

# Učinak vježbanja na antigravitacijskoj traci nakon totalne artroplastike zgloba kuka

---

**Dolušić, Ivana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:184:023932>

*Rights / Prava:* [Attribution 3.0 Unported](#)/[Imenovanje 3.0](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**

*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJA**

**Ivana Dolušić**

**UČINAK VJEŽBANJA NA ANTIGRAVITACIJSKOJ TRACI NAKON  
TOTALNE ARTROPLASTIKE ZGLOBA KUKA : rad s istraživanjem**

**Diplomski rad**

**Rijeka, 2023.**

**UNIVERSITY OF RIJEKA**  
**FACULTY OF HEALTH STUDIES**  
**GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF PHYSIOTHERAPY**

**Ivana Dolušić**

**THE EFFECT OF EXERCISE ON THE ANTIGRAVITY TREADMILL  
AFTER TOTAL ARTHROPLASTY OF THE HIP JOINT : research**

**Master thesis**

**Rijeka, 2023.**

Mentor rada: doc.dr.sc. Mirela Vučković mag.physioth.

Diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u/na  
\_\_\_\_\_, pred povjerenstvom u sastavu:

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

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

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

## Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

## Opći podatci o studentu:

Sastavnica	FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA RIJEKA
Studij	DIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJA
Vrsta studentskog rada	DIPLOMSKI RAD
Ime i prezime studenta	IVANA DOLUŠIĆ
JMBAG	0062050929

## Podatci o radu studenta:

Naslov rada	UČINAK VJEŽBANJA NA ANTIGRAVITACIJSKOJ TRACI NAKON TOTALNE ARTROPLASTIKE ZGLOBA KUKA : rad s istraživanjem
Ime i prezime mentora	DOC.DR.SC. MIRELA VUČKOVIĆ, MAG.PHYSIOTH.
Datum predaje rada	6.09.2023.
Identifikacijski br. podneska	2159760414
Datum provjere rada	7.09.2023.
Ime datoteke	ANTIGRAVITACIJSKA_TRAKA_DOLU_I_IVANA.docx
Veličina datoteke	1.28M
Broj znakova	91,861
Broj riječi	14,642
Broj stranica	71

## Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	0 %
-----------------	-----

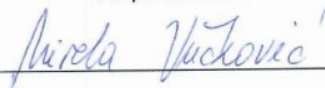
## Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	7.09.2023.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/> DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum

7.09.2023.

Potpis mentora



## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. <i>Anatomija zgloba kuka</i> .....	2
1.2. <i>Mišići zgloba kuka</i> .....	4
1.3. <i>Gibljivost zgloba kuka</i> .....	6
1.4. <i>Biomehanika hoda</i> .....	8
1.4.1. <i>Biomehanička analiza zgloba kuka prilikom normalnog hoda</i> .....	8
1.4.2. <i>Šepanje iz zgloba kuka</i> .....	10
1.5. <i>Endoproteza zgloba kuka</i> .....	11
1.5.1. <i>Vrste endoproteze kuka</i> .....	12
1.5.2. <i>Kirurški pristup ugradnje endoproteze kuka</i> .....	13
1.6. <i>Antigravitacijska traka</i> .....	14
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE</b> .....	16
<i>Ciljevi</i> .....	16
<i>Hipoteze</i> .....	16
<b>3. ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE</b> .....	17
3.1. <i>Ispitanici/materijali</i> .....	17
3.2. <i>Postupak i instrumentarij</i> .....	20
3.3. <i>Statistička obrada podataka</i> .....	22
3.4. <i>Etički aspekti istraživanja</i> .....	23
<b>4. REZULTATI</b> .....	24
4.1. <i>Podjela ispitanika prema spolu</i> .....	24
4.2. <i>Podjela ispitanika prema dobi</i> .....	25
4.3. <i>Podjela ispitanika prema operiranoj strani tijela</i> .....	26
4.4. <i>Prikaz vremenskog intervala od operacije do dolaska na rehabilitaciju</i> .....	27
4.5. <i>Rezultati istraživanja o jakosti abduktora zgloba kuka</i> .....	28
4.5.1. <i>Poboljšanje jakosti abduktora nakon rehabilitacije</i> .....	30
4.6. <i>Rezultati istraživanja o opsegu pokreta zgloba kuka</i> .....	31
4.6.1. <i>Fleksija sa savijenim koljenom</i> .....	31
4.6.2. <i>Povećanje opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom nakon rehabilitacije</i> .....	33
4.6.3. <i>Abdukcija u zglobu kuka</i> .....	34
4.6.4. <i>Povećanje opsega pokreta abdukcije nakon rehabilitacije</i> .....	36

4.7.	<i>Rezultati NPRS-a</i> .....	37
4.7.1.	<i>Prikaz smanjenja boli nakon rehabilitacije</i> .....	40
4.8.	<i>Rezultati istraživanja o funkcionalnoj mobilnosti ispitanika</i> .....	41
4.8.1.	<i>TUG test</i> .....	41
4.8.2.	<i>40mFPWT</i> .....	43
4.8.3.	<i>Prikaz procjene mobilnosti i funkcionalnog kapaciteta</i> .....	45
<b>5.</b>	<b>RASPRAVA</b> .....	46
<b>6.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	51
	<b>LITERATURA</b> .....	52
	<b>PRILOZI</b> .....	60
	<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	62

## POPIS KRATICA

AT – antigravitacijska traka

TEP – totalna endoproteza kuka

PMMA – polimetil-metakrilat

NASA – *engl. The National Aeronautics and Space Administration*

NPRS – brojčana skala boli (*engl. Numeric Pain Rating Scale*)

TUG – *engl. TimedUp and Go test*

40mFPWT – *engl. 40metarsFastPacedWalk test*

OARSI – *engl. Osteoarthritis Research Society International*

BFB – *engl. biofeedback*



## SAŽETAK

**Uvod:** Ugradnja totalne artroplastike zgloba kuka najučestalija je operacija današnjice. Uspješan operativni zahvat uz kvalitetnu fizioterapijsku rehabilitaciju rezultira boljom kvalitetom života i bržim povratkom aktivnostima svakodnevnog života. Oporavak karakteriziraju smanjena mišićna jakost, bol i funkcionalna ograničenja pri čemu je najučestalija slabost abduktorne muskulature kuka. Antigravitacijska traka je pokretna traka koju čini sustav diferenciranog tlaka zraka unutar balona koji omogućuje smanjenje sile gravitacije i težine tijela tokom aktivnosti. Dostupna istraživanja ukazuju na pozitivne učinke antigravitacijske trake na mišićnu jakost i izdržljivost, bol, opseg pokreta, potrošnju kisika i funkcionalnu mobilnost. Sukladno tome, cilj ovog istraživanja bio je ispitati učinak antigravitacijske trake na jakost abduktorne muskulature, opseg pokreta zgloba kuka, bol i funkcionalnu mobilnost nakon totalne artroplastike zgloba kuka.

**Ispitanici i metode:** U istraživanju je sudjelovalo 34 ispitanika nasumično podijeljenih u dvije skupine: eksperimentalnu i kontrolnu. Eksperimentalna skupina imala je dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci u trajanju od 20 minuta, dok je ostala fizioterapijska intervencija bila jednaka za obje skupine. Mjerene varijable su jakost abduktorne muskulature, opseg pokreta, bol i razina funkcionalne mobilnosti. Za izračun varijabli koristili smo dinamometar, ručni goniometar, brojčanu skalu boli, te TUG i 40mFPWT za procjenu funkcionalne mobilnosti.

**Rezultati:** Dobiveni rezultati ukazuju na postojanje statistički značajne razlike u završnim mjerenjima pokreta abdukcije između skupina u korist eksperimentalne skupine ( $p = 0,044$ ). Nadalje, nije dokazana statistički značajna razlika između skupina u ostalim izmjerenim varijablama.

**Zaključak:** Istraživanjem je utvrđen pozitivan učinak antigravitacijske trake na opseg pokreta zgloba kuka. S obzirom da je antigravitacijska traka novost u rehabilitacijskom protokolu nakon ugradnje umjetnog zgloba kuka potrebna su daljna istraživanja na ovu temu, a sve s ciljem sigurnijeg, kvalitetnijeg i bržeg povratka aktivnostima svakodnevnog života s posljedičnim manjim troškom na zdravstveni sustav.

**Ključne riječi:** antigravitacijska traka, artroplastika kuka, bol, funkcionalna mobilnost, jakost mišića, opseg pokreta

## SUMMARY

**Introduction:** Implementation of total hip joint arthroplasty is the most common operation today. A successful operation with quality physiotherapy rehabilitation results in a better quality of life and faster return to the everyday life activities. Recovery is initially characterized by reduced muscle strength, pain and functional limitations but the most common is weakness of the hip abductor muscles. The antigravity treadmill is a moving band made up of a system of differential air pressure inside the balloon that enables the reduction of the force of gravity and the weight of the body during activity. Available research indicates positive effects of antigravity treadmill on muscle strength, pain, endurance, range of motion, oxygen consumption and functional mobility. Accordingly, the aim of this study was to examine the effect of the antigravity band on the strength of the abductor musculature, the range of movement of the hip joint, pain and functional mobility after total arthroplasty of the hip joint.

**Participants and methods:** This research included 34 subjects, randomly divided into two groups: experimental and control. The experimental group had the addition of an antigravity treadmill exercise for 20 minutes, while the rest of the physiotherapy intervention was the same for both groups. The measured variables are the strength of the abductor muscles, the range of motion, pain and the level of functional mobility. To calculate the variables, we used a dynamometer, a manual goniometer, a numerical pain scale, and TUG and 40mFPWT tests for assessing functional mobility.

**Results:** The obtained results indicate the existence of a statistically significant difference in the final measurements of abduction movements between groups in favor of the experimental group ( $p = 0.044$ ). Furthermore, no statistically significant difference was demonstrated between groups in other measured variables.

**Conclusion:** The study found a positive effect of the antigravity treadmill on the range of motion of the hip joint. With consideration that the antigravity treadmill is a novelty in the rehabilitation protocol after implementation of the arthroplasty of the hip joint, further research on this theme is needed, all with the aim of a safer, better and faster return to the activities of everyday life with the consequent lower cost to the health system.

**Key words:** antigravity treadmill, functional mobility, hip arthroplasty, muscle strength, pain, range of motion

## 1. UVOD

Ugradnja totalne artroplastike zgloba kuka u zadnjih je 60 godina dovela do revolucije u liječenju degenerativnih promjena na zglobu, smanjenju boli i povećanju kvalitete života pojedinca. Smatra se da je kirurška ortopedija upravo ugradnjom artroplastike zgloba kuka postigla svoje najveće dostignuće. Ortopedska kirurgija, posebice endoprotetska zadnjih je dvadesetak godina osim zgloba kuka, uspjehe nizala i u drugim mišićno koštanim područjima, a sve to zahvaljujući biotehnološkoj znanosti i njezinoj primjeni. Upravo je ona razvitkom modernih, bioloških, konstrukcijskih te biomehanički prihvatljivih endoproteza kuka dovela endoprotetsku kirurgiju među najzastupljenije kirurške zahvate današnjice (1). Bolji materijali, dizajn i manje invazivni pristup operaciji omogućili su da totalna artroplastika zgloba kuka s ili bez koštanog cementa pruža jednak osjećaj stabilnosti, opsega pokreta i izdržljivosti (2). Prema Medicinskom Savjetodavnom Tajništvu (*engl. MAS - Medical Advisory Secretariat*) iz Ontaria rehabilitacija nakon zahvata ključan je faktor za dobar oporavak, no ističu kako prva tri mjeseca nakon operativnog zahvata predstavljaju rani period oporavka unutar kojeg postoji velika mogućnost za iščašenje ili re-operaciju kuka, infekciju rane, duboku vensku trombozu ili plućnu emboliju (3). Čak i nakon prestanka adekvatnog koštanog cijeljenja poslije intervencije na zglobu kuka prisutna su funkcionalna ograničenja i bol. Ona se mogu pripisati oštećenju mekih tkiva, te uključuju slabost mišića kuka, slabost mišića natkoljenice, trohanterični burzitis i bol u prednjem dijelu koljena (4). Najučestalija je slabost abduktorne muskulature kuka (5). Slabost abduktorne muskulature klinički se očituje šepanjem, te rezultira smanjenom ravnotežom i povećanim rizikom od pada (6). I do 40% osoba starijih od 65 godina padne minimalno jednom u vremenskom periodu do jedne godine nakon totalne artroplastike zgloba kuka ili koljena (7). Abduktorna muskulatura ključan je faktor dobre biomehanike hoda. Njezin oporavkom umanjuje se pojavnost šepanja, bol u donjem dijelu leđa i rizik od pada (8). Hod je jedna od ključnih funkcionalnih aktivnosti čije izvođenje izravno utječe na kvalitetu svakodnevnog života. On predstavlja iznimno važnu komponentu fizičkog, socijalnog i psihološkog življenja, ali i održavanja zdravlja. Muskulatura svojim djelovanjem u obliku koncentrične, ekscentrične i izometričke kontrakcije osigurava potrebnu stabilnost zglobova, održavanje ravnoteže i pokretanje trupa i udova. Narušena sposobnost održavanja uspravnog stava i ravnoteže, sposobnosti iniciranja i održavanja pokreta te poremećen opseg pokreta mogu značajno utjecati na kvalitetu hoda ili ga čak u potpunosti onemogućiti (9). Antigravitacijska traka

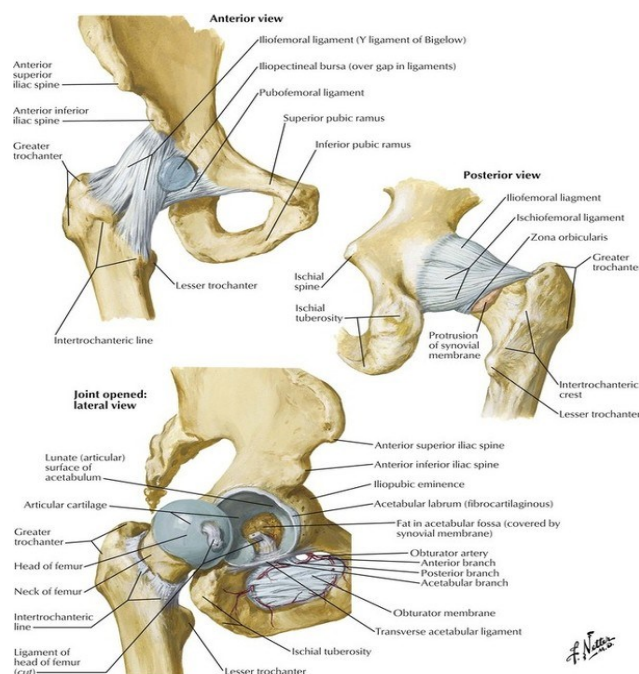
(*engl. antigravity treadmill* ili AT) je sustav koji može smanjiti težinu tijela, a pritom ne narušiti izvođenje normalnog obrasca pokreta, smanjiti bol, omogućiti vježbanje i održavanje forme (10). Istraživanje Mikami i suradnika ukazuje da trening hoda unutar antigravitacijske trake pozitivno utječe na mišićnu jakost, izdržljivost i dužinu hoda, potrošnju kisika i percepciju osobe o samostalnom obavljanju zadataka (11). Nadalje, isti autor kroz drugo istraživanje ističe pozitivan učinak antigravitacijske trake na jakost mišićne mase, bol i funkcionalnu mobilnost nakon ugradnje totalne artroplastike zgloba kuka uspoređujući učinak klasične rehabilitacije naspram eksperimentalne rehabilitacije koja uključuje primjenu antigravitacijske trake (12).

S obzirom da dosad prikupljeni podaci upućuju na prednosti primjene i vježbanja unutar antigravitacijske trake njezine učinke bi zasigurno trebalo prodornije istražiti. Upravo iz navedenog je i proizašao cilj istraživanja, a to je istražiti učinkovitost antigravitacijske trake tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka na jakost mišićne mase, opseg pokreta, bol i funkcionalnu mobilnost.

### 1.1. Anatomija zgloba kuka

Zglob kuka (*lat. articulatio coxae*) po mehanici je kuglasti zglob (*lat. enarthrosis sphaeroidea*) unutar kojeg se mogu vršiti kretnje kroz sve tri temeljne ravnine – sagitalna, frontalna i vodoravna, u svim smjerovima. Zglob kuka tvore dva zglobna tijela. Zdjelična čašica (*lat. acetabulum*) čini udubljeno tj. konkavno zglobno tijelo, morfološkim izgledom poput šuplje polukugle, a smjerom okrenuta lateralno, naprijed i dolje (13). Zdjelična čašica obložena je zdjeličnom hrskavicom, dok je rubno proširena vezivno-hrskavičnim prstenom (*lat. labrum acetabulare*). Svojom površinom prekriva 2/3 glave bedrene kosti i čini njezino uporište (13,14). Izbočeno tj. konveksno kuglasto zglobno tijelo čini glava bedrene kosti (*lat. caput femoris*). Površina glave bedrene kosti odgovara dvjema trećinama kugle, a usmjerena je prema medijalno i gore. Koso usmjeren vrat bedrene kosti (*lat. collum femoris*) spaja konveksno zglobno tijelo sa trupom kosti (13). Zglobne hrskavice na glavi bedrene kosti široke su oko 5 milimetara. Na mjestima gdje se tokom hodanja vrši veći pritisak debljina zglobne hrskavice je veća. Polumjer zakrivljenosti femoralnog dijela zgloba kuka iznosi oko 2,5 centimetara. Prosječno je polumjer zakrivljenosti nešto viši kod muškaraca naspram žena. Svojom zakrivljenošću odgovara polumjeru zakrivljenosti čašice koja u prosjeku iznosi oko 2,7 centimetara (15).

Osim koštanih struktura, zglobu kuka pripada i zglobna čahura (*lat. capsula articularis*). Zglobnu čahuru karakterizira izrazito čvrsta građa. Insercija vanjskog sloja zglobne čahure, vezivne opne (*lat. membrana fibrosa*) smještena je na zdjelici uz samu usnu vezivne hrskavice. Mjesto insercije na bedrenoj kosti nalazi se dalje od linije ruba zglobne hrskavice. Zbog hvatišta na prednjoj strani femura, linei intertrochanterici, zglobna čahura omogućuje da prednja strana vrata bedrene kosti u potpunosti bude uključena u zglob. Položaj insercije na stražnjoj strani omogućava samo dvjema medijalnim trećinama vrata bedrene kosti sudjelovanje u zglobu, dok se lateralna trećina nalazi izvan zglobne čahure. Unutarnji sloj zglobne čahure, sinovijalna opna (*lat. membrana synovialis*) polazi sa vanjskog ruba vezivno-hrskavične zglobne usne sve do ruba zglobne hrskavice na vratu femura. Svojom položajem oblaže dio vrata koji je smješten unutar zglobne čahure. Vanjski, fibrozni sloj zglobne čahure čine zglobne veze koje ga pojačavaju. To su tri zadebljanja u obliku ligamenta (*lat. lig. iliofemorale, lig. pubofemorale, lig. ischiofemorale*), te jedno kružno zadebljanje u obliku prstena (*lat. zona orbicularis*). Ligamentarna veza koja povezuje glavu bedrene kosti sa zdjelicom (*lat. lig. capitis femoris*) smještena je u dubini zgloba. Polazište još pruža *incisura acetabuli* i *fossa acetabuli*, dok joj je hvatište rupica u centru glave femura (*lat. fovea capitis femoris*). Omogućuje krvnu opskrbu glavice bedrene kosti, te raspodjeljuje sinoviju unutar zgloba (13) (Slika 1.).



