

# Stavovi fizioterapeuta o robotici u rehabilitaciji

---

**Martić, Barbara**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:184:323681>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Barbara Martić

Stavovi fizioterapeuta o robotici u rehabilitaciji

Diplomski rad

Rijeka, 2022.

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

Barbara Martić

OPINIONS OF PHYSIOTHERAPISTS ABOUT ROBOTICS IN REHABILITATION

Master thesis

Rijeka, 2022

## Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

## Opći podatci o studentu:

Sastavnica	FZSRI
Studij	Diplomski sveučilišni studij Fizioterapija
Vrsta studentskog rada	Diplomski rad
Ime i prezime studenta	Barbara Martić
JMBAG	0351004911

## Podatci o radu studenta:

Naslov rada	STAVOVI FIZIOTERAPEUTA O ROBOTICI U REHABILITACIJI	
Ime i prezime mentora	Mentor: Hari Jurdana	Komentor: Kristijan Zulle
Datum predaje rada	15.9.2022.	
Identifikacijski br. podneska	1900317786	
Datum provjere rada	15.9.2022.	
Ime datoteke	15-9-22_-Stavovi_fizioterapeuta_o	
Veličina datoteke	885.16K	
Broj znakova	65602	
Broj riječi	10609	
Broj stranica	52	

## Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	1%
-----------------	----

## Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	15.9.2022.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	-
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Rad je urađen u skladu s naputcima za izradu diplomskog rada FZSRI i zadovoljava uvjete izvornosti.

Datum  
15.9.2022.

Potpis mentora





Sveučilište u Rijeci • Fakultet zdravstvenih studija  
University of Rijeka • Faculty of Health Studies

Viktora Cara Emina 5 • 51000 Rijeka • CROATIA  
Phone: +385 51 688 266  
www.fzsri.uniri.hr

Rijeka, 14. 6. 2022.

## Odobrenje nacrtu diplomskog rada

Povjerenstvo za završne i diplomske radove Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci  
odobrava nacrt diplomskog rada:

STAVOVI FIZIOTERAPEUTA O ROBOTICI U REHABILITACIJI: rad s  
istraživanjem

OPINIONS OF PHYSIOTHERAPISTS ABOUT ROBOTICS IN REHABILITATION:  
research

Student: Barbara Martić  
Mentor: Izv. prof. dr.sc.Hari Jurdana, dr med.  
Komentor: Viši predavač, Kristijan Zulle, mag. physioth  
Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija  
Diplomski sveučilišni studij Fizioterapija

Povjerenstvo za završne i diplomske radove

Potpredsjednik Povjerenstva

Prof.dr.sc. Gordana Starčević-Klasan

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Povijest robotike .....	2
1.2. Osnove robotike .....	5
1.2.1. Vrste robota.....	6
1.2.2. Glavne komponente robota .....	7
1.3. Robotika u medicini .....	8
1.4. Rehabilitacijska robotika.....	9
2. Ciljevi i hipoteze .....	16
3. Ispitanici i metode.....	17
3.1. Ispitanici.....	17
3.2. Postupak i instrumentarij .....	17
3.3. Statistička obrada podataka.....	18
3.4. Etički aspekti istraživanja .....	19
4. Rezultati .....	20
4.1. Podaci o ispitanicima .....	20
4.2. Rezultati pozitivnosti cjelokupnog i pojedinog stava .....	25
5. Rasprava.....	31
6. Zaključci .....	35
LITERATURA .....	36
PRILOZI .....	42
PRILOG A: Anketni upitnik.....	42
PRILOG B: Slike .....	45
PRILOG C: Tablice .....	45
KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA .....	47

## Sažetak

Uvod: Rehabilitacijska robotika definirana je kao zasebna grana robotike čiji je fokus na strojevima koji se mogu koristiti za pomoć ljudima pri oporavku od teških fizičkih trauma ili kao pomoć u aktivnostima svakodnevnog života. Cilj ovog diplomskog rada jest utvrditi stavove fizioterapeuta o primjeni robotike u rehabilitaciji. Dodatni cilj je usporediti stavove o robotici u rehabilitaciji među mlađoj i starijoj generaciji fizioterapeuta.

Ispitanici i metode: Unutar ovog istraživanja sudjelovale su osobe fizioterapeuskog usmjerenja u starosnoj dobi od 18 do 60 godina. Broj ispitanika unutar istraživanja je 180. Ispitivanje je provedeno putem *online* upitnika izrađenog pomoću Google obrasca. Podaci o ispitanicima prikupljeni provedbom anketnog upitnika (Google obrasca), obrađeni su unutar aplikacijskog programa Statistica verzija 13.3. (Stat.Soft Inc., Tulsa OK, USA) i pomoću aplikacije Microsoft Excel. Također, upotrebljavane su i metode deskriptivne statistike za prikaz podataka u tablicama.

