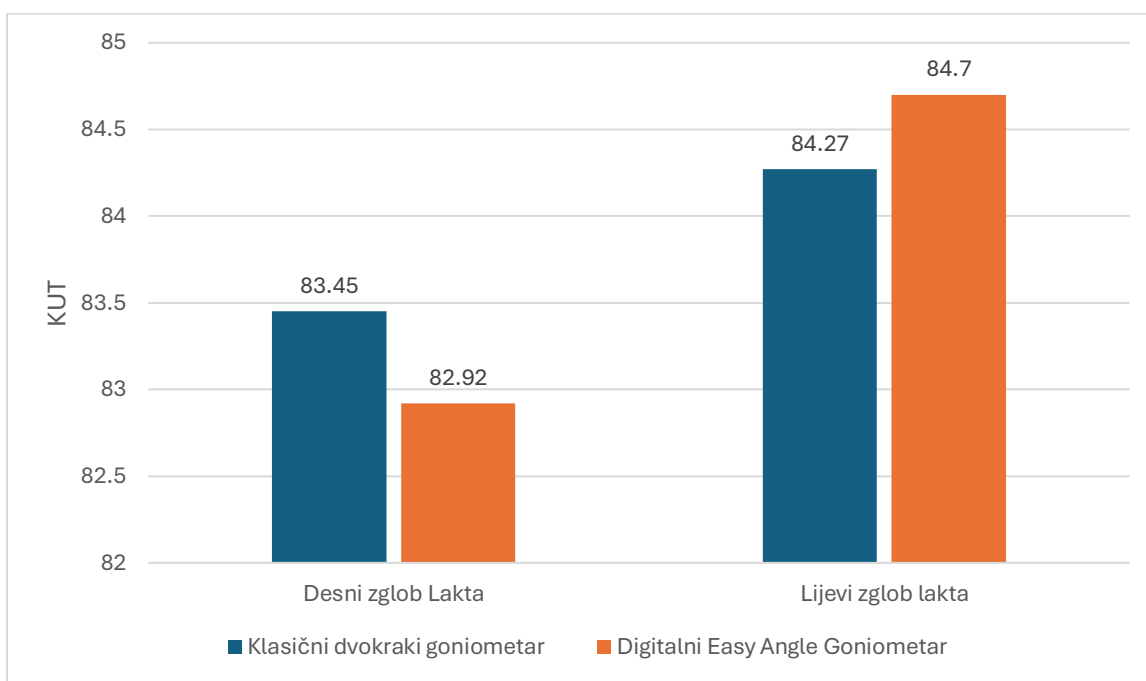
**Tablica 11.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 12 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,12 \pm 0,59$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $3,25 \pm 0,58$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne

uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između mjerenja klasičnim dvokrakim i digitalnim Easy Angle goniometrom ( $P > 0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna odbacujemo drugu hipotezu (Slika 15.).