Slika 1. Zglob kuka (*lat. articulatio coxae*)

Izvor: <https://basicmedicalkey.com/7-lower-limb/>

## 1.2. Mišići zgloba kuka

Glavni fleksor natkoljenice (*lat. musculus iliopsoas*) građen je od dva samostalna mišića *m. iliacus* i *m. psoas major*. Prvu mišićnu jedinicu čini *m. iliacus* koji polazi iz bočne jame, a završava na malenoj koštanoj izbočini bedrene kosti (*lat. trochanter minor*). Trokutastog je oblika, a vlakna su mu usmjerena distalno. Drugu mišićnu jedinicu čini *m. psoas major*. Dugačka vlakna površinskog dijela ovog mišića polaze sa lateralnih površina trupova Th12 – L4, te intervertebralnih diskova između njih. Duboki dio ovog mišića polazi sa kostalnih nastavaka svih slabinskih kralježaka. Zajedničkom tetivom prolaze ispred zgloba kuka te se spajaju sa tetivom *m. iliacus* stoga im je hvatište zajedničko. *Musculus iliopsoas* osim fleksije vrši i vanjsku rotaciju natkoljenice (13).

Četveroglavi natkoljeni mišić (*lat. musculus quadriceps femoris*) građen je od četiri glave, od čega jedna *m. rectus femoris* prelazi preko zgloba kuka. Polazište *m. rectus femoris* je *spina iliaca anterior inferior* na zdjelici te zbog toga djeluje kao fleksor zgloba kuka (13).

U muskulaturu zgloba kuka ubrajamo sve mišiće koje polaze sa zdjelice, a hvatištem su usmjereni prema proksimalnom dijelu bedrene kosti (Slika 2.). Muskulaturu glutealne regije dijelimo na unutarnju i vanjsku skupinu mišića. Vanjska skupina muskulature kuka dijeli se na mišiće površinskog i dubokog sloja (13).

Najveći mišić glutealne regije, te jedini mišić površinskog sloja vanjskih mišića kuka čini *m. gluteus maximus*. Ovom velikom, pločastom mišiću, građenom od vrlo grubih, međusobno usporednih snopova mišićnih vlakana polazište pruža *spina iliaca posterior superior*, lateralni rub krstače i trtične kosti te *lig. sacrotuberale*. Hvatište mu čine dvije različite anatomske lokacije. Veća, ona gornja površina mišića usmjerava se iza zgloba kuka prema distalno i lateralno, te prelazi u zadebljanje bedrene fascije na lateralnoj strani natkoljenice, te se spuštajući niz nogu hvata na goljениčnu kost (*lat. tuberositas tractus iliotibialis*). Onaj donji, manji dio mišića, hvata se tetivom na *tuberositas gluteae femura*. Cijeli mišić sudjeluje u izvođenju ekstenzije zgloba kuka i rotaciji natkoljenice prema van. Dio mišićnih vlakana čije se hvatište nalazi na goljениčnoj kosti osim pokreta u zglobu kuka sudjeluju u ekstenziji koljenog zgloba (13).

Natezač fascije (*lat. musculus tensor fasciae latae*) plosnat je i malen mišić. Polazište mu je bočni greben, *spina iliaca anterior superior*, te se spaja s tetivom *m. gluteus maximus* s

kojom čini zajedničko hvatište na *tuberositas tractus iliotibialis*. Usmjeren prema dolje i natrag sudjeluje u antefleksiji, abdukciji i unutarnjoj rotaciji zgloba kuka, te zateže fasciju natkoljenice (13).

Abduktor zgloba kuka (lat. *musculus gluteus medius*) leži u dubljem sloju vanjske skupine muskulature kuka. Njegovo plošno polazište kreće sa vanjske površine krila bočnog grebena, vlakna mu se spuštaju prema dolje i lateralno od zgloba kuka te se tetivom hvataju na lateralnu površinu velike koštane izbočine bedrene kosti (lat. *trochanter major*). S obzirom na vrstu pokreta koju čini, *m. gluteus medius* možemo podijeliti na prednji i stražnji dio. Prednji dio mišića križa os rotacije bedrene kosti sprijeda stoga taj dio vrši unutarnju rotaciju natkoljenice, dok stražnji dio prekriven od strane *m. gluteus maximus* vrši vanjsku rotaciju natkoljenice. S obzirom na sagitalnu os zgloba kuka, cijeli mišić prelazi sa njezine lateralne strane stoga cijeli mišić vrši abdukciju natkoljenice (13).

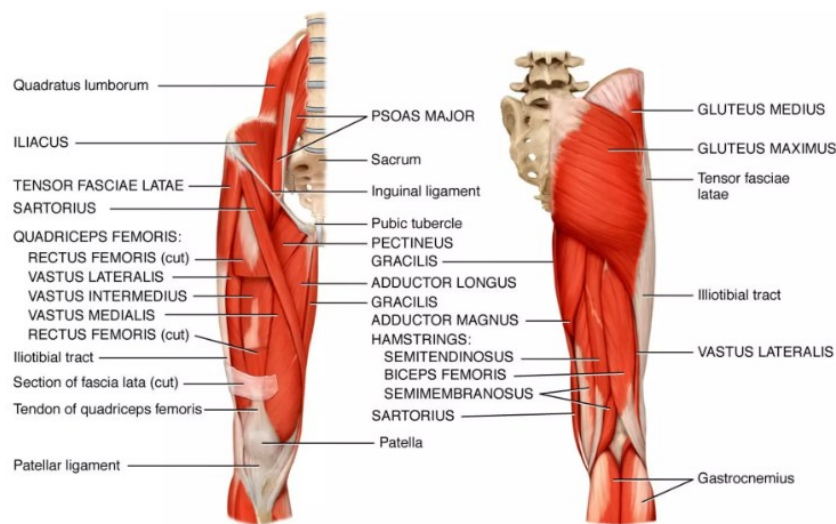
Najmanji od tri mišića stražnjice (lat. *musculus gluteus minimus*) polazi sa vanjske strane krila bočnog grebena, a hvatište mu se nalazi na prednjoj strani velikog trohantera bedrene kosti. Smjer vlakana kreće se dolje i lateralno od zgloba kuka. Svojom površinom u potpunosti ga prekriva *m. gluteus medius*. Unutar zgloba kuka sudjeluje u abdukciji te rotaciji natkoljenice (13).

Kruškoliki mišić zdjelice (lat. *musculus piriformis*) polazi s prednje površine krstačne kosti (lat. *os sacrum*), prolazi kroz veliki ishijadični otvor putem kojeg ulazi u glutealnu regiju, te se hvata na vrh velike koštane izbočine bedrene kosti. Svojom površinom smješten je iza vertikalne osi gibanja, stoga skraćanjem vrši vanjsku rotaciju natkoljenice (13).

Mišić dubokog sloja lepezastog oblika (lat. *musculus obturatorius internus*) kreće sa unutarnje površine membrane opturatorije, te koštane površine oko istoimenog otvora. Prolazi kroz *foramen ischiadicum minus* dok mu je hvatište *fossa trochanterica*. Isto hvatište imaju *m. gemellus superior* i *m. gemellus inferior* čije se tetive spajaju sa tetivom *m. obturatorius internus*. Polazište gornjem mišiću čini *spina ischiadica*, dok donji kreće od *tuber ischiadicum* (13).

Poprečni četverokutni mišić (lat. *musculus quadratus femoris*) polazi sa *tuber ischiadicum* dok mu hvatište pruža *crista intertrochanterica* na proksimalnom dijelu femura. Sva četiri nabrojana mišića vrše rotaciju natkoljenice prema van (13).

Veliku mišićnu skupinu natkoljenice čini medijalna grupa šest mišića (*lat. mm. obturatorius externus, pectineus, adductor longus, adductor brevis, adductor magnus i gracilis*). Polazište ovoj skupini mišića čine grane preponske kosti (*lat. os pubis*) i sjedne kosti (*lat. os ischii*) te vanjska strana membrane opturatorije. Vlakna medijalne skupine natkoljenice orijentirana su koso, distalno i lateralno. Hvatišta mišićima većini čini longitudinalna linija na bedrenoj kosti (*lat. labium mediale lineae asperae*), osim *m. pectineus* čije se hvatište nalazi na *linei pectinea femura*, te hvatište *m. gracilis* koje se nalazi na proksimalnom dijelu medijalne plohe tibije. Svi mišići sudjeluju u adukciji natkoljenice. Osim adukcije *mm. obturatorius externus, pectineus, adductor longus i adductor brevis* vrše fleksiju i supinaciju natkoljenice, dok vlakna *m. gracilis* prelaze i zglob koljena unutar kojeg vrše fleksiju i rotaciju potkoljenice prema unutra (13).



Slika 2. Mišići zgloba kuka

Izvor: <https://www.slideshare.net/NadaGYoussef/chapter-8-the-muscular-system#59>

### 1.3. Gibljivost zgloba kuka

Gibljivost zgloba kuka uvelike ovisi o biomehaničkom odnosu između zglobnih tijela, ligamentima, mišićima, zglobnoj čahuri te drugim važnim čimbenicima koji mogu ograničiti ili smanjiti pokretljivost. Već je prethodno spomenuto kako je zglob kuka po mehanici kuglasti zglob u kojemu je moguće izvesti kretnje u trima osnovnim ravninama: sagitalna, frontalna i horizontalna, te oko svih osi. U zglobu kuka vrše se pokreti fleksije (antefleksija), ekstenzije (retroflexija), abdukcije, adukcije, unutarnje rotacije (pronacije), vanjske rotacije



(supinacije) te cirkumdukcije. Također, moguće je vršiti i kombinirane kretnje koje se po smjeru mogu podudarati. Osnovni položaj zgloba kuka smatra se pri uspravnom, neutralnom, ne opuštenom stavu tijela, dok su funkcijske kretnje zgloba kuka uvijek usko povezane sa pokretima kralježnice (15).

U sagitalnoj ravnini oko poprečne osi vrše se kretnje fleksije i ekstenzije zgloba kuka. Najveći mogući opseg kretnji fleksije i ekstenzije nije moguće izvršiti u položaju čiste sagitalne ravnine, stoga je za maksimalan opseg pokreta potreban položaj minimalne abdukcije zgloba kuka. Maksimalni opseg pokreta zgloba kuka sa savijenim koljenom unutar čiste sagitalne ravnine iznosi oko  $130^\circ$ , dok položaj minimalne abdukcije omogućava raspon kretnje do  $160^\circ$  (15). Fleksiju zgloba kuka sa ispruženim koljenom ograničava zatezanje mišića stražnje lože natkoljenice, stoga ona iznosi  $80^\circ$  (13). Ekstenzija u zglobu kuka puno je manja od fleksije, a često se upotpunjuje kretnjama lumbalne kralježnice. Ekstenzija (retrofleksija) vrši se do  $13^\circ$ , dok neki autori ističu kako je pokret moguće izvesti i do  $30^\circ$  (13,15).

U frontalnoj ravnini oko sagitalne osi vrše se pokreti abdukcije i adukcije zgloba kuka. Njihov opseg pokreta nije izdašan, a uzrok tomu su čvrste sveze koje okružuju i pojačavaju zglobnu čahuru. U neutralnom, ispruženom položaju kukova abdukcija se vrši do  $40^\circ$  (13,15). Pokret abdukcije moguće je povećati pri fleksiji kuka od  $60^\circ$ , tada je moguće abducirati kuk do  $80^\circ$  (15). Maksimalna adukcija zgloba kuka s ispruženim kukovima iznosi do  $10^\circ$  (13). Drugi autor ističe kako je adukcija moguća do  $30^\circ$  s ispruženim kukovima, a maksimalnu adukciju od  $50^\circ$  moguće je jedino pri fleksiji kuka od  $60^\circ$  (15).

U horizontalnoj ravnini oko uzdužne osi vrše se pokreti unutarnje i vanjske rotacije natkoljenice. Uzdužna os femura proteže se od centra glave bedrene kosti distalno do sredine koljena. Rotacija natkoljenice prema van (supinacija) pri ispruženim kukovima iznosi oko  $20^\circ$ , a prema unutra (pronacija)  $30^\circ$ . Sa flektiranim zglobom kuka od  $60^\circ$  rotacija prema van iznosi oko  $60^\circ$ , dok je prema unutra nešto manja, oko  $40^\circ$  (15). Prema Križanu rotacije su nešto manje amplitude. Unutarnju rotaciju moguće je izvesti do  $36^\circ$ , dok vanjska rotacija iznosi otprilike  $13^\circ$  (13).

#### *1.4. Biomehanika hoda*

Hod predstavlja jednu od osnovnih životnih aktivnosti i potreba čovjeka te mu daje jedno od obilježja vrste. Način hoda raznolik je i ovisi o mnogim činiteljima poput konstitucije, spola, životnoj dobi, uhranjenosti, anatomskim obilježjima čak i obući. U biomehaničkom smislu hod je prikaz složenog međudjelovanja unutarnjih i vanjskih sila koje djeluju na čovjeka. Obilježen je brojem mehaničkim zbivanjima, a najvažnije su odnos između mišićne snage, sile teže i sile inercije. Mogućnost ubrzanja i usporenja tijela, te održavanje ravnoteže prilikom hoda omogućava usklađen i svrsishodan pokret koji nazivamo korak. Djelovanje mišića u zglobovima kuka predstavlja aktivnu silu kojoj je glavna funkcija pokret, kontrola te stabilizacija zglobova donjih ekstremiteta. Iako se mišićna sila redovito suprotstavlja sili teži, u hodu one ne moraju uvijek biti antagonistične, zapravo je suprotno, one se mogu u raznim oblicima nadopunjavati sa svrhom postizanja svrsishodnije brzine ili akcije. Prilikom hoda, osobito je važno da ubrzanje što ga tijelo dobiva mora biti kontrolirano usporenjem koje je rezultat usklađene mišićne akcije kojom se najekonomičnije iskorištavaju sila teža i sila inercije (16).

##### *1.4.1. Biomehanička analiza zgloba kuka prilikom normalnog hoda*

Morfološke značajke zgloba kuka omogućuju gibanje u svim smjerovima. Iako je kuk s obzirom na svoje anatomske i geometrijske obilježje vrlo gibljiv zglob, njegova je pokretljivost pri normalnom hodu prilično jednostavna i odvija se u smislu fleksije i ekstenzije. Težina tijela je u fazi opterećenja jednako raspoređena na oba zgloba kuka. Okomita sila težišta djeluje u istom smjeru i dijeli jednako opterećenje na oba kuka. U fazi opterećenja samo jedne noge u kuku se zbivaju posve drugačiji biomehanički odnosi (16).

Prilikom hoda ravnotežu zdjelice održavamo u sve tri ravnine. Proučavajući frontalnu ravninu, ravnoteža zdjelice usko je povezana sa djelovanjem pasivne sile težine tijela te aktivne sile koju proizvode abduktorni mišići. Ravnoteža između sila ovisi o njihovoj veličini, dužinama poluga te smjeru njihova djelovanja. Djelovanje abduktorskih mišića suprotno je djelovanju sile gravitacije na način da aktivnom snagom održava ravnotežu zdjelice. Rezultirajuća mišićna sila označava smjer i razmak od obrtnog momenta središta glave bedrene kosti i kreće se od gore medijalno prema dolje lateralno djelujući abduktorski.



#### 1.4.2. Šepanje iz zgloba kuka

Šepanje u užem smislu riječi predstavlja hod u kojem nema usklađenosti prirodnih, ritmičnih i naizmjeničnih pokreta obje noge, uz sudjelovanje ostalih odgovarajućih segmenata tijela. Uzročne čimbenike općenito možemo podijeliti prema uzrocima u svezi s zglobnim promjenama, insuficijencijom mišića, skraćanjem udova i deformacijom skeleta. Osim oštećenjem sustava za kretanje, šepanje može biti i rezultat neurološkog oštećenja, poremećaja usklađenosti pokreta, održavanja ravnoteže, poremećajima u perifernom protoku krvi kao i raznim psihogenim poremećajima. U kuku postoji velika sposobnost kompenzacije funkcionalnih ispada raznih dijelova donjih ekstremiteta te poremećaja pokretljivosti odgovarajućeg lokomotornog segmenta ispod i iznad kuka. Osnovni uzroci najčešće su uvjetovani promjenama u samom zglobu. Tu ubrajamo nepokretnost ili ograničenu gibljivost zgloba, inkongruentnost ili pomak zglobnih tijela te promjene na kostima što tvore morfološku cjelinu. Kao što je prije spomenuto, u normalnom hodu, pokrete kuka možemo raščlaniti u pokrete u tri osnovne razine – sagitalnoj, frontalnoj i horizontalnoj. Tako se i šepanje u zglobu kuka očituje kroz sve tri ravnine (16).

##### 1.4.2.1. Šepanje u sagitalnoj ravnini

Šepanje vidljivo u sagitalnoj ravnini rezultat je fleksijske ankiloze ili kontrakture zgloba kuka. Tokom oslonca na bolesnu nogu dolazi do nagiba trupa prema naprijed što uzrokuje povećanu lordozu lumbalnog dijela kralježnice. Zadaća *m. gluteus maximus* bila bi sprječavanje nagiba tupa, no zbog postojanja njegove slabosti i istegnutog položaja tijelo će zabacivanjem ramena straga pokušati održati narušenu ravnotežu (15).