Rezultati: Na temelju podataka dobivenih od 180 ispitanika, može se zaključiti da fizioterapeuti uglavnom imaju neutralan stav prema robotici. Hipoteza 1a navodi da fizioterapeuti smatraju da roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima te na temelju deskriptivne statistike, ova hipoteza se potvrđuje. Hipoteza 2 koja navodi da mlađe generacije imaju pozitivniji stav prema robotici u odnosu na stariju generaciju fizioterapeuta se odbacuje s obzirom da ne postoji statistički značajna razlika. Hipoteza 2a koja navodi da mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav prema robotu kao dobrom članu rehabilitacijskog tima u odnosu na stariju generaciju se prihvaća s obzirom na statistički značajnu razliku. Hipoteze 2b, 2c, 2d i 2e se također odbacuju zbog ne postojanja statistički značajne razlike između starije i mlađe generacije fizioterapeuta.

Zaključak: Na temelju podataka dobivenih od 180 ispitanika, može se zaključiti da fizioterapeuti uglavnom nemaju pozitivan stav prema robotici. Također, ne postoji razlika u stavovima između starijih i mlađih generacija fizioterapeuta.

Ključne riječi: fizioterapeuti, rehabilitacija, robotika, stavovi

## Abstract

**Introduction:** Rehabilitation robotics is defined as a separate branch of robotics whose focus is on machines that can be used to help people recover from severe physical trauma or to assist in activities of daily living. The aim of this thesis is to determine the views of physiotherapists on the application of robotics in rehabilitation. An additional goal is to compare the opinions about robotics in rehabilitation among the younger and older generations of physiotherapists.

**Respondents and methods:** Within this research participated physiotherapist in the age range of 18 to 60. The number of respondents in the research is 180. The survey was conducted through an online questionnaire created using a Google form. The data on the respondents collected through the implementation of the survey questionnaire (Google form) were processed within the application program Statistica version 13.3. (Stat.Soft Inc., Tulsa OK, USA) and using the Microsoft Excel application. Descriptive statistics methods were also used to display data in tables.

**Results:** Based on the data obtained from 180 respondents, it can be concluded that physiotherapists generally do not have a positive attitude towards robotics. Hypothesis 1a states that physiotherapists believe that robots can be a good member of the rehabilitation team, and based on descriptive statistics, this hypothesis is confirmed. Hypothesis 2, which states that the younger generation has a more positive attitude towards robotics compared to the older generation of physiotherapists, is rejected as there is no statistically significant difference. Hypothesis 2a, which states that the younger generation of physiotherapists has a more positive attitude towards the robot as a good member of the rehabilitation team compared to the older generation, is accepted given the statistically significant difference. Hypotheses 2b, 2c, 2d and 2e are also rejected due to the absence of a statistically significant difference between the older and younger generation of physiotherapists.

**Conclusion:** Based on the data obtained from 180 respondents, it can be concluded that physiotherapists generally do not have a positive attitude towards robotics. Also, there is no difference in attitudes between older and younger generations of physiotherapists.

**Key words:** physiotherapists, rehabilitation, robotics, opinions



## 1. Uvod

Karel Čapek je 1920. godine objavio svoju dramu „R.U.R.“ i prvi put predstavio pojam robota. Tada je pojam robota probudio uznemirenost u ljudima zbog ideje robota kao umjetnim humanoidnim robovima koji se bune protiv svojih stvoritelja i poražavaju ih (1). U to vrijeme nitko nije očekivao da će 100 godina kasnije roboti biti sastavni dio ljudskog života.