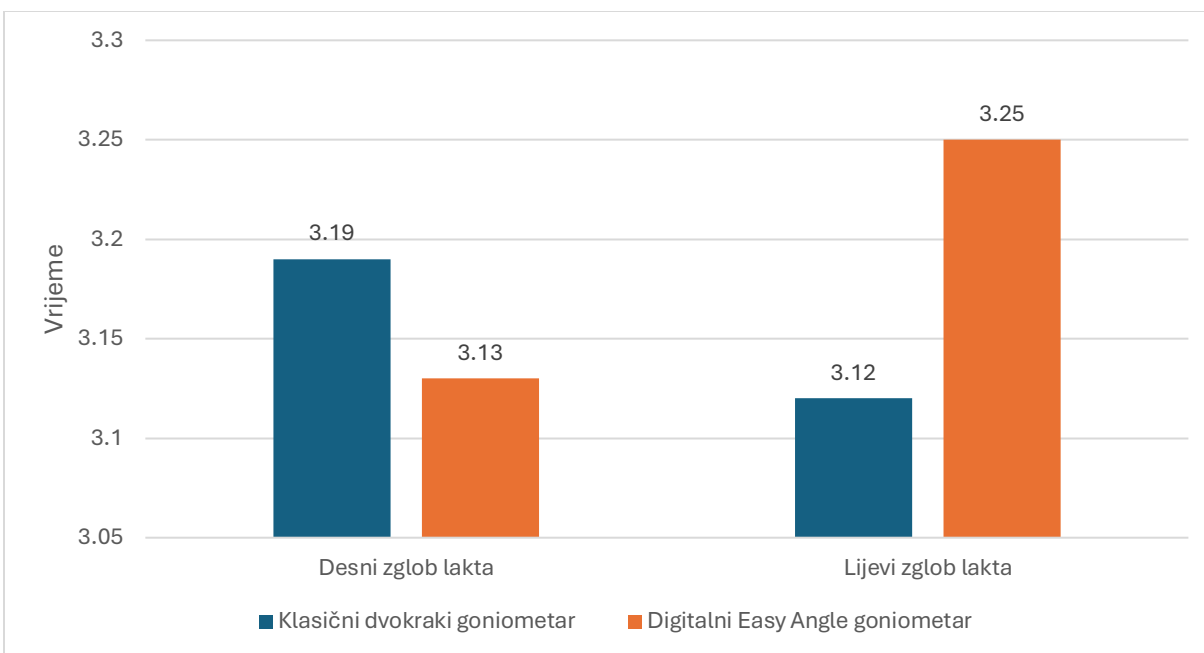
Vrijeme potrebno za mjerenje pronacije lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.1926
3,12	0,59	3,25	0,58	

**Tablica 12.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra



**Slika 14.** Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta pronacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom





**Slika 15.** Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom

Tablica 13 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta supinacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $87,58 \pm 3,25^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $93,05 \pm 4,47^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta supinacije u desnom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna ne prihvaćamo glavnu hipotezu (Slika 16.).

Supinacija desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.000000
87,58	3,25	93,05	4,47	

**Tablica 13.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta supinacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 14 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije u desnom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,20 \pm 0,66$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $3,16 \pm 0,46$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije u desnom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna ne prihvaćamo drugu hipotezu (Slika 17.).

Vrijeme potrebno za mjerenje supinacije desne podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.7084
3,20	0,66	3,16	0,46	

**Tablica 14.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

Tablica 15 prikazuje usporedbu rezultata mjerenja opsega pokreta supinacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $89,28 \pm 3,01^\circ$  za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle

goniometar iznosi  $93,60 \pm 5,61^\circ$ . Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa dokazana je značajna statistička razlika kod mjerenja opsega pokreta supinacije u lijevom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da je razlika statistički značajna ne prihvaćamo glavnu hipotezu (Slika 16.).