##### 1.4.2.2. Šepanje u frontalnoj ravnini

Šepanje u frontalnoj ravnini javlja se zbog anatomskih promjena, prilikom iščašenja kuka, oslabljenom funkcijom mišića ili antalgичnim mehanizmom šepanja pri bolnom kuku. Dinamičku silu koja se suprotstavlja sili teži proizvode mišići abduktora kuka. Ako je njihova snaga preslaba da se uspije suprotstaviti sili teži, zdjelica će se tokom hoda naginjati na snagu jače sile. Takav mehanizam hoda označava pozitivan Trendeleburgov znak. Ukoliko je tokom

hoda vidljivo da se trup naginje na stranu opterećene noge, takav mehanizam kompenzacije nazivamo pozitivnim Duchenneovim znakom. Svrha ovakve aktivne kompenzacije slabosti abduktorne muskulature je postizanje ravnoteže zdjelice te smanjenje snage sile koje djeluje na zglob kuka (15). Osim što se relativna ili apsolutna slabost abduktorne muskulature klinički očituje šepanjem, ono rezultira smanjenom ravnotežom i povećanim rizikom od pada (6).

#### *1.4.2.3. Šepanje u horizontalnoj ravnini*

Kontraktura unutarnjih ili vanjskih rotatora odgovorna je za šepanje vidljivo u horizontalnoj ravnini. Ukoliko postoji unutarnja kontraktura zgloba, zglob na suprotnoj strani biti će u vanjskoj kontrakturi i obrnuto. Zdjelica se pritom mora zarotirati kako bi se prilagodila na novo stanje. Ukoliko suprotan kuk ili zdjelica ne bi mogli kompenzirati novonastalu situaciju opterećenje na distalne zglobove bilo bi znatno veće (16).

Šepanje sa svim svojim aspektima tjelesnog estetskog deficita djeluje katkad i na duševni život osobe i njegov odnos prema okolini, a i na odnos okoline prema njegovoj invalidnosti. Zbog funkcionalnih promjena i poremećaja u ritmičkim pokretima, tijelo troši više energije, što dugoročno stvara opterećenje na kardiopulmonalni sustav čovjeka (15,17).

#### *1.5. Endoproteza zgloba kuka*

Zamjenom obje oštećene komponente zgloba kuka, točnije ugradnjom artroplastike zgloba kuka (TEP - totalna endoproteza kuka) postiže se bezbolan, pri opterećenju stabilan i u upotrebi pokretljiv zglob, što je za bolesnika velika prednost, posebice ako u obzir uzmemo mogućnosti liječenja prije endoprotetske ere. Kirurškim putem pokušalo se postići pokretljivost zgloba još davne 1830. godine, no prvu pravu totalnu endoprotezu zgloba kuka učinio je Wiles u Engleskoj stotinu godina kasnije. Proteza se sastojala od dvije komponente napravljene od čelika i zbog velike sličnosti sa današnjim izgledom proteze smatra se prvim prethodnikom modernog zahvata. Iako je sličnost u izgledu ostala i danas, rezultati su bili daleko lošiji nego što stvara današnja kirurgija. Revolucija stiže 60-ih godina prošlog stoljeća kada je Charnley uveo koštani cement. Koštani cement je zapravo polimetil-metakrilat (PMMA) koji služi kao sredstvo za fiksaciju proteze. Osim koštanog cementa, za revoluciju

je zaslužan gradivni materijal za komponente zgloba - polietilan, čije je svojstvo čvrsta nosiva površina, te nova konstrukcija proteze nazvana „*low friction torque arthroplasty*“. Koštanim cementom povećala se kontaktna površina između koštanog dijela i proteze, a njezinu je uspješnost potvrdio McKee deset godina kasnije. Naspram cementne endoproteze razvija se i povijest bezcementne endoproteze 60-ih godina u Sovjetskom Savezu kada se počinje ugrađivati, no visoki broj nestabilnosti koje je pružala rezultirale su njezinim postupnim izbacivanjem iz primjene. U Klinici za ortopediju Zagreb počinje povijest ugradnje endoproteze u Hrvatskoj. Povijest datira iz 1949. godine kada se po prvi put ugrađuje „*Vitalium cup*“ plastika, zatim se 1960. godine implantira prva parcijalna endoproteza kuka. Desetak godina kasnije ugrađuje se prva totalna bezcementna endoproteza modela „*Ring*“ u kliničku primjenu (1).

Tijekom 2007. godine ugrađene su 4154 proteze u Hrvatskoj, a danas se iako je broj točnih ugradnji endoproteza u Hrvatskoj nepoznat, smatra da je 90% ugradnji uspješno, bezbolno i s vijekom trajanja od 10 – 15 godina (1,18). Dostupni podaci u ortopedskim registrima diljem svijeta objavljuju kako je Švedska u 2021. godini ugradila 17 413 totalnih endoproteza zgloba kuka, Njemačka u 2021. godini 176 442 totalnih endoproteza kuka, a Švicarska u 2022. godini 28 615 totalnih endoproteza kuka (19–21). Samo u Sjedinjenim Američkim Državama ovakva se vrsta operacije izvede više od milijun puta godišnje, stoga ne čudi da se zamjena oštećenog zgloba kuka smatra najčešće izvođenom operacijom današnjice (22).

### 1.5.1. Vrste endoproteze kuka

Endoproteze zgloba kuka dijelimo u dvije skupine: djelomične ili parcijalne i totalne ili potpune. Djelomičnom endoprotezom zgloba kuka zamjenjujemo samo jedan dio zgloba, najčešće konveksnu komponentu koju čini glava bedrene kosti. Totalnom endoprotezom zamjenjujemo zglob u cijelosti. Totalna endoproteza sastoji se od dvije komponente koje moraju biti postavljene u dobar biomehanički odnos kako bi omogućile nesmetano obavljanje kretanja unutar zgloba. Femoralni dio proteze zamjenjuje oštećenu glavu bedrene kosti, dok acetabularni dio zamjenjuje konkavno zglobno tijelo na zdjelici. Femoralni dio endoproteze čini kugla precizno polirane površine kako bi trenje sa acetabularnom komponentom svela na minimum. Njezina veličina može biti različita, a dodatno ih možemo podijeliti na unipolarne, bipolarne i resurfacing endoproteze (17).

Endoproteze kuka dijelimo i prema načinu učvršćivanja za kost. S obzirom na fiksaciju dijelimo ih na cementne, bescementne te hibridne endoproteze. Bitna razlika između ovih proteza leži u pripremi i obradi površine. Bescementne proteze se tokom implantacije ugrađuju bez sredstva za fiksaciju, stoga je potrebno da njihova površina bude izrazito hrapava kako bi novostvoreno koštano tkivo ušlo u nabore na površini proteze. Takav način učvršćivanja naziva se sekundarnom fiksacijom. Cementne proteze koriste koštani cement (metilmetakrilat) kao sredstvo učvršćivanja. Hibridne proteze predstavljaju kombinaciju femoralne ili acetabularne komponentne od kojih je jedna od njih cementirana dok je druga bescementa (17).

### 1.5.2. Kirurški pristup ugradnje endoproteze kuka

Kirurške pristupe ugradnje endoproteze kuka možemo podijeliti na klasične i minimalno invazivne pristupe. Svrha minimalno invazivnih pristupa je što manji rez i manje traumatiziranje mekog tkiva (1), a upravo poštedu abduktorne muskulature Tudor i suradnici navode kao izrazito bitnu u izvođenju zahvata (22). Ima više podjela klasičnih pristupa, a najčešće su podjele s obzirom na anatomske pristup ili ovisno o kirurgu koji je prvi izveo zahvat. S obzirom na anatomiju zgloba kuka dijele se na prednje, medijalne, stražnje i lateralne (1).

Ispitanici unutar ovog istraživanja operirani su izravnim bočnim pristupom na zglob kuka stoga ćemo navedeni pristup detaljnije opisati.

Direktni bočni (lateralni) pristup na zglob kuka popularizirao je Hardinge 1982. godine, iako se spominje i koristi još od 1954. godine. U literaturi se često navodi kao pristup prema „Hardingu“ ili „transglutealni“ pristup. Ovaj je pristup drugi najzastupljeniji pristup za ugradnju endoproteze zgloba kuka. Pristup pacijentu mogući je u supiniranom položaju ili na boku. Ravni rez kože i potkožja započinje 2 – 4 centimetara iznad velikog trohantera, a proteže se distalno 4 – 6 centimetara ispod njegovog nivoa u razini bedrene kosti. Potom se razmakne fascija dok se ne prikaže *m. gluteus medius*. Identificira se abduktorni mišić te se u skladu sa smjerom njegovih vlakana između prednje i srednje trećine učini rez. Incizija mišića kreće proksimalno od velikog trohantera, ne više od 3 – 5 centimetara kako se ne bi oštetila krvna opskrba pelvitrohanterne muskulature. Potom se prednja trećina *m. gluteus medius-a*, većinski *m. gluteus minimus* te prednji dio zglobne kapsule odvoji kao jedan

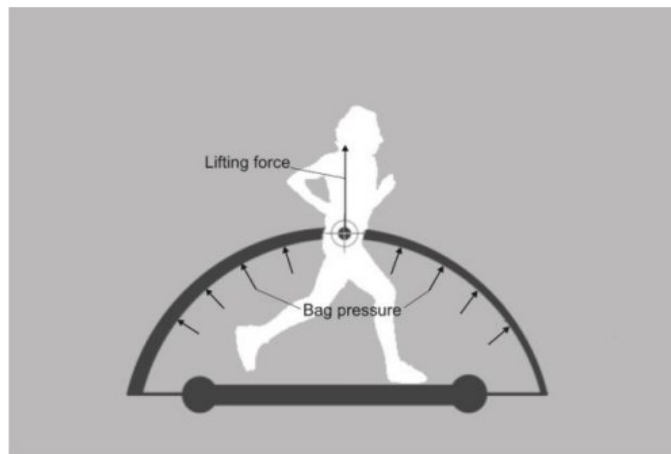
preklop. Slijedi luksacija zgloba, osteotomija vrata femura te ekstripacija glave femura. Nakon implantacije odgovarajuće proteze slijedi provjera stabilnosti, ispiranje, hemostaza i šivanje zglobne čahure. Kirurški zahvat završava reinzercijom glutealne muskulature te šavovima dalje po slojevima. Tetiva *m. gluteus medius-a* i njezino hvatište trebaju ostati netaknuti kako bi se mišić mogao uspješno sašiti (23).

### 1.6. Antigravitacijska traka

Antigravitacijska traka (AT) je pokretna traka koja radi na principu diferenciranog tlaka zraka. DAP (*engl. Differential Air Pressure*) je sustav pozitivnog tlaka koji unutar balona omogućuje smanjenje sile gravitacije i težine tijela tokom hodanja, trčanja ili vježbanja (Slika 4.). Sustav diferenciranog tlaka čini bazu za rad antigravitacijske trake, a predstavlja razliku u tlaku između gornjeg i donjeg dijela tijela. AT čini pokretna traka širine 96,5 centimetara i dužine 213 centimetara na kojoj se nalazi balon sa patentnim zatvaračem, regulator visine i zaslon osjetljiv na dodir (*engl. touch screen*). Vježbanje unutar trake moguće je jedino uz posebno dizajnirane neoprenske hlačice sa patentnim zatvaračem kojima se omogućuje spajanje sa patentom balonom. Posebna tehnologija, dizajn i DAP omogućuju rasterećenje tjelesne težine do maksimalnih 80% (npr: ukoliko osoba teži 100 kilograma, AT omogućuje da se njegova tjelesna težina spusti na 20 kilograma) (10). Osim rasterećenja AT omogućava smjer kretanja prema naprijed ili unatrag, kontrolu nagiba trake, praćenje brzine ukupnog hoda, duljinu i trajanje pojedinačnog koraka, broj koraka te postotak oslonca svake noge (Slika. 5). Kamera unutar samog balona prikazuje hod uživo putem zaslona ispred korisnika (24). Antigravitacijska traka može smanjiti težinu tijela, a pritom ne narušiti izvođenje normalnog obrasca pokreta, smanjiti bol, omogućiti vježbanje i održavanje forme (10). Prvi prototip AT dizajnirao je 1992. godine dr. Robert Whalen, američki biomehaničar NASA-e (*engl. The National Aeronautics and Space Administration*) sa ciljem održavanja kondicije astronauta pri povratku na zemlju, prvenstveno tokom trčanja (25). Dizajn i tehnologiju AT trake preuzela je tvrtka AlterG koja ju je 2005. godine plasirala na tržište (10). Pretraživanjem literature na ovu temu pronalazi se mnoštvo radova koje uključuju AT u rehabilitacijski postupak te prate njezin utjecaj. Osim neuroloških oboljenja koje su najviše istražena poput cerebralne paralize (26,27), Parkinsonove bolesti (28), moždanog udara (29) ili multiple skleroze (30), možemo pronaći istraživanja i nakon fraktura donjih ekstremiteta



(31,32), rekonstrukcija ligamenata (33), artroplastika koljena i kukova (12,34), sportskih ozljeda (35) ili metaboličkih poremećaja (36).



Slika 4. Princip rada antigravitacijske trake

Izvor: [D000348-00-User-Manual-Via-400-Rev-C.pdf](https://www.alterg.com/D000348-00-User-Manual-Via-400-Rev-C.pdf) (alterg.com)



Slika 5. Prikaz zaslona antigravitacijske trake

Izvor: Privatna arhiva autora

## 2. CILJEVI I HIPOTEZE

### *Ciljevi*

Cilj istraživanja je ispitati učinak vježbanja na antigravitacijskoj traci na jakost mišićne mase, opseg pokreta, bol i funkcionalnu mobilnost pacijenata tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka.

Specifični ciljevi ovog istraživanja su:

C1: Usporediti jakost abduktorne mišićne mase na početku i na kraju rehabilitacije tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka između ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci i ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju.

C2: Usporediti opseg pokreta u zglobu kuka na početku i na kraju rehabilitacije tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka između ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci i ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju.

C3: Usporediti razinu boli na početku i na kraju rehabilitacije tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka između ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci i ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju.

C4: Usporediti funkcionalnu mobilnost na početku i na kraju rehabilitacije tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka između ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci i ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju.

### *Hipoteze*

H1: Ne postoji značajna razlika u jakosti abduktorne mišićne mase na početku i na kraju rehabilitacije tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka kod ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju naspram ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci.

H2: Opseg pokreta zgloba kuka bit će veći kod ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci naspram ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka.

H3: Ispitanici koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci imat će manju razinu boli naspram ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka.

H4: Ispitanici koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci imat će višu funkcionalnu mobilnost naspram ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka.

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

#### *3.1. Ispitanici/materijali*

Uzorak ovog istraživanja je prigodan i sastoji se od sveukupno 39 ispitanika. Istraživanje je provedeno u Specijalnoj bolnici za bolesti srca, pluća i reumatizma – Thalassotherapia Opatija, na odjelu za fizikalnu medicinu i medicinsku rehabilitaciju, u vremenskom periodu od siječnja 2023. godine do lipnja 2023. godine. Svi ispitanici pregledani su od liječnika - specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije, te se njihova medicinska dokumentacija nalazi u bolničkoj bazi Thalassotherapie Opatija. Na pregledu im je prepisana fizikalna terapije. Prije početka sudjelovanja u istraživanju ispitanicima su se telefonskim putem dati kratke informacije o istraživanju. Po dolasku, ispitanici su ispunili informirani pristanak kojeg su prethodno pročitali i ako se slažu s napisanim potpisali. Vlastoručnim potpisom postali su aktivni sudionici u istraživanju. U svakom su trenutku, ukoliko su željeli, mogli odustati od sudjelovanja u istraživanju.

Kriteriji uključenja u istraživanje obuhvaćali su: pacijente svih dobnih skupina, oba spola, operirani klasičnim lateralnim pristupom na zglob kuka, a koji dolaze na fizikalnu terapiju minimalno tri mjeseca nakon totalne artroplastike zgloba kuka. Iz istraživanja su bili isključeni pacijenti koji su operirani nekom drugom tehnikom, oni koji imaju revizijsku endoprotezu zgloba kuka te ispitanici s kognitivnim oštećenjima (demencija, mentalna retardacija, psihosomatski poremećaji, poremećaji ličnosti).

Ispitanici su bili podijeljeni u dvije skupine: istraživačku i kontrolnu. Podjela ispitanika unutar skupina odredila se s obzirom na redoslijed dolaska na terapiju. Na način da je prvi ispitanik pripao eksperimentalnoj skupini, a drugi kontrolnoj. Dakle, ispitanici koji su imali neparni broj u redoslijedu dolaska (1.,3.,5.,7. itd.) svrstani su u eksperimentalnu skupinu, dok su ispitanici sa parnim brojem prema redoslijedu dolaska (2.,4.,6.,8. itd.) svrstani u kontrolnu skupinu. Ukupni vremenski period trajanja terapije iznosio je tri tjedna, svaki radni dan od ponedjeljka do petka u isto vrijeme.

Obje skupine ispitanika imale su istu fizioterapijsku intervenciju. Sastojala se od individualnih medicinskih vježbi disanja, mobilnosti, snage i ravnoteže u trajanju od 25 minuta. Uz medicinske vježbe, ispitanici su imali primjenu elektrostimulacije mišića u trajanju od 25 minuta, te hidroterapiju u bazenu u trajanju od 25 minuta. Fizioterapijska intervencija jednaka za sve ispitanike navedena je u tablici (Tablica 1.).

Tablica 1. Fizioterapijska intervencija

<b>VRSTA TERAPIJE</b>	<b>NAČIN PROVOĐENJA</b>	<b>VRIJEME TRAJANJA</b>
<b>Medicinske vježbe</b>	<i>Disanje</i>	Dijafragmalno (trbušno) disanje Tokom cijelog perioda vježbanja
	<i>Fleksibilnost</i>	Kombinacija aktivnih i aktivno-potpomognutih vježbi za strukture zgloba kuka, koljena i stopala 5 minuta
	<i>Snaga</i>	Supinirani, pronirani i bočni položaj. Dinamička (izotonička /izokinetička) mišićna kontrakcija uz primjenu rekvizita (utezi/trake) 10 minuta
	<i>Ravnoteža</i>	Četveronožni, sjedeći, stojeći položaj i stav na jednoj nozi uz primjenu balansnih jastuka, platformi i lopti 10 minuta
<b>Elektroterapija</b>	Aplikacija elektrostimulator-a (Compex) na m. quadriceps (obostrano) i glutealnu muskulaturu (obostrano) / naizmjenično 25 minuta	
<b>Hidroterapija</b>	Kombinacija vježbi mobilnosti, snage i ravnoteže za cijelo tijelo 25 minuta	

Prema našim saznanjima Thalassotherapia Opatija je trenutno jedina zdravstvena ustanova u Republici Hrvatskoj koja ima antigravitacijsku traku. Stoga je istraživačka skupina imala dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci u trajanju od 20 minuta dnevno

(Tablica 2.). Vježbe u antigravitacijskoj traci podrazumijevaju pravocrtni hod u trajanju od 20 minuta, brzinom za koju ispitanik smatra normalnom i ugodnom, bez trčanja, zaduhe i osjećaja boli. Rasterećenje unutar trake iznosilo je 20% tjelesne težine. Ispitanik prije ulaska u antigravitacijsku traku oblači posebno dizajnirane neoprenske hlačice sa patentnim zatvaračem. Regulira se visina nosača balona ovisno o visini ispitanika te zatvara patent. Ispitanik potom prekriži ruke na prsa i pokreće se kalibracija trake. Nakon završene kalibracije traka je spremna za rad. Ekran ispred ispitanika prikazuje maksimalnu moguću razinu rasterećenja. Dodirom na zaslon povećava se ili smanjuje razina rasterećenja te brzina hoda.