Danas je razvoj informatičke tehnologije doveo do velikog napretka i razvoja društva. Današnji život nezamisliv je bez uporabe moderne tehnologije i primjene robotike u svim aspektima života, a posebice u medicini. Zadnjih 4 desetljeća je robotika izuzetno zaživjela u području medicine. Prva primjena robota u medicini bila je u kirurgiji 1985. godine. Robot PUMA 560 korišten je u sterotaksijskoj operaciji, u kojoj je se koristila kompjuterska tomografija za vođenje robota dok je on ubadao iglu u mozak za biopsiju. Ovaj tip operacije prethodno je bio karakteriziran čestim pogreškama zbog drhtanja ruku kirurga tijekom postavljanja igle (2). Taj postupak označio je revoluciju u primjeni robotike u medicini. Od tada do danas, primjena robota u medicini je izuzetno zaživjela te se danas, osim u kirurgiji, roboti koriste i u drugim područjima medicine. Tako je danas i veliki fokus na robote u rehabilitaciji. Rehabilitacijska robotika definirana je kao zasebna grana robotike čiji je fokus na strojevima koji se mogu koristiti za pomoć ljudima pri oporavku od teških fizičkih trauma ili kao pomoć u aktivnostima svakodnevnog života (3). Najvažnija prednost korištenja robotske tehnologije u rehabilitaciji je mogućnost korištenja treninga s visokim intenzitetom i doziranošću. To svojstvo čini robotsku terapiju obećavajućom novom tehnologijom za rehabilitaciju pacijenata s različitim mišićno koštanim ili neurološkim problemima. Istraživanja o rehabilitacijskoj robotici izuzetno rastu, a broj robota za terapijsku rehabilitaciju drastično se povećao tijekom posljednja dva desetljeća (4).

Uzimajući u obzir kako se povećavaju istraživanja o robotskoj rehabilitaciji i njezinoj prednosti, u Republici Hrvatskoj robotska terapija i dalje nije zaživjela kao u ostalim državama svijeta. Kroz svakodnevni razgovor mogu se dobiti različiti odgovori o stavovima robotike u rehabilitaciji među fizioterapeutima Republike Hrvatske. Iz tog razloga, cilj ovog diplomskog rada jest utvrditi stavove fizioterapeuta o primjeni robotike u rehabilitaciji. Također, po medijima se često mogu vidjeti članci koji opisuju kako će robotika toliko napredovati da će zamijeniti ljude na njihovim radnim mjestima. Zbog toga će se u ovom istraživanju također ispitati smatraju li fizioterapeuti da postoji mogućnost da jednog dana njihovo radno mjesto preuzme robot.

## 1.1. Povijest robotike

Razmišljanja o robotima postoje otkako su drevne civilizacije uključile mitove i vjerovanja o „strojevima koji misle“ u svoja društva (5). Mnogi izvori ukazuju na popularnost automata u antičkom i srednjem vijeku. Stari Grci i Rimljani razvili su jednostavne automate za upotrebu kao alate, igračke i kao dio vjerskih obreda (6). U to vrijeme, grčki bog Hefest sagradio je automate koji su radili za njega u radionici, iako nažalost, nijedan od tih ranih automata nije sačuvan (7). U srednjem vijeku, u Europi i na Bliskom otoku, automati su bili vrlo popularizirani u obliku satova. Arapski polihistor Al-Jazari (1136-1206) ostavio je tekstove koji opisuju i ilustriraju različite mehaničke naprave koje su uključivale veliki sat u obliku slona koji se pomicao i oglašavao, glazbeni robotski bend i automat konobarice koji je služio pića. U Europi postoji automat svećenik koji ljubi križ u svojim rukama. Ujedno su stvoreni mnogi drugi automati koji su prikazivali pokretne životinje i humanoidne figure koje su radile na jednostavnim sustavima kamera. U 18. stoljeću automati su postalo bolje shvaćeni te je tehnologija uznapredovala do točke u kojoj su se mogli izraditi mnogo složeniji dijelovi automata (6)(8). Francuski inženjer Jacques de Vaucanson zaslužan je za stvaranje prvog uspješnog biomehaničkog automata, ljudske figure koja svira flautu (9).

Robotika se drastično promijenila od vremena Grka, Rimljana i Egipćana, ali njena povijest je široka (5). Industrijska revolucija i povećani fokus na matematiku, inženjerstvo i znanost u viktorijanskom dobu u Engleskoj pridodali su početak razvoja stvarne robotike kakva nam je poznata danas. Charles Babbage (1791.-1871.) je početkom devetnaestog stoljeća započeo na razvoju temelja računarstva. Njegovi najuspješniji projekti bili su razvoji diferencijalnog i analitičkog stroja. Iako nikada nije uspio dovršiti ta dva projekta, isti su postavili osnove mehaničkih proračuna (10). Kroz 19. stoljeće, automati su se nastavili proizvoditi u svrhu pružanja svojevrstne zabave (6). Izuzetno je popularno bila upotreba automata kao turističkih atrakcija koji su očaravali i inspirirali publike diljem svijeta. Najpopularnija vrsta automata u to vrijeme bio je automat za igranje šaha (11). Ipak, paralelno s korištenjem automata za zabavu, 19. stoljeće je bilo razdoblje razvoja strojeva i motora na parni pogon koji su pomagali da proizvodnja postane učinkovitija i brža. Iz tog napretka proizašla je primjena različitih automata i strojeva u tvornicama s ciljem povećanja opterećenja i preciznosti u proizvodnji (6).