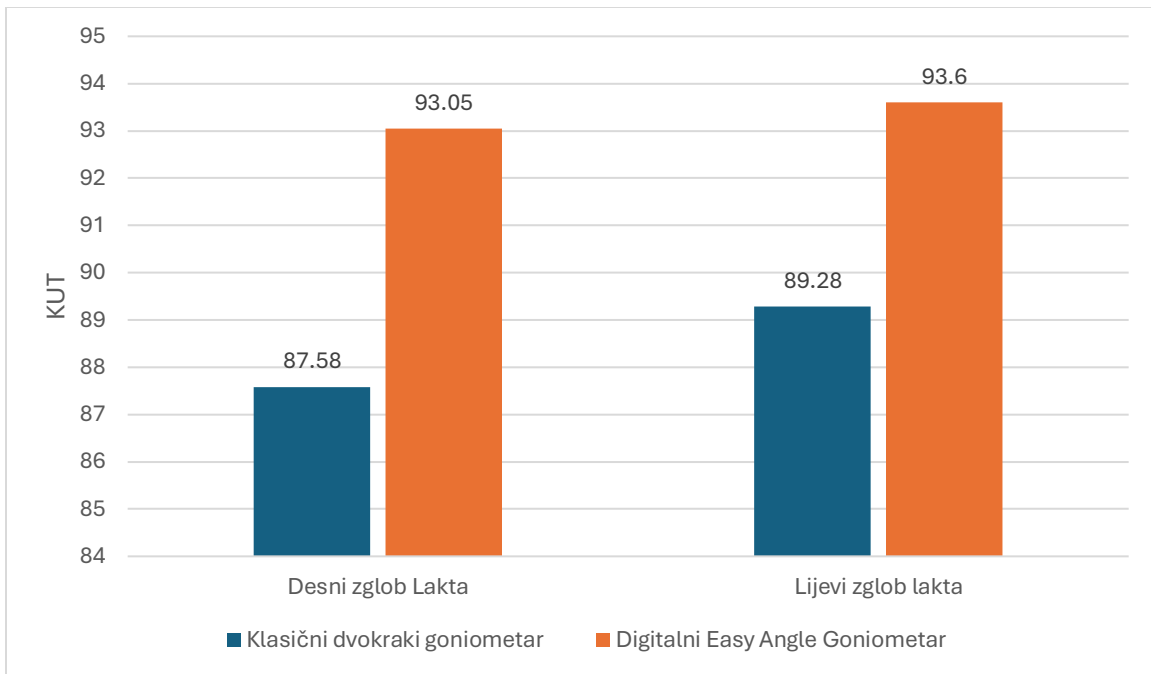
Supinacija lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.000001
89,28	3,01	93,60	5,61	

**Tablica 15.** Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta supinacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra

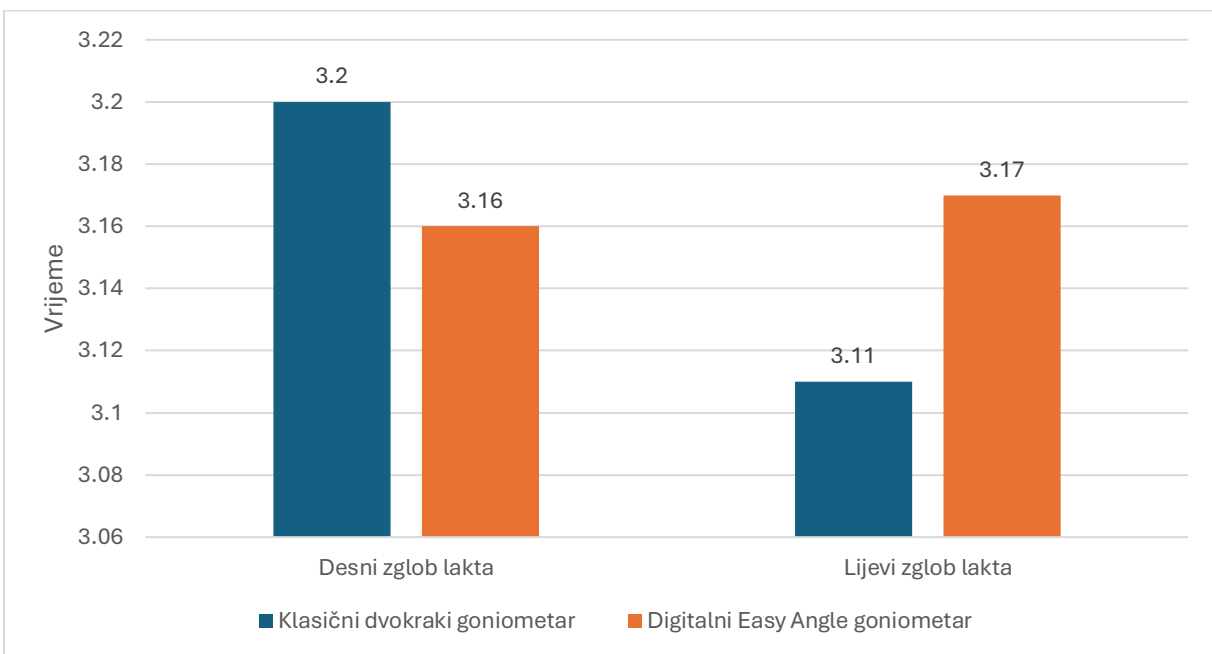
Tablica 16 prikazuje usporedbu vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije u lijevom zglobu lakta između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra. Aritmetička sredina je određena od svih 60 rezultata mjerenja istog pokreta. Aritmetička sredina i standardna devijacija rezultata iznosi  $3,11 \pm 0,52$  s za klasični dvokraki goniometar, a za digitalni Easy Angle goniometar iznosi  $3,17 \pm 0,48$  s. Za usporedbu se koristio t-test za velike zavisne uzorke. Pomoću navedenog testa nije dokazana značajna statistička razlika kod vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije u lijevom zglobu lakta pomoću klasičnog dvokrakog i digitalnog Easy Angle goniometra ( $P > 0,05$ ). Obzirom da razlika nije statistički značajna ne prihvaćamo drugu hipotezu (Slika 17.).