Tablica 2. Fizioterapijska intervencija na antigravitacijskoj traci

VRSTA TERAPIJE	NAČIN PROVOĐENJA	VRIJEME TERAPIJE
Antigravitacijska traka	Hod	Pravocrtni hod 20 minuta

### 3.2. Postupak i instrumentarij

Provedena su dva mjerenja, prije fizioterapijske intervencije i na kraju provedenog istraživanja. Varijable koje su bile mjerene su jakost abduktorne muskulature, opseg pokreta, bol i razina funkcionalne mobilnosti.

Varijabla jakosti abduktorne muskulature mjerena je izokinetičkim testiranjem pomoću dinamometra. Izokinetički dinamometar radi na principu nastanka i prestanka otpora. Dinamometar je ugrađen u sustav izokinetičkog aparata HUMAC NORM Extremity System byCSMi, a čine ga četiri cjeline: aktuator, stolica koja ima mogućnost prilagodbe tijelu, pojasevi za sigurnost i pripadajući dodaci ovisno koji se zglob testira. Aktuator se sastoji od hidrauličnog mehanizma unutar kojeg se nalazi ulje, ventili i regulator brzine. Ispitivač daje uputu ispitaniku da krene vršiti pokret, tada ispitanik snagom određene skupine mišića koja se testira gura ulje unutar sustava iz komore u komoru dok se otpor regulira brzinom kojom prolaska ulja. Upravo na taj način tokom testiranja ili vježbanja određene skupine mišića izokinetički uređaj stvara otpor koji prestaje onda kada ispitanikova sila prestane djelovati. Postignutu silu ispitivač vidi na ekranu kompjutera koji je povezan sa izokinetičkim aparatom (37). Mjerenje jakosti abduktorene muskulature traje 10 – 15 minuta. Početno i završno mjerenje proveo je fizioterapeut educiran za rad na izokinetičkom aparatu.

Varijablu opsega pokreta u zglobu kuka mjerilo se ručnim goniometrom. Mjereni pokreti su aktivna fleksija sa savijenim koljenom i aktivna abdukcija na boku. Ručni goniometar je instrument za mjerenje kuta u stupnjevima. Sastoji se od dva kraka, kraćeg i dužeg, iako su danas najčešće upotrebljavani goniometri s oba kraka iste duljine. Mjerenje se vrši tako da je sredina goniometra u centru zgloba u kojem mjerimo pokret, jedan je krak fiksiran uz tijelo, dok se drugi krak kreće zajedno sa polugom koja se pomiče (38). Mjerenje opsega pokreta traje 5 – 10 minuta.

Varijabla boli mjerila se brojčanom ljestvicom boli (*engl. NPRS – Numeric Pain Rating Scale, ili NRS – Numerical Rating Scale*) kojom se pokušava izmjeriti subjektivni intenzitet boli u odraslih osoba. Opisujući općenitu (generalnu) bol Jensen i suradnici raspon brojčane skale boli postavljaju tako da 0 (nula) označuje da nema boli, raspon od 1 do 3 blagu bol, raspon od 4 do 6 umjerenu bol i raspon od 7 do 10 vrlo jaku bol (39). NPRS je ravna vodoravna crta od 10 centimetara označena brojevima u rasponu od 0 do 10 i u takvom je obliku najučestalije korištena ljestvica za mjerenje boli (40). Ispravno označena razina boli podrazumijeva da se jedan od ponuđenih brojeva zaokruži i na takav način iskaže subjektivni osjećaj boli. Za određivanje intenziteta boli potrebno je 1- 2 minute.

Za procjenu varijable funkcionalne mobilnosti provedena su mjerenja pomoću dva testa. TUG test (*engl. TUG -TimedUp and Go*) i 40mFPWT test (*engl. 40mFPWT - 40 metersFastPacedWalkTest*). Za oba mjerenja potrebna nam je štoperica.

TimedUp and Go test (TUG) je jednostavan test za procjenu funkcionalne mobilnost. TUG je test procjene vremena koje je ispitaniku potrebno da se ustane sa stolice, prehoda 3 metra, okrene se i ponovno sjedne. Najčešće se koristi za ispitivanje mobilnosti ispitanika (hodanje, okretanje i tranzicija) (41). Također, služi nam za procjenu rizika od pada kod osoba starije životne dobi, posebno osoba koje boluju od osteoartritisa kukova ili koljena (42). Rezultat ovisi o vremenu koje je ispitaniku potrebno da izvrši prethodno navedeni zadatak izraženo u sekundama. Prema Steffenu, Hackeru i Mollingeru, zdravim ispitanicima dobi od 60 do 80 godina u prosjeku treba 10 ili manje sekundi da izvedu TUG test (43). Barry i suradnicu ističu kako rezultat veći od 13,5 sekundi predstavlja smanjenu funkcionalnu mobilnost i veći rizik od pada, dok rezultat manji od 13,5 sekundi predstavlja bolju funkcionalnu mobilnost starijih osoba (44).

40 mFastPacedWalkTest (40mFPWT) je test procjene vremena koje je ispitaniku potrebno da što brže ali sigurno, prohoda dionicu od 10 metara, okrene se, dođe do startne linije i zatim

ponovi ciklus još jednom. Vrijeme testa izmjereno je u sekundama. Ukupni rezultat u sekundama podijeli se sa 40, čime se dobije konačni rezultat testa. Svrha testa je procjena mobilnosti i funkcionalnog kapaciteta. Utvrđeno je da je funkcionalno smanjenje mobilnosti starijih osoba povezano s razvojem kardiovaskularnih, ali i drugih uzroka mortaliteta (45). Prema Kennedy i suradnicima komponenta vremena i udaljenosti trebala bi iznositi 0.90 sekundi po prijeđenom metru za osobe nakon artroplastike zgloba kuka ili koljena (46).

TUG test i 40mFPWT dio su bazičnih testovi preporučeni od društva OARSI (*engl: OARSI - Osteoarthritis Research Society International*) za procjenu funkcionalne mobilnosti osoba oboljelih od osteoartritisa kuk ili koljena (47).

Ograničenja ovog istraživanja su relativni manjak dostupne literature koji uključuje antigravitacijsku traku kao fizioterapijsku intervenciju što onemogućuje kvalitetnu usporedbu dobivenih rezultata. Nadalje, kao posljedica dužeg vremenskog trajanja istraživanja, te potrebe za kontinuitetom u provedbi istog, mogući je odustanak ispitanika iz istraživanja zbog bolesti, manjka motivacije ili drugih osobnih razloga. Također, zbog skupih dijelova ili popravka za koje je potrebno educirano osoblje iz inozemstva, iznenadni mehanički ili neki drugi oblik kvara izokinetičkog uređaja ili antigravitacijske trake može odgoditi ili zaustaviti provedbu istraživanja.

### 3.3. *Statistička obrada podataka*

Upisivanje i obrada podataka izvršena je pomoću programa Microsoft Office Excel 2016 i programa Statistica (Version 13.5.0.17, 1984-2018 TIBCO Software Inc).

Demografske varijable, spol i operirane strana tijela (desni ili lijevi kuk) deskriptivno su obrađeni i prikazani u obliku frekvencija i relativnih frekvencija. Numerički podaci koji su se obrađivali su podaci omjerne ljestvice, dob ispitanika (u godinama), jakost abduktora kuka (u Nm), opseg pokreta u zglobu kuka (u stupnjevima) i funkcionalne mobilnosti (TUG u sekundama i 40mFPWT u sekundama/metar) te podaci ordinalne ljestvice; ocjena boli NPRS (0-10). Numerički podaci bit će prikazani u obliku aritmetičke sredine, standardne devijacije, medijana, moda i raspona te prikazani pomoću tablica i grafova. Sve hipoteze koje uključuju usporedbu razlika između eksperimentalne i kontrolne skupine testirane su pomoću neparametrijskog Mann–Whitney U testa za nezavisne uzorke. Za ispitivanje razlika u frekvencijama poboljšanja između grupa i unutar grupe u provedenim fizioterapijskim testovima korišteni su Fisher egzaktni i Pearsonov Hi-kvadrat test za nezavisne i McNemar



test za zavisne uzorke. Svi statistički testovi provedeni su na razini statističke značajnosti od  $P < 0,05$ .

### *3.4. Etički aspekti istraživanja*

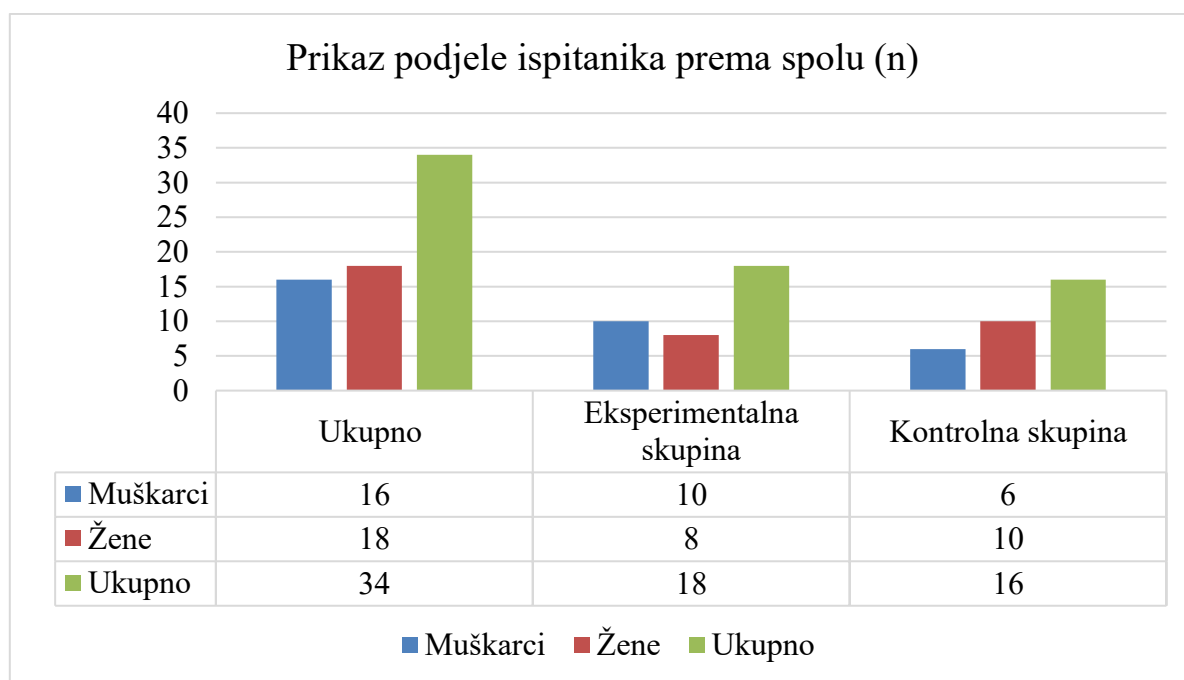
Istraživanje se provelo u skladu s Etičkim kodeksom i pravilnikom o izradi diplomskih radova Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci. Dozvola i suglasnost za provedbu istraživanja dobivena je od Etičkog povjerenstva Thalassotherapie Opatija (01-000-00-63/2-2023), te od prof.dr.sc Viktora Peršića dr. med. ravnatelja Thalassotherapie Opatije. Odobrenje je dobiveno i od Etičkog povjerenstvu za biomedicinska istraživanja Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci (2170-1-65-23-1).

Ishođena je suglasnost svakog ispitanika. Ispitanicima je prije početka istraživanja uručen informirani pristanak kojim je naznačeno da je sudjelovanje u istraživanju anonimno i dobrovoljno. Također, ispitanici su usmenim i pismenim putem detaljno upoznati sa svrhom korištenja i obrade podataka, ciljem istraživanja i mogućnosti odustajanja u bilo kojem trenutku. Ispitivač se osobno pobrinuo za osiguranje dokumenata i čuvanje identiteta osoba koje su sudjelovale u istraživanju. Kako bi svi podaci ostali anonimni i po završetku istraživanja, koristiti će se inicijali ispitanika te numeričke vrijednosti potrebnih parametara prilikom obrade podataka. Podaci će biti interpretirani u svrhu rezultata istraživanja za izradu diplomskog rada, te moguće objavljeni u stručnom ili znanstvenom časopisu.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Podjela ispitanika prema spolu

U istraživanju je sudjelovalo 39 ispitanika od kojih je 34 uvršteno u statističku obradu podataka. Petero ispitanika isključeno je iz istraživanja od čega troje ispitanika zbog bolesti, a po jedan ispitanik zbog nezainteresiranosti te gubitka kontinuiteta u dolascima na terapiju. Ispitanici su podijeljeni u dvije skupine: eksperimentalnu (ES) i kontrolnu skupinu (KS). U ES je sudjelovalo ukupno 18 ispitanika, a u KS 16 ispitanika. Sveukupno u obje skupine sudjelovalo je 47,06% (n=16) ispitanika muškog spola i 52,94% (n=18) ispitanika ženskog spola. U ES (n=18) više je muških ispitanika nego ženskih dok je u KS (n=16) više ženskih ispitanika (Slika 6.). Pomoću Fisher egzaktnog testa nije pronađena značajna razlika između skupina i podjele ispitanika prema spolu ( $p=0,240$ ).



Slika 6. Prikaz podjele ispitanika prema spolu (n)

#### 4.2. Podjela ispitanika prema dobi

Prosječna dob ispitanika iznosila je  $61,94 \pm 9,95$  godina, a medijan 62,00 godina. Najmlađi ispitanik u vremenu testiranja imao je 28 godina, a najstariji 76 godina. Eksperimentalna skupina je imala manji medijan (60,50 godina) u usporedbi s kontrolnom skupinom (63,00 godina). Statističkom analizom pomoću Mann-Whitney U testa nije pronađena značajna razlika u dobi ispitanika između skupina  $U=128,00$ ,  $z=0,53$ ,  $p=0,593$  (Tablica 3.).

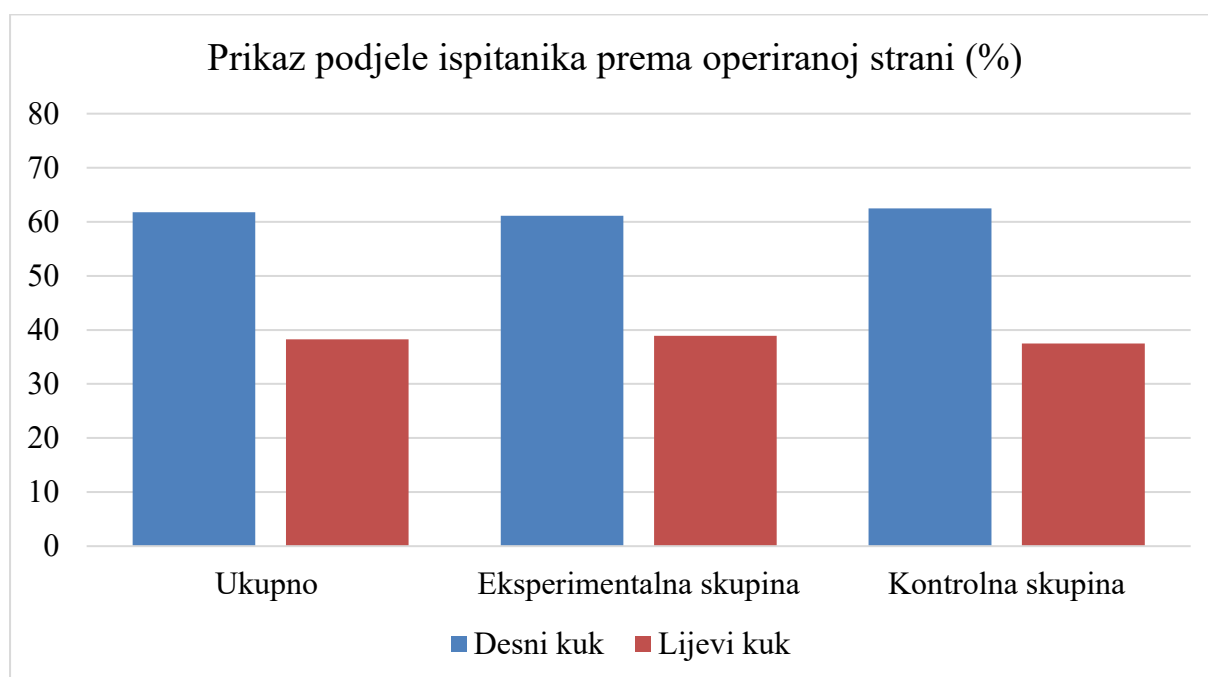
Tablica 3. Rezultati analize razlike u dobi ispitanika Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz dobi prema pripadajućim skupinama

	Aritmetička sredina $\pm$ Std.Dev	Medijan	Mod	Raspon (min-max)	p*
Ukupno	$61,94 \pm 9,95$	62,00	72,00	28,00-76,00	
Eksperimentalna skupina	$60,56 \pm 11,91$	60,50	Višestruk	28,00-73,00	0,593
Kontrolna skupina	$63,50 \pm 7,21$	63,00	Višestruk	53,00-76,00	

\*Mann-Whitney U Test

#### 4.3. Podjela ispitanika prema operiranoj strani tijela

Dobiveni podaci ukazuju da je sveukupno i pojedinačno po skupinama više ispitanika operiralo desni kuk, nego lijevi. 61,76% (n=21) ispitanika je operiralo desni kuk dok je lijevi kuk operiralo 38,23% (n=13). U ES desni kuk je operiralo 61,11% (n=11), a lijevi kuk 38,88% (n=7) ispitanika dok je u KS desni kuk operiralo 62,50% (n=10) ispitanika, a lijevi 37,5% (n=6) ispitanika (Slika 7.). Pomoću Fisher egzaktnog testa nije utvrđena razlika između skupina i frekvencija provedenih operacija desnog i lijevog kuka ( $p=0,607$ ).