Vrijeme potrebno za mjerenje supinacije lijeve podlaktice				
Klasični dvokraki goniometar		Digitalni Easy Angle goniometar		P vrijednost
Aritmetička sredina	SD	Aritmetička sredina	SD	P=0.4367
3,11	0,52	3,17	0,48	

**Tablica 16.** Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra



**Slika 16.** Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta supinacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom



**Slika 17.** Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom

## 5. RASPRAVA

Glavni cilj ovoga rada bio je utvrditi postoji li razlika u preciznosti mjerenja opsega pokreta u zglobovima lakta i podlaktice između mjerenja klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom, dok je drugi cilj rada bio utvrditi kojim će se instrumentom brže izmjeriti opseg pokreta.

Hipoteza za prvi cilj glasi da će digitalni Easy Angle goniometar jednako precizno mjeriti opseg pokreta lakta i podlaktice kao i klasični dvokraki goniometar. Hipoteza se nije u potpunosti potvrdila iz razloga što je kod pokreta fleksije i ekstenzije desne podlaktice te supinacije desne i lijeve podlaktice postojala značajna statistička razlika pa povodom toga u tim slučajevima hipoteza nije prihvaćena, no kod pokreta fleksije i ekstenzije lijeve podlaktice te kod pokreta pronacije desne i lijeve podlaktice nije postojala statistički značajna razlika pa stoga u tim slučajevima možemo potvrditi navedenu hipotezu.

Hipoteza za drugi cilj glasi da će se digitalnim Easy Angle goniometrom brže izmjeriti opseg pokreta u zglobovima lakta i podlaktice. Također, hipoteza se nije mogla u potpunosti potvrditi. U slučajevima pronacije i supinacije oba zgloba lakta i podlaktice, iako u nekim od tih slučajeva brže provedeno mjerenje, razlika se nije pokazala statistički značajno pa se druga hipoteza za ta mjerenja odbija. No, za pokrete fleksije i ekstenzije oba zgloba lakta i podlaktice mjerenja su provedena brže s digitalnim Easy Angle goniometrom te se razlika pokazala statistički značajnom povodom čega se druga hipoteza prihvaća u ovim slučajevima.

Postoji mogućnost na je na navedene rezultate utjecao nedostatak iskustva ispitivača. Pored navedenih rezultata može se reći da je bilo jednostavnije koristiti digitalni Easy Angle goniometar od klasičnog dvokrakog goniometra, iz razloga što se digitalni Easy Angle goniometar mogao koristiti jednom rukom na način da se postavi na pomični segment i puno je lakše bilo očitavanje rezultata sa zaslona, dok su se kod klasičnog dvokrakog goniometra morale koristiti obje ruke za postavljanja vrha goniometra u centar zgloba i fiksnog kraka na nepomičan segment te drugom rukom se morao držati pomičan krak kutomjera, uz to dobro pratiti pokret i na kraju očitati rezultat na kružnoj skali što je, iako ne toliko zahtjevno, ipak je teže od iščitavanja broja sa zaslona digitalnog Easy Angle goniometra.