Slika 7. Prikaz podjele ispitanika prema operiranoj strani (%)

#### 4.4. Prikaz vremenskog intervala od operacije do dolaska na rehabilitaciju

Ispitanici su u prosjeku dolazili na rehabilitaciju  $19,38 \pm 15,19$  dana nakon što je prošlo 3 mjeseca od artroplastike zgloba kuka. Najmanje se čekalo 2 dana, a najviše 60 dana, nakon što je prošlo 3 mjeseca od navedene operacije. ES je nešto kasnije dolazila na red za rehabilitaciju (medijan=19,50 dana) u usporedbi s KS (medijan=14,50 dana). Statističkom analizom pomoću Mann-Whitney U testa nije pronađena značajna razlika između skupina i vremena provedenog čekajući na terapiju  $U=124,50$ ,  $z=-0,66$ ,  $p=0,512$  (Tablica 4.).

Tablica 4. Rezultati analize vremenskog intervala od operacije do dolaska na rehabilitaciju Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz vremenskog perioda u kojem su ispitanici primljeni na rehabilitaciju prema pripadajućim skupinama

	Aritmetička sredina $\pm$ Std.Dev	Medijan	Mod	Raspon (min-max)	p*
Ukupno	$19,38 \pm 15,19$	16,50	5,00	2,00-60,00	
Eksperimentalna skupina	$21,44 \pm 16,59$	19,50	5,00	3,00-60,00	0,512
Kontrolna skupina	$17,06 \pm 13,60$	14,50	Višestruk	2,00-52,00	

\*Mann-Whitney U Test

#### 4.5. *Rezultati istraživanja o jakosti abduktora zgloba kuka*

Rezultati dobiveni istraživanjem ukazuju kako ne postoji statistički značajna razlika u jakosti abduktorne muskulature između eksperimentalne i kontrolne skupine.

Mann-Whitney U Testom provjereno je postoje li razlike u rezultatima ES i KS prije i nakon rehabilitacije pri čemu nije pronađena značajna razlika u rezultatima prije rehabilitacije ( $U=129,50$ ,  $z=0,48$ ,  $p=0,629$ ) niti poslije provedene rehabilitacije ( $U=126,50$ ,  $z=-0,59$ ,  $p=0,558$ ) između navedenih skupina (Tablica 5.).

Promatrajući ukupne rezultate (obje skupine zajedno), medijan jakosti abduktora prije rehabilitacije iznosio je 23,00 Nm, a nakon 35,00 Nm. Eksperimentalna skupina imala je medijan rezultata koji je prije rehabilitacije iznosio 23,00 Nm, a nakon 34,50 Nm. Kontrolna skupina imala je medijan koji je iznosio 25,00 Nm prije rehabilitacije i 35,00 Nm nakon rehabilitacije (Tablica 5.).

Tablica 5. Rezultati analize jakosti abduktora prije i poslije rehabilitacije Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz jakosti abduktora prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama

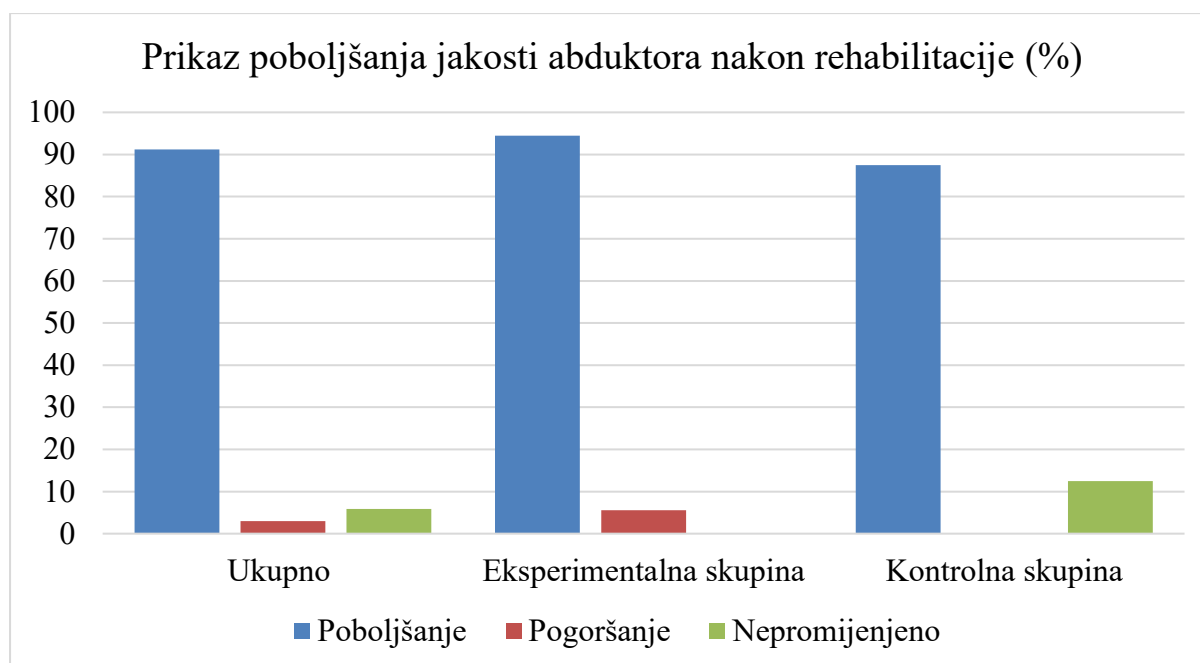
Jakost abduktora (Nm)	Aritmetička sredina ± Std.Dev	Medijan	Mod	Raspon (min-max)	p*
<b>Prije</b>					
Eksperimentalna	24,39 ± 16,89	23,00	Višestruk	3,00-71,00	0,629
Kontrolna	26,19 ± 16,52	25,00	Višestruk	5,00-58,00	
<b>Poslije</b>					
Eksperimentalna	36,50 ± 17,80	34,50	34,00	9,00-68,00	0,558
Kontrolna	32,19 ± 19,23	35,00	Višestruk	5,00-68,00	
<b>Razlika</b>					
Eksperimentalna	12,11 ± 9,96	10,00	Višestruk	-3,00-35,00	0,031
Kontrolna	6,00 ± 4,86	5,50	7,00	0,00-18,00	

\*Mann-Whitney U Test

#### 4.5.1. Poboljšanje jakosti abduktora nakon rehabilitacije

Rezultati ukazuju da je sveukupno 91,18% (n=31) ispitanika doživjelo poboljšanje nakon provedene rehabilitacije. Pogoršanje je doživjelo 2,94% (n=1) ispitanika, a iste rezultate postiglo je 5,88% (n=2). U ES nešto je veći postotak onih koji su doživjeli poboljšanje (94,44%), odnosno svi osim jednog ispitanika koji je doživio pogoršanje, u usporedbi s KS čiji su ispitanici poboljšanje doživjeli u manjem postotku (87,50%) (Slika 8.).

Pomoću Pearsonovog Hi-kvadrat testa nije pronađena značajna razlika u ishodu rehabilitacije u ovisnosti o pripadajućoj skupini  $X^2(2, 34)=3,18, p=0,204$ .



Slika 8. Prikaz poboljšanja jakosti abduktora nakon rehabilitacije (%)



#### 4.6. Rezultati istraživanja o opsegu pokreta zgloba kuka

##### 4.6.1. Fleksija sa savijenim koljenom

Rezultati dobiveni istraživanjem ukazuju kako nema razlike u opsegu pokreta fleksije sa savijenim koljenom nakon provedene rehabilitacije između skupina.

Mann-Whitney U Testom provjereno je postoje li razlike u rezultatima ES i KS prije i nakon rehabilitacije pri čemu nije pronađena značajna razlika u rezultatima prije rehabilitacije ( $U=141,50$ ,  $z=0,07$ ,  $p=0,945$ ) niti poslije provedene rehabilitacije ( $U=132,50$ ,  $z=-0,38$ ,  $p=0,704$ ) između navedenih skupina (Tablica 6.).

Kada promatramo obje skupine zajedno vidimo da je došlo do povećanja opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom uzevši u obzir mjere prije rehabilitacije (medijan= $90,00^\circ$ ) i poslije (medijan= $97,50^\circ$ ). Pojedinačno po skupinama, u ES medijan prije rehabilitacije iznosio je  $90,00^\circ$ , a poslije  $100,00^\circ$ . KS imala je medijan koji je iznosio  $90,00^\circ$  prije rehabilitacije i  $95,00^\circ$  nakon rehabilitacije (Tablica 6.).

Usporedbom medijana razlike opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom prije i nakon rehabilitacije, između eksperimentalne (medijan= $10,00^\circ$ ) i kontrolne skupine (medijan= $10,00^\circ$ ) nije utvrđeno postojanje značajne razlike među skupinama, što je potvrđeno pomoću Mann-Whitney U testa ( $U=112,50$ ,  $z=-1,07$ ,  $p=0,285$ ) (Tablica 6.).

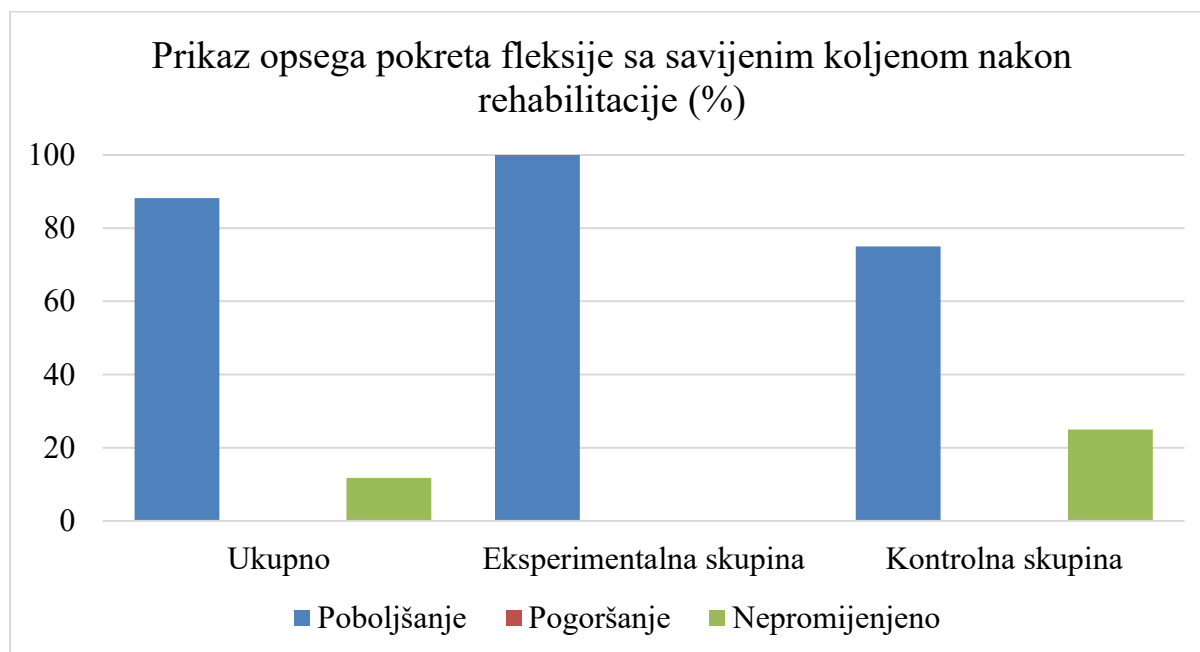
Tablica 6. Rezultati analize opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama

Fleksija sa savijenim koljenom (°)	Aritmetička sredina ± Std.Dev	Medijan	Mod	Raspon (min-max)	p*
<b>Prije</b>					
Eksperimentalna	87,22 ± 14,27	90,00	Višestruk	60,00-110,00	0,945
Kontrolna	87,81 ± 13,90	90,00	100,00	65,00-110,00	
<b>Poslije</b>					
Eksperimentalna	99,17 ± 12,04	100,00	90,00	80,00-120,00	0,704
Kontrolna	97,19 ± 11,40	95,00	95,00	80,00-115,00	
<b>Razlika</b>					
Eksperimentalna	11,94 ± 5,46	10,00	10,00	5,00-25,00	0,285
Kontrolna	9,38 ± 8,14	10,00	15,00	0,00-30,00	

\*Mann-Whitney U Test

#### 4.6.2. Povećanje opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom nakon rehabilitacije

Povećanje opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom prisutno je kod sveukupno 88,24% (n=30) ispitanika, a nepromijenjeno stanje imalo je 11,76% (n=4). Eksperimentalna skupina ispitanika doživjela je poboljšanje, odnosno povećanje opsega pokreta u 100% (n=18) slučajeva, dok je isto doživjelo 75,00% (n=12) ispitanika kontrolne skupine (Slika 9.).



Slika 9. Prikaz opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom nakon rehabilitacije (%)

#### 4.6.3. *Abdukcija u zglobu kuka*

Rezultati dobiveni istraživanjem ukazuju kako je došlo do statistički značajne razlike u povećanja opsega pokreta abdukcije nakon provedene rehabilitacije između skupina.

Mann-Whitney U Testom provjereno je postoje li razlike u rezultatima eksperimentalne i kontrolne skupine prije i nakon rehabilitacije pri čemu nije pronađena značajna razlika u rezultatima prije rehabilitacije ( $U=103,00$ ,  $z=-1,40$ ,  $p=0,162$ ), ali je pronađena značajna razlika između skupina nakon provedene rehabilitacije ( $U=85,00$ ,  $z=-2,02$ ,  $p=0,044$ ) (Tablica 7.).

Sveukupni rezultati ukazuju da je došlo do povećanja opsega pokreta abdukcije uzevši u obzir mjere prije rehabilitacije (medijan= $20,00^\circ$ ) i poslije rehabilitacije (medijan= $27,50^\circ$ ) (Tablica 7.).

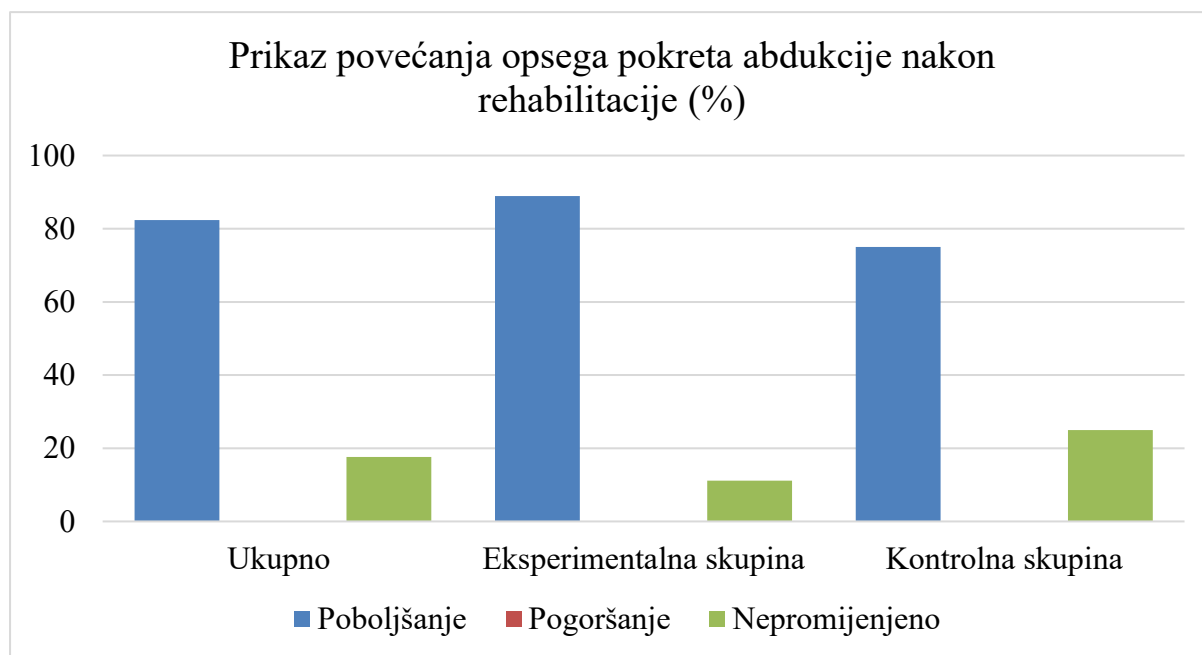
Tablica 7. Rezultati analize opsega pokreta abdukcije Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz opsega pokreta abdukcije prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika

Abdukcija (°)	Aritmetička sredina ± Std.Dev	Medijan	Mod	Raspon (min-max)	p*
<b>Prije</b>					
Eksperimentalna	23,06 ± 8,25	22,50	30,00	10,00-40,00	0,162
Kontrolna	18,75 ± 8,47	17,50	15,00	5,00-35,00	
<b>Poslije</b>					
Eksperimentalna	31,94 ± 9,10	32,50	40,00	15,00-45,00	0,044
Kontrolna	25,00 ± 8,37	25,00	25,00	10,00-40,00	
<b>Razlika</b>					
Eksperimentalna	8,89 ± 6,31	10,00	10,00	0,00-25,00	0,190
Kontrolna	6,25 ± 5,63	5,00	5,00	0,00-20,00	

\*Mann-Whitney U Test

#### 4.6.4. Povećanje opsega pokreta abdukcije nakon rehabilitacije

Povećanje opsega pokreta abdukcije prisutno je kod sveukupno 82,35% (n=28) ispitanika, a nepromijenjeno stanje imalo je 17,65% (n=6). Eksperimentalna skupina ispitanika doživjela je poboljšanje, odnosno povećanje opsega pokreta u 88,89% (n=16) slučajeva, dok je isto doživjelo 75,00% (n=12) ispitanika kontrolne skupine (Slika 10.).



Slika 10. Prikaz povećanja opsega pokreta abdukcije nakon rehabilitacije (%)

#### 4.7. *Rezultati NPRS-a*

Rezultati dobiveni istraživanjem nisu dokazali postojanje razlike u razini boli nakon provedene rehabilitacije između skupina.

Mann-Whitney U Testom provjereno je postoje li razlike u rezultatima eksperimentalne i kontrolne skupine prije i nakon rehabilitacije pri čemu nije pronađena značajna razlika u rezultatima prije rehabilitacije  $U=124,00$ ,  $z=0,67$ ,  $p=0,501$ , niti nakon provedene rehabilitacije  $U=118,50$ ,  $z=0,86$ ,  $p=0,388$  između navedenih skupina (Tablica 8.).

Usporedbom medijana razlike NPRS skale prije i nakon rehabilitacije, između ES (medijan=0,00) i KS (medijan=0,00) nije utvrđeno postojanje značajne razlike među skupinama, što je potvrđeno pomoću Mann-Whitney U Testa,  $U=131,00$ ,  $z=-0,43$ ,  $p=0,666$  (Tablica 8.).