Pored ovog istraživanja, obzirom na manjak ostalih istraživanja i radova koji procjenjuju pouzdanost digitalnog Easy Angle goniometra, potrebno je dodatnih istraživanja kako bi se njegova klinička važnost potvrdila u smislu preciznosti i brzine upotrebe te kako bi se zatim klasični dvokraki goniometar mogao zamijeniti navedenim novim instrumentom.

## 6. ZAKLJUČAK

U svrhu ovog istraživanja bile su postavljene dvije hipoteze. Niti jedna od te dvije hipoteze nije mogla biti u potpunosti prihvaćena te su obje bile potvrđene samo u pola slučajeva kao što je i navedeno u prethodnom poglavlju. Iz rezultata ovog istraživanja se može reći da su klasični dvokraki goniometar i digitalni goniometar (Easy Angle, Meloq, Švedska) podjednaki, ali opet različiti. U nekim slučajevima je jedan bio brži od drugoga, a drugim slučajevima je bilo obratno, neki pokreti su davali podjednake rezultate, dok su drugi znatno odstupali. U svakom slučaju ovi rezultati upućuju da je potreban dodatan broj radova koji će istražiti teme poput ove kako bi se mogao donijeti konkretan i konačan zaključak.

Najveću prepreku tom cilju jest cijena, digitalni Easy Angle goniometar je znatno skuplji od tradicionalnih goniometara te nemaju svi mogućnost testiranja noviteta (16, 18, 19, 20). Svakako, oba goniometra imaju svoje prednosti i nedostatke. Digitalnom Easy Angle goniometru je to cijena, dok je klasičnom dvokrakom goniometru praktičnost. Prilikom mjerenja opsega pokreta klasičnim dvokrakim goniometrom mjeritelj treba obratiti pažnju na više stvari što može dovesti do pogreške i na kraju krivog očitavanja rezultata. Za korištenje klasičnog dvokrakog goniometra potrebno je i više vježbe i iskustva, a za mjerenje digitalnim Easy Angle goniometrom nije potrebno toliko iskustva, već je potrebno samo ga prisloniti uzdužno na pokretni segment i na kraju očitati jasno prikazan rezultat na zaslonu.

Istraživanja ovog tipa su malobrojna te iz tog razloga postoji nedostatak informacija o ovakvim temama. Vjerojatno je da bi se pri većem uzorku ovi rezultati promijenili te bi se možda mogle potvrditi hipoteze. Obzirom da se digitalni Easy Angle goniometar tek nedavno pojavio na tržištu, potrebno je vremena kako bi se istraživanja provela i istražili benefiti upotrebe u praksi.