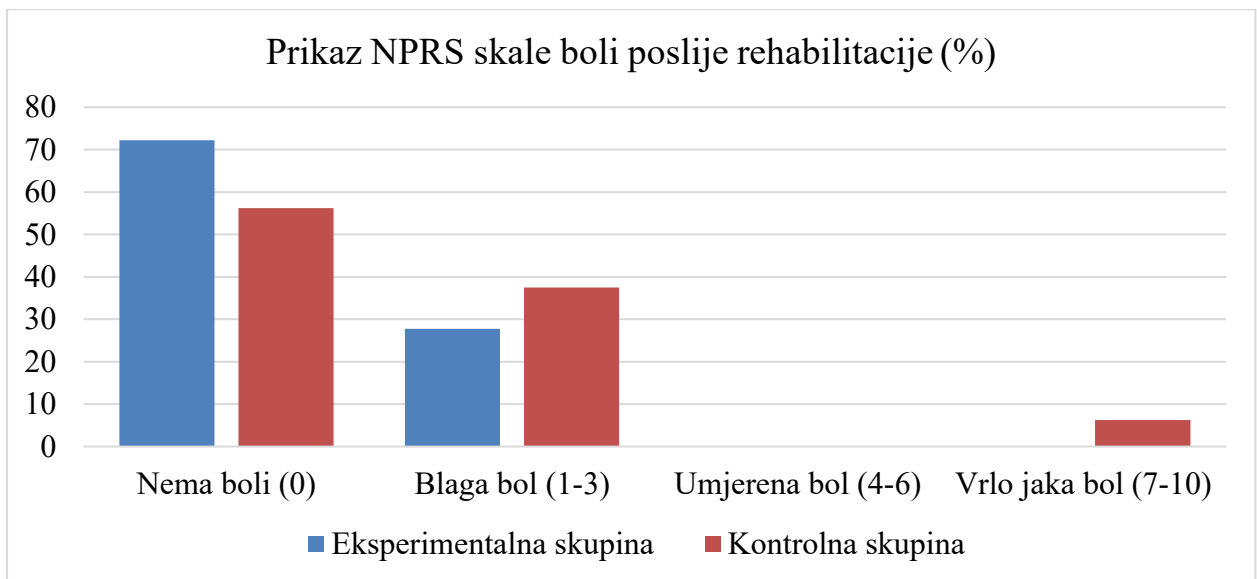
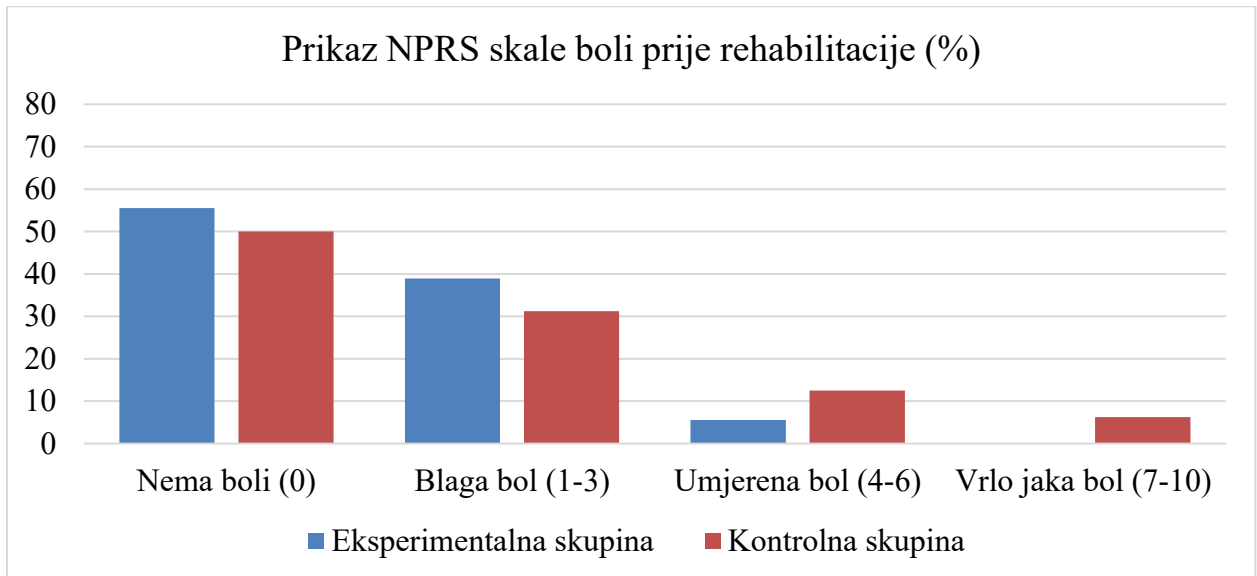
Tablica 8. Rezultati analize NPRS ocjene boli Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz NPRS ocjene boli prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika

NPRS	Aritmetička		Mod	Raspon (min-max)	p*
	sredina ± Std.Dev	Medijan			
<b>Prije</b>					
Eksperimentalna	0,94 ± 1,43	0,00	0,00	0,00-5,00	0,501
Kontrolna	1,63 ± 2,16	0,50	0,00	0,00-7,00	
<b>Poslije</b>					
Eksperimentalna	0,33 ± 0,59	0,00	0,00	0,00-2,00	0,388
Kontrolna	0,94 ± 1,81	0,00	0,00	0,00-7,00	
<b>Razlika</b>					
Eksperimentalna	-0,61 ± 1,20	0,00	0,00	-4,00-0,00	0,666
Kontrolna	-0,69 ± 1,08	0,00	0,00	-3,00-1,00	

\*Mann-Whitney U Test



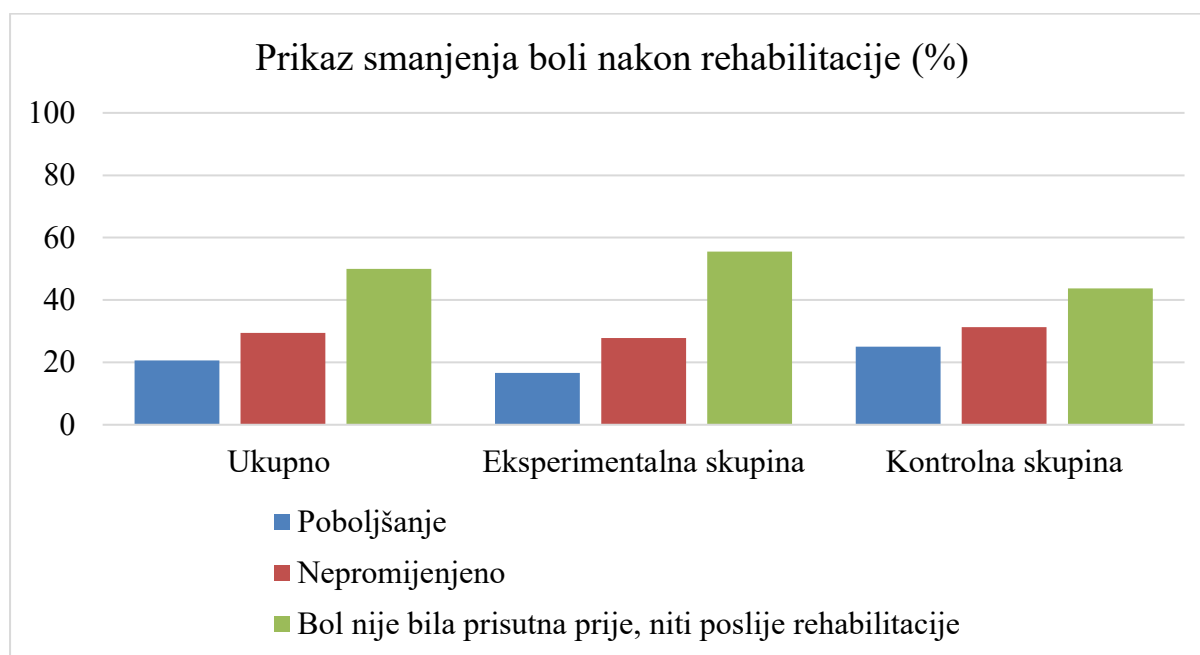
Prije provedene rehabilitacije ukupno 55,56% (n=10) ispitanika koji pripadaju eksperimentalnoj skupini te 50,00% (n=8) ispitanika kontrolne skupine navodi kako nemaju boli (VAS=0). Nakon rehabilitacije odsustvo boli prijavljuje 72,22% (n=13) ispitanika ES i 56,25% (n=9) ispitanika KS (Slika 11. i 12.).



Slika 11. i Slika 12. Prikaz NPRS skale boli prije i poslije rehabilitacije (%)

#### 4.7.1. Prikaz smanjenja boli nakon rehabilitacije

Nakon provedene rehabilitacije, sveukupno, ispitanici u 20,59% (n=7) slučajeva navode poboljšanje, odnosno smanjenje boli. U ES poboljšanje je prisutno kod 16,67% (n=3) ispitanika, a u KS kod 25,00% (n=4). Razlog tako malim postotkom ispitanika kojima se bol smanjila mogao bi biti u tome što, sveukupno polovica ispitanika nije osjećala bol prije, a niti poslije rehabilitacije. Točnije, bol prije niti poslije rehabilitacije nije osjećalo 55,56% (n=10) ispitanika ES te 43,75% (n=7) KS. Povećanje boli, odnosno pogoršanje nije bilo prisutno niti kod jednog ispitanika. Nepromijenjeno stanje boli imalo je sveukupno 29,41% (n=10) ispitanika, odnosno 27,78% (n=5) ispitanika eksperimentalne skupine i 31,25% (n=5) ispitanika kontrolne skupine (Slika 13.).



Slika 13. Prikaz smanjenja boli nakon rehabilitacije (%)

#### 4.8. Rezultati istraživanja o funkcionalnoj mobilnosti ispitanika

##### 4.8.1. TUG test

Podaci dobiveni istraživanjem ukazuju kako ne postoji statistički značajna razlika u funkcionalnoj mobilnosti testirana TUG testom između skupina nakon provedene rehabilitacije.

Mann-Whitney U Testom provjereno je postoje li razlike u rezultatima ES i KS prije i nakon rehabilitacije pri čemu nije pronađena značajna razlika u rezultatima prije rehabilitacije  $U=115,00$ ,  $z=0,98$ ,  $p=0,325$ , niti nakon provedene rehabilitacije  $U=87,00$ ,  $z=1,95$ ,  $p=0,051$  između navedenih skupina (Tablica 9.).

Sveukupni rezultati ukazuju da je medijan prije rehabilitacije iznosio 7,79 s, a nakon 5,86 s. Eksperimentalna skupina imala je medijan 7,65 s prije rehabilitacije i 5,35 s poslije rehabilitacije. Kontrolna skupina imala je medijan koji je iznosio 9,72 s prije rehabilitacije i 6,50 s nakon rehabilitacije (Tablica 9.).

Usporedbom medijana razlike TUG testa prije i nakon rehabilitacije, između ES (medijan= -2,15 s) i KS (medijan= -1,86 s) nije utvrđeno postojanje značajne razlike među skupinama, što je potvrđeno pomoću Mann-Whitney U Testa,  $U=122,50$ ,  $z=0,72$ ,  $p=0,469$  (Tablica 9.).

Svi ispitanici su doživjeli poboljšanje, odnosno, bilo im je potrebno manje vremena za izvršavanje zadanog testa nakon provedene rehabilitacije.

Rizik od pada (rezultat veći od 13,5 s) prije rehabilitacije imalo je troje ispitanika eksperimentalne skupini, a poslije rehabilitacije niti jedan ispitanik.

Tablica 9. Rezultati analize TUG testa Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz TUG testa prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika

TUG	Aritmetička sredina ± Std.Dev	Medijan	Mod	Raspon (min-max)	p*
<b>Prije</b>					
Eksperimentalna	8,88 ± 4,18	7,65	Višestruk	3,69-18,05	0,325
Kontrolna	8,85 ± 2,39	9,72	Višestruk	3,97-12,34	
<b>Poslije</b>					
Eksperimentalna	5,55 ± 1,26	5,35	Višestruk	3,29-7,76	0,051
Kontrolna	6,73 ± 1,96	6,50	5,30	3,42-9,85	
<b>Razlika</b>					
Eksperimentalna	-3,32 ± 3,38	-2,15	Višestruk	-11,09 - -0,40	0,469
Kontrolna	-2,12 ± 1,25	-1,86	-0,99	-4,66 - -0,55	

\*Mann-Whitney U Test

#### 4.8.2. 40mFPWT

Podaci dobiveni istraživanjem ukazuju kako ne postoji statistički značajna razlika u funkcionalnoj mobilnosti testirana 40mFPWT između skupina nakon provedene rehabilitacije.

Mann-Whitney U Testom provjereno je postoje li razlike u rezultatima eksperimentalne i kontrolne skupine prije i nakon rehabilitacije pri čemu nije pronađena značajna razlika u rezultatima prije rehabilitacije  $U=102,00$ ,  $z=1,43$ ,  $p=0,152$ , niti nakon provedene rehabilitacije  $U=99,00$ ,  $z=1,54$ ,  $p=0,125$  između navedenih skupina (Tablica 10.).

Sveukupni rezultati ukazuju da je medijan prije rehabilitacije iznosio 0,78 s/m, a nakon 0,66 s/m. Eksperimentalna skupina imala je medijan 0,76 s/m prije rehabilitacije i 0,64 s/m poslije. Kontrolna skupina imala je medijan koji je iznosio 0,84 s/m prije rehabilitacije i 0,68 s/m nakon (Tablica 10.).

Usporedbom medijana razlike 40mFPWT testa prije i nakon rehabilitacije, između ES (medijan= -0,13 s/m) i KS (medijan= -0,14 s/m) nije utvrđeno postojanje značajne razlike među skupinama, što je potvrđeno pomoću Mann-Whitney U Testa,  $U=139,00$ ,  $z=-0,16$ ,  $p=0,877$  (Tablica 10.).

Svi ispitanici su doživjeli poboljšanje, odnosno, bilo im je potrebno manje vremena za izvršavanje zadanog testa nakon provedene rehabilitacije.

Tablica 10. Rezultatai analize 40mFPWT Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz 40mFPWT testa prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika

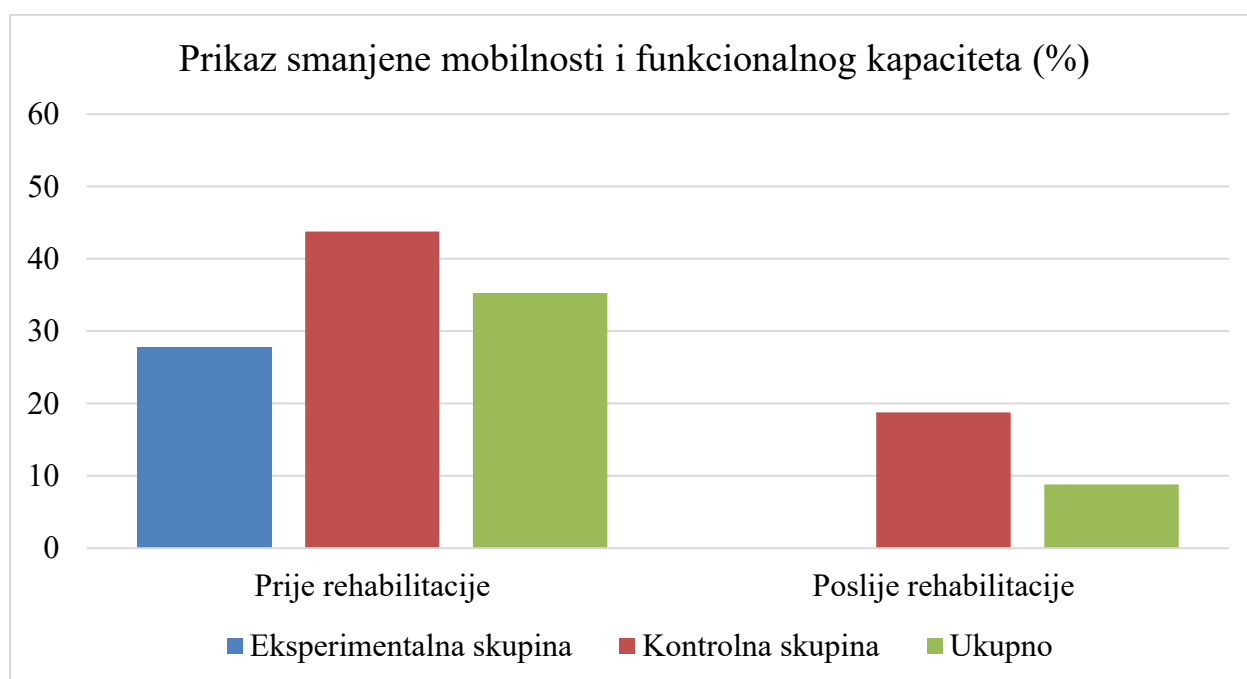
40mFPWT (s/m)	Aritmetička sredina ± Std.Dev	Medijan	Mod	Raspon (min-max)	p*
<b>Prije</b>					
Eksperimentalna	0,79 ± 0,20	0,76	Višestruk	0,55-1,33	0,152
Kontrolna	0,88 ± 0,23	0,84	Višestruk	0,56-1,38	
<b>Poslije</b>					
Eksperimentalna	0,62 ± 0,11	0,64	Višestruk	0,46-0,77	0,125
Kontrolna	0,73 ± 0,20	0,68	Višestruk	0,47-1,17	
<b>Razlika</b>					
Eksperimentalna	-0,17 ± 0,12	-0,13	Višestruk	-0,56 - -0,06	0,877
Kontrolna	-0,16 ± 0,09	-0,14	Višestruk	-0,34 - -0,03	

\*Mann-Whitney U Test

#### 4.8.3. Prikaz procjene mobilnosti i funkcionalnog kapaciteta

Gledajući obje skupine zajedno, prije provedene rehabilitacije, 35,29% (n=12) ispitanika ostvarilo je rezultat veći od 0,90 s/m što ukazuje na smanjene mobilnosti i funkcionalnog kapaciteta ispitanika. Navedeni postotak se znatno smanjuje nakon provedene rehabilitacije i tada iznosi 8,82% (n=3). Što se pokazalo kao značajna razlika prema McNemar Hi-kvadrat testu  $X^2(1, 34)=12,90, p<0,001$ .

Među ispitanicima ES prije provedene rehabilitacije bilo je 27,78% (n=5) ispitanika sa smanjenom mobilnosti i funkcionalnim kapacitetom, nakon provedene rehabilitacije niti jedan ispitanik nije ostvario rezultat veći od 0,90 s/m. Ispitanici KS imali su 43,75% (n=7) ispitanika sa smanjenom mobilnosti i funkcionalnim kapacitetom, a nakon rehabilitacije, njih, 18,75% (n=3) (Slika 14.). Iako su razlike u frekvencijama prisutne nije pronađena statistički značajna razlika pomoću Fisher egzaktnog testa između skupina  $p=0,330$ .



Slika 14. Prikaz smanjene mobilnosti i funkcionalnog kapaciteta (%)

## 5. RASPRAVA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je ispitati učinak dodatnoga vježbanja na antigravitacijskoj traci na jakost miškulature, opseg pokreta, bol i funkcionalnu mobilnost pacijenata tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka uz klasični rehabilitacijski protokol.

Rezultati istraživanja ukazuju da nema razlike između skupina ni u jednoj testiranoj varijabli osim u opsegu pokreta abdukcije gdje se vidi razlika između skupina u korist eksperimentalne skupine.

S obzirom na podjelu ispitanika prema spolu u istraživanju je sudjelovalo 52,94% ispitanika ženskog spola što potvrđuje znanstvena literatura ističući kako onesposobljenost uzrokovana mišićno-koštanim oboljenjima češće zahvaća ženski spol, u čak 65% slučajeva naspram muškaraca. Nadalje, ističu kako žene češće boluju od osteoartritisisa kao jednog od vodećih indikacija za ugradnju artroplastike zgloba kuka (48).

Prosječna dob ispitanika unutar istraživanja iznosila je  $61,94 \pm 9,95$  godina. Prema istraživanju Kremers i sur. prosječna dob za ugradnju artroplastike zgloba kuka kreće se u rasponu od 60 – 80 godine života, a broj ugradnji umjetnog zgloba proporcionalno raste s obzirom na godine života (49).

Podaci podjele ispitanika prema operiranoj strani tijela govore u prilog većem broju operiranih desnih kukova (61,76%) naspram lijevih.

Nije pronađena razlika između skupina s obzirom na vremenski interval čekanja od operacije do dolaska na rehabilitaciju. Ispitanici su u prosjeku dolazili na rehabilitaciju  $19,38 \pm 15,19$  dana nakon što je prošlo 3 mjeseca od artroplastike zgloba kuka. S obzirom da nije pronađena razlika u čekanju na rehabilitaciju između skupina smatramo da su obje skupine imale jednake uvijete za provedbu istraživanja.

Prva hipoteza ovog istraživanja glasi: „*Ne postoji značajna razlika u jakosti abduktorne miškulature na početku i na kraju rehabilitacije tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka kod ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju naspram ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci*“. Rezultati istraživanja potvrđuju prvu hipotezu budući da nije pronađena statistički značajna razlika u jakosti abduktorne miškulature između eksperimentalne i kontrolne skupine nakon rehabilitacije testirana Mann-Whitney U testom ( $p = 0,558$ ). Pretraživajući literaturu nismo pronašli istraživanja koja su ispitivala učinke antigravitacijske trake na jakost abduktorne miškulature nakon TEP-a zgloba kuka, dok su dobrobiti konvencionalne rehabilitacije dobro potvrđene.



Rezultate dobivene istraživanjem potvrđuju Unlu i sur. koji dokazuju kako je klasična fizikalna terapija pod nadzorom fizioterapeuta učinkovita za povratak jakosti abduktorne muskulature nakon ugradnje totalne artroplastike zgloba kuka (50). S navedenim istraživanjem slažu se Trudelle i suradnici te ističu kako na povratak jakosti abduktora 4 mjeseca nakon ugradnje TEP-a, statistički značajnije utječu vježbe snage i posturalne stabilnosti (poboljšanje jakosti abduktora 41,2%, ekstenzora 47,8%) naspram izometričkih vježbi i vježbi fleksibilnosti (51).

Učinak i dobrobit konvencionalne rehabilitacije na mišićnu jakost, izdržljivost i fleksibilnost primjenom treninga snage, hoda, fleksibilnosti i balansa tri i pet mjeseci te jednu godinu nakon ugradnje endoproteze zgloba kuka potvrdili su Heiberg i suradnici (52).

Nankaku i sur. dokazali su statistički značajno poboljšanje mišićne jakosti za skupinu koja je provodila izolirane vježbe za abduktornu muskulaturu te vanjske rotatore u kombinaciji s izometričkim vježbama, naspram grupe koja je provodila samo izometričke vježbe. Iako je i rezultat u kontrolnoj skupini prikazao poboljšanje ono nije statistički značajno (53).

Rezultati istraživanja nisu dokazali značajan učinak antigravitacijske trake na jakost abduktorne muskulature što potvrđuje spoznaja da vježbanje unutar AT predstavlja vježbanje s rasterećenjem, a rasterećenje ne pogoduje mišićnoj jakosti budući da muskulatura najbolje povećava svoju jakost ukoliko na njoj primijenimo vježbe s opterećenjem (54). Na taj način vršimo opterećenje iznad zadane točke tkiva koji potiče stimulans putem mehanotransdukcije tako da se tijelo prilagođava povećanjem sinteze proteina i dodavanjem tkiva tamo gdje je to moguće (55).

Iako naše istraživanje nije, dostupna znanstvena istraživanja ipak potvrđuju pozitivan učinak AT na jakost muskulature donjih ekstremiteta, kao ono Kim i sur. provedenog na 34 ispitanika nakon femoralne frakture nasumično podijeljenih u dvije skupine, eksperimentalnu i kontrolnu. Eksperimentalna skupina provodila je trening pravocrnog hoda od 20 minuta unutar AT trake, dok je kontrolna skupina provodila klasične vježbe na suhom prema unaprijed dogovorenom rehabilitacijskom protokolu. Rezultati dobiveni istraživanjem dokazuju statistički značajno poboljšanje jakosti ekstenzora zgloba kuka jedino pri kutnoj brzini od 60° na izokinetičkom aparatu, dok su jakost fleksora kuka i izdržljivost obje mišićne skupine doživjele poboljšanje ali ono nije bilo statistički značajno kao ni jakost abduktora pri 180° kutne brzine na izokinetičkom aparatu (56).

Dobrobiti AT na jakost muskulature istražena je i kod muskulature zgloba koljena pri čemu su se uspoređivale vrijednosti prije i nakon ugradnje umjetnog zgloba kuka. Dokazano

je da su ispitanici koji su provodili trening unutar AT doživjeli statistički značajno manje smanjenje mišićne jakosti koljena naspram konvencionalne skupine 2 tjedna nakon zahvata, čime možemo reći da AT traka pozitivno utječe na održavanje mišićne jakosti (12).

Pozitivni učinci na jakost mišićne mase donjih ekstremiteta dokazani su kod ispitanika nakon frakture gležnja i tibijalnog platoa (57), kod djece oboljele od cerebralne paralize (26) te kod osoba s osteoartritisom koljena (58).

Druga hipoteza ovoga istraživanja je „Opseg pokreta zgloba kuka bit će veći kod ispitanika koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci naspram ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka“. Nakon statističke obrade podataka dobiveni su rezultati kojima djelomično potvrđujemo postavljenu hipotezu. Naime, u obradu smo uključili mjerenje pokreta fleksije sa savijenim koljenom te pokret aktivne abdukcije. Nakon provedene rehabilitacije došlo je do značajnog povećanja opsega pokreta abdukcije u korist eksperimentalne skupine ( $p = 0,044$ ), dok rezultatima opsega pokreta fleksije zgloba kuka nismo dokazali statističku značajnost između skupina ( $p = 0,704$ ).

Nema dostupnih istraživanja koja specifično potvrđuju učinak antigravitacijske trake na pokret fleksije sa savijenim koljenom ili abdukcije u zglobu kuka, no dostupna su istraživanja o pozitivnom učinku trake na opseg pokreta drugih dijelova lokomotornog sustava poput stopala kod frakture gležnja, koljenog zgloba kod frakture platoa tibije ( $p < 0,05$ ) (57), osteoartritis koljena (59), parcijalne ugradnje endoproteze koljena (60) te zgloba koljena i stopala nakon trkačkih ozljeda (24).

„Ispitanici koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci imat će manju razinu boli naspram ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka“ treća je hipoteza ovog istraživanja. Podaci su se obradili s obzirom na minimalnu kliničku značajnost smanjenja boli koja iznosi 2 ocjene niže (30%) od početne navedene vrijednosti za NPRS (61). Statističkom obradom podataka nije utvrđeno postojanje značajne razlike između skupina ( $p = 0,388$ ). Stoga se postavljena hipoteza odbacuje.

Naime, samo 7 od ukupnog broja ispitanika, troje iz eksperimentalne skupine i četvero ispitanika kontrolne skupine, navodi smanjenje boli što iznosi 20,59% poboljšanja od početnih vrijednosti, dok bol prije, niti nakon istraživanja ne prijavljuje 50% od ukupnog

broja ispitanika. Možemo zaključiti kako ispitanici unutar ovog istraživanja imaju većinsko odsustvo boli 3 mjeseca nakon ugradnje artroplastike zgloba kuka.

S našim rezultatima ne slažu se rezultati dostupne literature. Statistički značajno smanjenje boli kod 31 pacijenta sa osteoartritisom koljena nakon primjene AT kroz vremenski period od 12 tjedana dokazuju Peeler i sur. (58), kao i Liang i sur. na prikazu slučaja s osteoartritisom koljenog zgloba pri primjeni AT 6 puta tjedno, po 30 minuta u vremenskom periodu od dva tjedna (59). S navedenim slaže se i istraživanje provedeno na 50 ispitanika sa parcijalnom ili totalnom ugradnjom zgloba koljena u vremenskom periodu od 4 tjedna nakon zahvata (34).

S obzirom na dostupnu literaturu o pozitivnom učinku AT trake na smanjenje boli kod ortopedskih oboljenja koljena, smatramo da je potrebno provesti istraživanja nakon ugradnje artroplastike zgloba kuka na većem broju ispitanika te u ranijoj fazi rehabilitacije dok je bol prisutnija kako bi se postavljena hipoteza mogla potkrijepiti medicinskim dokazima.

Zadnja hipoteza našeg istraživanja glasila je: *„Ispitanici koji su provodili klasičnu rehabilitaciju uz dodatak vježbi na antigravitacijskoj traci imat će višu funkcionalnu mobilnost naspram ispitanika koji su provodili samo klasičnu rehabilitaciju tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka.“*. Podaci dobiveni statističkom obradom ukazuju kako ne postoji statistički značajna razlika u funkcionalnoj mobilnosti testirana TUG testom i 40mFPWT između skupina nakon provedene rehabilitacije. Stoga se postavljena hipoteza odbacuje.

S našim rezultatima slažu se rezultati dobiveni istraživanjem Mikami i sur. koji su istražili učinak AT 2 tjedna prije i 2 tjedna nakon ugradnje artroplastike zgloba kuka na 44 ispitanika podijeljenih u dvije skupine. Ispitanici su imali jednaku fizioterapijsku intervenciju, osim što je eksperimentalna skupina imala dodatak treninga hoda unutar AT. Dokazali su kako ne postoji značajna razlika između skupina, ni u početnim niti u završnim mjerenjima između skupina (12).

U prilog dobivenim rezultatima ovog istraživanja idu i istraživanja Unlu i sur. te Galea i sur. koji su dokazali kako konvencionalna terapija unutar bolnice pozitivno utječe na brzinu hoda nakon artroplastike zgloba kuka (50,62).

Istraživanje Hessea ističe kako vježbanje unutar antigravitacijske trake poboljšava brzinu hoda s obzirom na mogućnost uvida u simetrično pomicanja težine tijela sa jedne na

drugu nogu što se odražava na testove koji uključuju promjenu položaja tijela kao što je TUG test (sjedeći-stojeći-sjedeći položaj) i 10mWT (*engl. 10 minute Walk Test*) (brza reakcija kretanja nakon danog znaka) koji su se koristili u njegovom istraživanju (63). Naše je istraživanje kao prethodno navedeno za procjenu funkcionalne mobilnosti uključivalo sličnu metodologiju, TUG test (sjedeći-stojeći-sjedeći položaj) i 40mFPWT (brza reakcija kretanja nakon danog znaka) no dobiveni rezultati ne mogu se poistovjetiti sa onim Hesseovim.

Iako ovim istraživanjem nisu potvrđeni pozitivni učinci trake na funkcionalnu mobilnost, druga istraživanja ipak su ih potvrdila. Pozitivne rezultate prepisalo se vizualnoj informacijom o položaju donjih ekstremiteta i mogućnosti pravilnog pozicioniranja tokom hoda. Povratnom informacijom koju pruža AT (*engl. BFB - biofeedback*) utječe se na ravnomjernu raspodjelu težine, duljinu koraka i vremenski period oslonca na svakoj nozi, pri čemu posljedično dovodimo zdjelicu u ravnotežu te time postavljamo muskulaturu u povoljan položaj za pravilnu aktivaciju (10). S navedenim se slaže istraživanje provedeno na 115 ispitanika s artroplastikom zgloba kuka podijeljenih u 3 grupe: BFB grupa, konvencionalna terapija i zdravi ispitanici. Na ispitanicima je proveden trening hoda s ciljem ispravka stereotipnog obrasca hoda. Ispitanici prve skupine na kojima je primijenjen trening hoda uz potporu video analize postigli su bolju dinamiku hoda te statistički značajnije poboljšanje strukturalnih karakteristika hoda (duljina, raspodjela težine, vrijeme oslonca) naspram druge dvije skupine. Koneva i sur. zaključuju kako je uključivanje AT i BFB video analize sigurna i učinkovita vrsta terapije za uspostavljanje pravilnog obrasca hoda nakon totalne artroplastike zgloba kuka (64).

S dobivenim rezultatima ovog istraživanja ne slaže se ni istraživanje provedeno na 38 ispitanika podijeljenih u dvije skupine, eksperimentalnu koja je primjenjivala 20 minuta treninga hoda unutar AT trake uz konvencionalnu terapiju te kontrolu koja je primjenjivala samo konvencionalnu terapiju. Pratio se napredak funkcionalne mobilnosti između skupina kroz hod. Napredak ispitanika pratio se kroz vremenski interval od 3 tjedna, 3 mjeseca i 6 mjeseci nakon frakture kuka. Obje skupine imale su napredak, iako je eksperimentalna skupina imala značajniji napredak nakon 3 tjedna i 3 mjeseca od istraživanja, dok nakon 6 mjeseci nije bilo razlike između skupina (65).

Nekoliko istraživanja utvrdilo je pozitivne učinke AT na funkcionalnu mobilnost. Statistički značajne rezultate TUG testa i hoda na 10 metara potvrdili su Liang i sur. na prikazu slučaja pacijenta s osteoartritisom koljena (59).

Isto potvrđuju i Kurz i sur. na djeci oboljeloj od cerebralne paralize koja su hodnu prugu od 16 metara prohodala značajno brže nakon 6 tjedna primjene AT, dva puta tjedno (26).

Pozitivan učinak AT trake na duljinu hoda i dinamičku posturalnu stabilnost potvrđen je kroz deset tjedana primjene trake na ispitanicima koji boluju od mišićne distrofije (66).

## **6. ZAKLJUČAK**

Dobiveni rezultati istraživanja pokazali su kako antigravitacijska traka ima bolji učinak naspram klasičnih fizioterapeutskih vježbi na opseg pokreta abdukcije zgloba kuka nakon ugradnje totalne artroplastike zgloba kuka. Promatrajući rezultate jakosti abduktorne muskulature, razine boli, opsega pokreta fleksije i funkcionalne mobilnosti možemo zaključiti kako trening hoda unutar antigravitacijske trake nije postigao značajnije rezultate naspram konvencionalne terapije.

Kako je ovo prvo istraživanje učinka antigravitacijske trake na jakost muskulature, opseg pokreta, bol i funkcionalnu mobilnost pacijenata tri mjeseca nakon artroplastike zgloba kuka potrebna su dodatna istraživanja na većem broju ispitanika kako bi se potvrdili ili opovrgnuli rezultati ove studije.

Antigravitacijska traka je nova, moderna tehnologija koja se koristi za trening i rehabilitaciju. Ona je sigurna, lako primjenjiva i učinkovita terapija te bi se trebala uključiti u standardni protokol rehabilitacije nakon ugradnje artroplastike zgloba kuka.