## LITERATURA

1. Gandbhir VN, Cunha B. Goniometer. In: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2023. PMID: 32644411. Pristupljeno: 28.05.2024. Dostupno na: <https://europepmc.org/article/med/32644411>
2. Zulle M, Fužinac-Smojver A, Lulić Drenjak J. Mjerenje opsega pokreta i antropometrijsko mjerenje. Rijeka: Medicinski fakultet sveučilišta u Rijeci; 2012. str. 9-10, 13-14, 21-25.
3. MSD Manual. Physical Therapy [Internet]. Rahway, SAD; Merek & Co. Pristupljeno: 03.09.2024. Dostupno na: <https://www.msmanuals.com/professional/special-subjects/rehabilitation/physical-therapy-pt>
4. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Gemma Frisius [Internet]. Pristupljeno: 03.09.2024. Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Gemma\\_Frisius](https://en.wikipedia.org/wiki/Gemma_Frisius)
5. Meloq. Completed EasyAngle clinical studies [Internet]. Stockholm, Švedska; Meloq AB. 2020. Pristupljeno: 28.05.2024. Dostupno na: <https://meloqdevices.com/pages/completed-easyangle-clinical-studies>
6. Meloq. New Every Studie [Internet]. Stockholm, Švedska; Meloq AB. 2020. Pristupljeno 28.05.2024. Dostupno na: <https://meloqdevices.com/pages/new-every-studie>
7. Meloq. Inter- and intrarater reliability when measuring an elbow joint with the electronic goniometer EasyAngle [Internet]. Stockholm. Švedska; Meloq AB. 2020. Pristupljeno 28.05.2024. Dostupno na: <https://meloqdevices.com/pages/inter-and-intraraterreliability>
8. Križan Z. Kompendij anatomije čovjeka III. dio: Pregled građe grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke. 3 izd. Zagreb: Školska knjiga; 1997
9. Bajek S, Bobinac D, Jerković R, Malnar D, Marić I. Sustavna anatomija čovjeka. Rijeka: Digital point tiskara d.o.o.; 2007.
10. Bobinac D, Dujmović M. Osnove anatomije. 3 izd. Rijeka: Glosa; 2011.
11. Bobinac D. Osnove kineziologije: Analiza pokreta i stavova ljudskog tijela. Fintrade & Tours, Rijeka; 2010.
12. Physiotherapy. Pokreti tijela [Internet]. Pristupljeno: 20.08.2024. Dostupno na: <https://study-physiotherapy.blogspot.com/2015/04/pokreti-ramena-i-lopatice-pokret-zglob.html?m=1>



13. Human Kinetics. Measuring range of motion [Internet]. Pristupljeno: 21.08.2024. Dostupno na: <https://us.humankinetics.com/blogs/excerpt/measuring-range-of-motion?srsId=AfmBOooKRZvNk3NHK2kpdrCx02OXAatgVz0GAupvDIRWSQ--fSZPp8hZ>
14. Berryman Reese N, Bandy WD. Joint range of motion and muscle length testing–E-Book [Internet]. Elsevier Health Sciences. 3rd Edition (2017). Chapter 1, Measurement of range of motion and muscle length: background, history, and basic principles; p. 9-25. Pristupljeno: 21.08.2024. Dostupno na: [https://books.google.hr/books?id=oAzhCwAAQBAJ&dq=measurement+range+of+motion&lr=&hl=hr&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.hr/books?id=oAzhCwAAQBAJ&dq=measurement+range+of+motion&lr=&hl=hr&source=gbs_navlinks_s)
15. Meloq. Digital Goniometer - EasyAngle [Internet]. Stockholm, Švedska; Meloq AB. 2020. Pristupljeno: 25.08.2024. Dostupno na: <https://meloqdevices.com/pages/easyangle-digital-goniometer>
16. Meloq. Digital Goniometer – Easy Angle [Internet]. Stockholm, Švedska; Meloq AB. 2020. Pristupljeno: 03.09.2024. Dostupno na: <https://meloqdevices.com/products/digital-goniometer-easyangle?srsId=AfmBOoqI7H1F7zWEB7i5jKbD7Kw9NnYp-aJZsZ7mkZIH2i5VIVHyLR0M>
17. Decathlon. Kalenji štoperica onstart 500 [Internet]. Pristupljeno: 03.09.2024. Dostupno na: <https://www.decathlon.hr/p/328277-199665-stoperica-onstart-500.html>
18. ORTO I MEDI centar. Goniometar ortopedski kutomjer MSD 20 cm od 0° do 360° pod 2° [Internet]. Zagreb, Hrvatska. ORTO I MEDI centar 2003. Pristupljeno 03.09.2024. Dostupno na: <https://www.omc.hr/medicinski-uredaji/medicinski-instrumenti/goniometar-ortopedski-kutomjer-po-2-detail>
19. Medivita. Goniometar od 15 cm [Internet]. Zagreb, Hrvatska. Fokus medical d.o.o. Pristupljeno: 03.09.2024. Dostupno na: <https://medivita.hr/shop/cijena/goniometar-od-15-cm>
20. Medical centar. Goniometar [Internet]. Zagreb, Hrvatska. Medical centar d.o.o. 2001. Pristupljeno 03.09.2024. Dostupno na: <https://www.medical-centar.hr/proizvod/goniometar/>

# PRIVITCI

Privitak A: Popis ilustracija

## Slike

<b>Slika 1.</b> Zglob lakta, <i>articulatio cubiti</i> .....	5
<b>Slika 2.</b> Anatomija podlaktice .....	6
<b>Slika 3.</b> Fleksija podlaktice i prikaz mišića.....	8
<b>Slika 4.</b> Ekstenzija podlaktice .....	9
<b>Slika 5.</b> Podlaktica u položaju supinacije i pronacije .....	10
<b>Slika 6.</b> Klasični dvokraki goniometar s kružnom skalom .....	13
<b>Slika 7.</b> Klasični dvokraki goniometar s polukružnom skalom .....	13
<b>Slika 8.</b> Digitalni Easy Angle goniometar .....	14
<b>Slika 9.</b> Prikaz broja muških i ženskih ispitanika po godinama.....	21
<b>Slika 10.</b> Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta fleksije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom.....	24
<b>Slika 11.</b> Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle .....	25
<b>Slika 12.</b> Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta ekstenzije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom.....	28
<b>Slika 13.</b> Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije u desnom i lijevom zglobu lakta klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom.....	28
<b>Slika 14.</b> Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta pronacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom.....	31
<b>Slika 15.</b> Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom .....	32
<b>Slika 16.</b> Prikaz usporedbe rezultata opsega pokreta supinacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom.....	35

<b>Slika 17.</b> Prikaz usporedbe rezultata vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije desne i lijeve podlaktice klasičnim dvokrakim goniometrom i digitalnim Easy Angle goniometrom .....	35
---	----

## **Tablice**

<b>Tablica 1.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta fleksije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	22
<b>Tablica 2.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	23
<b>Tablica 3.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta fleksije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	23
<b>Tablica 4.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta fleksije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	24
<b>Tablica 5.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	26
<b>Tablica 6.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	26
<b>Tablica 7.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	27
<b>Tablica 8.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta ekstenzije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	27
<b>Tablica 9.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta pronacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	29
<b>Tablica 10.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	30
<b>Tablica 11.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	30
<b>Tablica 12.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta pronacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra .....	31

<b>Tablica 13.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta supinacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra.....	33
<b>Tablica 14.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije desne podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra.....	33
<b>Tablica 15.</b> Usporedba rezultata mjerenja opsega pokreta supinacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra.....	34
<b>Tablica 16.</b> Usporedba vremena potrebnog za mjerenje opsega pokreta supinacije lijeve podlaktice između klasičnog dvokrakog goniometra i digitalnog Easy Angle goniometra.....	34

## KRATKI ŽIVOTOPIS

Rođen sam u Rijeci 20.09.2002. godine. Pohađao sam Osnovnu školu „Skrad“ u Skradu te sam sve razrede prošao s odličnim uspjehom izuzev šestog razreda kojeg sam završio s vrlo dobrim uspjehom. Nakon osnovne škole 2017. godine upisao sam željenu srednju školu, Medicinsku školu u Rijeci, smjer fizioterapeut. Prva dva razreda srednje škole prošao sam s vrlo dobrim uspjehom, dok sam treći i četvrti razred prošao s odličnim uspjehom. Nakon završenog četvrtog razreda polažem potrebne mature i na jesen 2021. godine upisujem Preddiplomski stručni studij fizioterapije na Fakultetu Zdravstvenih Studija u Rijeci. Tijekom studiranja sam sudjelovao na nekoliko volontiranja od čega sam najviše volontirao na sportskim događanjima. Nakon studija mi je cilj odraditi staž i naknadno se zaposliti u struci.