## LITERATURA

1. Kolundžić R, Orlić D. Četrdeset godina ugradnje totalne endoproteze zgloba kuka u Hrvatskoj, u Klinici za ortopediju Zagreb. - ortopedska operacija 20. stoljeća. Forty years of total hip replacement in Croatia at the department of orthopaedic surgery Zagreb- orthopedic surgery of the 20 th century. *Lijec Vjesn.* 2011;343–51.
2. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet* [Internet]. 2007 Oct 27 [citirano 2022 Feb 26];370(9597):1508–19. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17964352/>
3. Medical Advisory Secretariat. Physiotherapy rehabilitation after total knee or hip replacement: an evidence based analysis. In: 8th ed. Ontario: Ontario health technology assesment series; 2005. p. 1–91.
4. Paterno M V., Archdeacon MT. Is there a standard rehabilitation protocol after femoral intramedullary nailing? *J Orthop Trauma* [Internet]. 2009 May [citirano 2023 Jun 26];23(5 Suppl). Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19390375/>
5. Sicard-Rosenbaum L, Light KE, Behrman AL. Gait, Lower Extremity Strength, and Self-Assessed Mobility After Hip Arthroplasty. *The Journals of Gerontology: Series A* [Internet]. 2002 Jan 1 [citirano 2023 May 25];57(1):M47–51. Dostupno na: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/57/1/M47/631675>
6. Inacio M, Ryan AS, Bair WN, Prettyman M, Beamer BA, Rogers MW. Gluteal muscle composition differentiates fallers from non-fallers in community dwelling older adults. *BMC Geriatr* [Internet]. 2014 Mar 25 [citirano 2023 May 22];14(1):1–8. Dostupno na: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2318-14-37>
7. Hill AM, Ross-Adjie G, McPhail SM, Monterosso L, Bulsara M, Etherton-Beer C, et al. Incidence, risk factors and the healthcare cost of falls postdischarge after elective total hip and total knee replacement surgery: protocol for a prospective observational cohort study. *BMJ Open* [Internet]. 2016 [citirano 2023 May 22];6(7). Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27412102/>
8. Ismailidis P, Kvarda P, Vach W, Appenzeller-Herzog C, Mündermann A. Abductor muscle strength deficit in patients after total hip arthroplasty for hip osteoarthritis: a

- protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* [Internet]. 2020 Jul 19 [citirano 2023 Jun 26];10(7). Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32690507/>
9. Perry J, Burnfield J. Gait Cycle. In: *Gait Analysis Normal and Pathological Function*. 2010. p. 3–18, 51–82.
  10. AlterG® Anti-Gravity Treadmill™ - Redefine What's Possible [Internet]. [citirano 2023 May 23]. Dostupno na: <https://alterg.com/>
  11. Mikami Y, Fukuhara K, Kawae T, Kimura H, Ochi M. The effect of anti-gravity treadmill training for prosthetic rehabilitation of a case with below-knee amputation. *Prosthet Orthot Int* [Internet]. 2015 Dec 1 [citirano 2023 May 23];39(6):502–6. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24821715/>
  12. Mikami Y, Orita N, Yamasaki T, Kamijo Y, Kimura H, Adachi N. The Effect of Simultaneous Antigravity Treadmill Training and Electrical Muscle Stimulation After Total Hip Arthroplasty: Short Follow-Up Time. *Ann Rehabil Med* [Internet]. 2019 [citirano 2023 May 23];43(4):474–82. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31499601/>
  13. Križan Z. *Kompendij anatomije čovjeka, III dio, Pregled građe grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke*. 3rd ed. Zagreb: Školska knjiga ; 1997. 208–258 p.
  14. Orlić D. *Život s umjetnim kukom*. Zagreb: Vlastita naklada; 1993. 11–47 p.
  15. Ruszkowski I. *Osnove primjenjene biomehanike zgloba kuka*. Vol. 27. Zagreb: Biblioteka udžbenici i priručnici medicinskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu; 1989. 20–81 p.
  16. Ruszkowski I. *Normalan i poremećen hod čovjeka*. Medicinska naklada. Jugoslavenska medicinska naklada; 1981. 59–61 p.
  17. Tudor A, Mađarević T. *Kuk*. Zagreb: Medicinska naklada; 2018.
  18. Hrvatsko ortopedsko društvo [Internet]. [citirano 2023 May 22]. Dostupno na: <http://www.ortopedija.hr/>
  19. Welcome to the Swiss Implant Registry SIRIS - SIRIS IMPLANT [Internet]. [citirano 2023 May 22]. Dostupno na: <https://www.siris-implant.ch/de/?id=51&L=1>

20. W-Dahl A, Kärrholm J, Rogmark C, Mohaddes M, Carling M, Sundberg M, et al. The Swedish Arthroplasty Register Annual report 2022. 2022;
21. Grimberg A, Lützner J, Melsheimer O, Morlock M, Steinbrück A. EPRD Annual Report 2022.
22. Tudor A, Jurković H, Mađarević T, Šestan B, Šantić V, Legović D. Razvoj minimalno invazivne endoprotetike kuka kroz povijest. *Medicina Fluminensis: Medicina Fluminensis*. 2013 Sep 2;49(3):260–70.
23. Moretti VM, Post ZP. Surgical Approaches for Total Hip Arthroplasty. *Indian J Orthop* [Internet]. 2017 Jul 1 [citirano 2023 Jul 3];51(4):368. Dostupno na: </pmc/articles/PMC5525517/>
24. Vincent HK, Madsen A, Vincent KR. Role of Antigravity Training in Rehabilitation and Return to Sport After Running Injuries. *Arthrosc Sports Med Rehabil* [Internet]. 2022 Jan 1 [citirano 2023 Jul 3];4(1):e141. Dostupno na: </pmc/articles/PMC8811491/>
25. ‘Anti-Gravity’ Treadmills Speed Rehabilitation | NASA Spinoff [Internet]. [citirano 2023 Jul 4]. Dostupno na: [https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2009/hm\\_5.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2009/hm_5.html)
26. Kurz MJ, Corr B, Stuberg W, Volkman KG, Smith N. Evaluation of lower body positive pressure supported treadmill training for children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* [Internet]. 2011 Sep [citirano 2023 Jul 3];23(3):232–9. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21829114/>
27. El-Shamy SM. Effects of Antigravity Treadmill Training on Gait, Balance, and Fall Risk in Children With Diplegic Cerebral Palsy. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2017 Nov 1 [citirano 2023 Jul 3];96(11):809–15. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28410250/>
28. Rigby BR, Davis RW, Avalos MA, Levine NA, Becker KA, Nichols DL. Acute Cardiometabolic Responses to Three Modes of Treadmill Exercise in Older Adults With Parkinson’s Disease. *Adapted physical activity quarterly : APAQ* [Internet]. 2018 Oct 1 [citirano 2023 Jul 3];35(4):424–36. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30376721/>
29. Oh K, Im N, Lee Y, Lim N, Cho T, Ryu S, et al. Effect of Antigravity Treadmill Gait Training on Gait Function and Fall Risk in Stroke Patients. *Ann Rehabil Med*



- [Internet]. 2022 [citirano 2023 Jul 3];46(3):114–21. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35793900/>
30. Willingham TB, Melbourn J, Moldavskiy M, McCully KK, Backus D. Case Report: Effect of Antigravity Treadmill Training on Muscle Oxidative Capacity, Muscle Endurance, and Walking Function in a Person with Multiple Sclerosis. *Int J MS Care* [Internet]. 2018 Jul 1 [citirano 2023 Jul 3];20(4):186–90. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30150903/>
  31. Liem BC, Truswell HJ, Harrast MA. Rehabilitation and return to running after lower limb stress fractures. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2013 May [citirano 2023 Jul 3];12(3):200–7. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23669091/>
  32. Stinner DJ, Rivera JC, Smith CS, Weiss DB, Hymes RA, Matuszewski PE, et al. Early Advanced Weight-Bearing After Periarticular Fractures: A Randomized Trial Comparing Antigravity Treadmill Therapy Versus Standard of Care. *J Orthop Trauma* [Internet]. 2022 Jan 1 [citirano 2023 Jul 3];36(Suppl 1):S8–13. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34924513/>
  33. Greig M, Mason L, Mitchell A. Tri-axial loading response to anti-gravity running highlights movement strategy compensations during knee injury rehabilitation of a professional soccer player. *Res Sports Med* [Internet]. 2023 [citirano 2023 Jul 3]; Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37221851/>
  34. Kim BR, Kim SR, Nam KW, Lee SY, Park YG, Suh MJ, et al. Effects of body weight support and gait velocity via antigravity treadmill on cardiovascular responses early after total knee arthroplasty. *Medicine* [Internet]. 2020 [citirano 2023 Jul 3];99(14). Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32243378/>
  35. Sielski L, Sutkowy P, Skopowska A, Pawlak-Osińska K, Augustyńska Z, Hewelt K, et al. The Oxidant-Antioxidant Equilibrium and Inflammatory Process Indicators after an Exercise Test on the AlterG Antigravity Treadmill in Young Amateur Female Athletes. *Oxid Med Cell Longev* [Internet]. 2018 [citirano 2023 Jul 3];2018. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29765494/>
  36. El-Shamy S, Abdelaal A. Effect of Antigravity Treadmill Training on Gait and Balance in Patients with Diabetic Polyneuropathy: A Randomized Controlled Trial.

- F1000Res [Internet]. 2022 [citirano 2023 Jul 3];11. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36606118/>
37. Davies GJ. A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation treatment. 3rd ed. Onalaska, Wisconsin: S&S Publisher in Onalaska; 1987. 1–31 p.
  38. Goniometry - Physiopedia [Internet]. [citirano 2023 Jul 5]. Dostupno na: <https://www.physio-pedia.com/Goniometry>
  39. Jensen MP, Karoly P, Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. Pain [Internet]. 1986 [citirano 2023 May 23];27(1):117–26. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3785962/>
  40. Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. J Clin Nurs [Internet]. 2005 Aug [citirano 2023 May 23];14(7):798–804. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16000093/>
  41. Browne W, Nair BKR. The Timed Up and Go test. Med J Aust [Internet]. 2019 Jan 1 [citirano 2023 May 23];210(1). Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30636313/>
  42. Zasadzka E, Borowicz AM, Roszak M, Pawlaczyk M. Assessment of the risk of falling with the use of timed up and go test in the elderly with lower extremity osteoarthritis. Clin Interv Aging [Internet]. 2015 Aug 7 [citirano 2023 May 23];10:1289–98. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26300633/>
  43. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. Phys Ther [Internet]. 2002 [citirano 2023 May 23];82(2):128–37. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11856064/>
  44. Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. BMC Geriatr [Internet]. 2014 Feb 1 [citirano 2023 May 23];14(1). Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24484314/>
  45. Dumurgier J, Elbaz A, Ducimetière P, Tavernier B, Alperovitch A, Tzourio C. Slow walking speed and cardiovascular death in well functioning older adults: prospective

- cohort study. *BMJ* [Internet]. 2009 Nov 21 [citirano 2023 May 23];339(7731):1187. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19903980/>
46. Kennedy DM, Stratford PW, Wessel J, Gollish JD, Penney D. Assessing stability and change of four performance measures: a longitudinal study evaluating outcome following total hip and knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2005 Jan 28 [citirano 2023 Jul 5];6. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15679884/>
  47. Dobson F, Hinman RS, Hall M, Marshall CJ, Sayer T, Anderson C, et al. Reliability and measurement error of the Osteoarthritis Research Society International (OARSI) recommended performance-based tests of physical function in people with hip and knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* [Internet]. 2017 Nov 1 [citirano 2023 May 23];25(11):1792–6. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28647467/>
  48. Tschon M, Contartese D, Pagani S, Borsari V, Fini M. Gender and Sex Are Key Determinants in Osteoarthritis Not Only Confounding Variables. A Systematic Review of Clinical Data. *J Clin Med* [Internet]. 2021 Jul 2 [citirano 2023 Aug 31];10(14):10. Dostupno na: </pmc/articles/PMC8303951/>
  49. Kremers HM, Larson DR, Crowson CS, Kremers WK, Washington RE, Steiner CA, et al. Prevalence of Total Hip and Knee Replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2015 Sep 9 [citirano 2023 Aug 31];97(17):1386. Dostupno na: </pmc/articles/PMC4551172/>
  50. Unlu E, Eksioglu E, Aydog E, Aydođ ST, Atay G. The effect of exercise on hip muscle strength, gait speed and cadence in patients with total hip arthroplasty: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* [Internet]. 2007 Aug [citirano 2023 Jul 23];21(8):706–11. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17846070/>
  51. Trudelle-Jackson E, Smith SS. Effects of a late-phase exercise program after total hip arthroplasty: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2004 Jul 1 [citirano 2023 Jul 23];85(7):1056–62. Dostupno na: <http://www.archives-pmr.org/article/S000399930400156X/fulltext>
  52. Heiberg KE, Bruun-Olsen V, Ekeland A, Mengshoel AM. Effect of a walking skill training program in patients who have undergone total hip arthroplasty: Followup one year after surgery. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2012 Mar;64(3):415–23.

53. Nankaku M, Ikeguchi R, Goto K, So K, Kuroda Y, Matsuda S. Hip external rotator exercise contributes to improving physical functions in the early stage after total hip arthroplasty using an anterolateral approach: a randomized controlled trial. <https://doi.org/10.3109/0963828820151129453> [Internet]. 2016 Oct 22 [citirano 2023 May 25];38(22):2178–83. Dostupno na: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/09638288.2015.1129453>
54. Carvalho L, Junior RM, Barreira J, Schoenfeld BJ, Orazem J, Barroso R. Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched loads: a systematic review and meta-analysis. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2022 [citirano 2023 May 25];47(4):357–68. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35015560/>
55. Lieber RL, Ward SR. Skeletal muscle design to meet functional demands. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* [Internet]. 2011 [citirano 2023 Jul 23];366(1570):1466–76. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21502118/>
56. Kim P, Lee H, Choi W, Jung S. Effect of 4 Weeks of Anti-Gravity Treadmill Training on Isokinetic Muscle Strength and Muscle Activity in Adults Patients with a Femoral Fracture: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Nov 2 [citirano 2023 Jul 23];17(22):1–9. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33227913/>
57. Palke L, Schneider S, Karich B, Mende M, Josten C, Böhme J, et al. Anti-gravity treadmill rehabilitation improves gait and muscle atrophy in patients with surgically treated ankle and tibial plateau fractures after one year: A randomised clinical trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 2022 Jan 1 [citirano 2023 May 26];36(1):87–98. Dostupno na: [https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/02692155211037148?rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org](https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/02692155211037148?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org)
58. Peeler J, Christian M, Cooper J, Leiter J, MacDonald P. Managing Knee Osteoarthritis: The Effects of Body Weight Supported Physical Activity on Joint Pain, Function, and Thigh Muscle Strength. *Clin J Sport Med* [Internet]. 2015 [citirano 2023 Jul 24];25(6):518–23. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25647537/>
59. Liang J, Lang S, Zheng Y, Wang Y, Chen H, Yang J, et al. The effect of anti-gravity treadmill training for knee osteoarthritis rehabilitation on joint pain, gait, and EMG:

- Case report. *Medicine* [Internet]. 2019 May 1 [citirano 2023 Jul 23];98(18). Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31045790/>
60. Huang CH, Schroeder ET, Powers C. Antigravity treadmill training during the early rehabilitation phase following unicompartmental knee arthroplasty: A case series. *Physiother Theory Pract* [Internet]. 2019 May 4 [citirano 2023 Jul 23];35(5):489–94. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29482413/>
  61. Farrar JT, Young JP, LaMoreaux L, Werth JL, Poole RM. Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain* [Internet]. 2001 [citirano 2023 Jul 24];94(2):149–58. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11690728/>
  62. Galea MP, Levinger P, Lythgo N, Cimoli C, Weller R, Tully E, et al. A targeted home- and center-based exercise program for people after total hip replacement: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2008 [citirano 2023 Jul 23];89(8):1442–7. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18586222/>
  63. Hesse S. Treadmill training with partial body weight support after stroke: A review. *NeuroRehabilitation*. 2008 Jan 1;23(1):55–65.
  64. Koneva ES. [The effectiveness of gait rehabilitation in the patients following endoprosthesis hip replacement by means of the biofeedback-based hardware videoreconstruction of the walking stereotype]. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult* [Internet]. 2015 Nov 1 [citirano 2023 Jul 23];92(6):23–9. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26841525/>
  65. Oh MK, Yoo J Il, Byun H, Chun SW, Lim SK, Jang YJ, et al. Efficacy of Combined Antigravity Treadmill and Conventional Rehabilitation After Hip Fracture in Patients With Sarcopenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2020 Oct 1 [citirano 2023 Jul 23];75(10):E173–81. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32592578/>
  66. Berthelsen MP, Husu E, Christensen SB, Prahm KP, Vissing J, Jensen BR. Anti-gravity training improves walking capacity and postural balance in patients with muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord* [Internet]. 2014 [citirano 2023 Jul 23];24(6):492–8. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24684860/>

## **PRILOZI**

### ***Slike***

Slika 1. Zglob kuka (lat. articulatio coxae).....	3
Slika 2. Mišići zgloba kuka.....	6
Slika 3. Prikaz opterećenja zgloba kuka u trenutku oslonca o podlogu jednom nogom .....	9
Slika 4. Princip rada antigravitacijske trake .....	15
Slika 5. Prikaz zaslona antigravitacijske trake.....	15
Slika 6. Prikaz podjele ispitanika prema spolu (n) .....	24
Slika 7. Prikaz podjele ispitanika prema operiranoj strani (%) .....	26
Slika 8. Prikaz poboljšanja jakosti abduktora nakon rehabilitacije (%) .....	30
Slika 9. Prikaz povećanja opsega pokreta Fleksije sa savijenim koljenom nakon rehabilitacije (%).....	33
Slika 10. Prikaz povećanja opsega pokreta Abdukcije nakon rehabilitacije (%) .....	36
Slika 11. i Slika 12. Prikaz NPRS skale boli prije i poslije rehabilitacije (%) .....	39
Slika 13. Prikaz smanjenja boli nakon rehabilitacije (%) .....	40
Slika 14. Prikaz smanjene mobilnosti i funkcionalnog kapaciteta (%) .....	45

### ***Tablice***

Tablica 1. Fizioterapijska intervencija .....	19
Tablica 2. Fizioterapijska intervencija na antigravitacijskoj traci .....	20
Tablica 3. Rezultati analize razlike u dobi ispitanika Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz dobi prema pripadajućim skupinama .....	25
Tablica 4. Rezultati analize vremenskog intervala od operacije do dolaska na rehabilitaciju Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz vremenskog perioda u kojem su ispitanici primljeni na rehabilitaciju prema pripadajućim skupinama.....	27
Tablica 5. Rezultati analize jakosti abduktora prije i poslije rehabilitacije Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz jakosti abduktora prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama .....	29
Tablica 6. Rezultati analize opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz opsega pokreta fleksije sa savijenim koljenom prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama .....	32

Tablica 7. Rezultati analize opsega pokreta abdukcije Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz opsega pokreta abdukcije prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika.....	35
Tablica 8. Rezultati analize NPRS ocjene boli Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz NPRS ocjene boli prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika.....	38
Tablica 9. Rezultati analize TUG testa Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz TUG testa prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika .....	42
Tablica 10. Rezultati analize 40mFPWT Mann-Whitney U testom i deskriptivni prikaz 40mFPWT testa prije i poslije rehabilitacije prema pripadajućim skupinama ispitanika .....	44

# ŽIVOTOPIS



## Ivana Dolušić

**Datum rođenja:** 24. svibnja 1992. | **Državljanstvo:** hrvatsko | **Telefonski broj:**

(+385) 981759306 (Mobilni telefon) | **E-adresa:** [ivana.dolusic@gmail.com](mailto:ivana.dolusic@gmail.com) |

**Adresa:** Torkul 3, Pinezići, 51500, Krk, Hrvatska (Kućna)

### ● RADNO ISKUSTVO

SIJEČNJA 2016. – TRENUTAČNO Hrvatska  
**VIŠA FIZIOTERAPEUTKINJA THALASSOTHERAPIA OPATIJA**

LIPNJA 2014. – LIPNJA 2015. Hrvatska  
**VIŠA FIZIOTERAPEUTKINJA - PRIPRAVNIČKI STAŽ THALASSOTHERAPIA OPATIJA**

### ● OBRAZOVANJE I OSPOBLJAVANJE

RUJNA 2021. – TRENUTAČNO Rijeka, Hrvatska  
**MAGISTAR FIZIOTERAPIJE** Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci

RUJNA 2010. – SRPNJA 2013. Rijeka, Hrvatska  
**VIŠA FIZIOTERAPEUTKINJA** Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

RUJNA 2006. – LIPNJA 2010. Rijeka, Hrvatska  
**ZUBNI TEHNIČAR** Srednja medicinska škola u Rijeci

### ● JEZIČNE VJEŠTINE

Materinski jezik/jezici: **HRVATSKI JEZIK**

Drugi jezici:

	RAZUMIJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna produkcija	Govorna interakcija	
<b>ENGLESKI JEZIK</b>	C1	C1	C1	C1	C1

*Razine: A1 i A2: temeljni korisnik; B1 i B2: samostalni korisnik; C1 i C2: iskusni korisnik*

### ● DODATNE INFORMACIJE

#### VOZAČKA DOZVOLA

Vozačka dozvola: B