Pojam „robot“ prvi put je spomenut u drami Karel Čapeka 1921. godine pod imenom R.U.R. (eng. *Rossum's Universal Robots*). Riječ robot dolaze od češke riječi „*robota*“ što znači prisilni rad. Čapekovi roboti su bili oblikovani više duhom nego fizičkim obilježjima. Izgledali su

poput ljudi, a umjesto od metala bili su napravljeni od kemijskog tijesta. Njegovi roboti bili su daleko učinkovitiji i ubojitiji od čovječanstva. U svojoj drami, Čapek je opisivao kako roboti napadaju i poražavaju ljude (12). Pojam robota vedrije i optimističnije je opisao američki pisac znanstvene fantastike Isaac Asimov. Asimov je riječ robot prvi put upotrijebio 1942. godine u svojoj kratkoj priči „*Runabout*“. On je robote u svojim kratkim pričama opisivao kao korisne sluge čovjeka te je promatrao robote kao „bolju čišću rasu“ (13). Tada je također predstavio tri zakona o robotici:

1. „Robot ne smije naškoditi čovjeku ili svojom pasivnošću dopustiti da se čovjeku naškodi, osim kad je to u suprotnosti s nultim zakonom.“
2. „Robot mora slušati ljudske naredbe, osim kad su one u suprotnosti s nultim ili prvim zakonom.“
3. „Robot treba štiti svoj integritet, osim kad je to u suprotnosti s nultim, prvim ili drugim zakonom.“

Izvorne zakone su izmijenili i razradili Asimovi i drugi autori. Asimov je napravio nekoliko modifikacije prva tri zakona u raznim knjigama i kratkim pričama kako bi dalje razvio kako će roboti komunicirati s ljudima te jedni s drugima. Kasnije, kada je pisao priču u kojoj roboti preuzimaju odgovornost za upravljanje cijelim planetima i ljudskim civilizacijama, dodao je novi odnosno nulti zakon koji je prethodio ostalima:

0. „Robot ne smije naškoditi čovječanstvu ili svojom pasivnošću dopustiti da se čovječanstvu naškodi.“ (14).

Od tada do danas, robotika je izuzetno napredovala, ali i dalje nije dostigla svoj vrhunac. Postoji nekoliko prekretnica u svijetu robotike od 1900-ih do danas. Godine 1949. američki neurofiziolog i izumitelj William Gray Walter predstavio je par robota u obliku kornjače na baterije koji su mogli manevrirati oko predmeta u prostori, voditi se prema izvoru svjetlosti i pronaći put natrag na punionicu koja je koristila iste komponente koje su i danas ključne za robotiku: tehnologiju senzora, povratnu petlju s odgovorom i logično razmišljanje (15).

George Devol i Joseph Engelberger su izumili prvu industrijsku robotsku ruku pod nazivom „*Unimate*“. Godine 1959. počela je raditi u tvornici eng. *General Motors* gdje je podizala i slagala vruće, izrezane metalne dijelove. „*Unimate*“ se mogla pomicati gore dolje po X i Y osi, posjedovala je hvataljku nalik na kliješta koja su se mogla okretati te je ruka mogla pratiti program od do 200 pokreta pohranjenih u svojoj memoriji. Upotrebljavala se za brojne zadatke,

osobito one koji bili previše zahtjevni ili opasni za ljude. „*Unimate*“ je započela transformaciju automobilske industrije prema automatizaciji (16).

Robotske ruke „*Unimate*“ bile su velike i pokretane hidraulikom, zbog čega su često curile i time se ograničavalo gdje se mogu koristiti. Godine 1969. Victor Scheinman dizajnirao je malu robotsku ruku za zglobovima koje se pokretali električni motori ugrađeni u samu ruku. „*Stanfordova ruka*“ kako je nazvana kada je Scheinman napravio prototipove, mogla se kretati mnogo brže od prijašnjih robota i bez hidraulike. To je robotici otvorilo vrata za razmišljanje o korištenju robota u suhim, zatvorenim okruženjima. „*Stanfordova ruka*“ je također imala šest osi kretanja što joj je omogućilo da se više približi rasponu ljudske ruke (17).

Nadalje, godine 1972. dovršen je robot „*Shakey*“. „*Shakey*“ je bio prvi mobilni robot s umjetnom inteligencijom. Imao je sposobnost opažanja i razmišljanja o svojoj okolini. Mogao je obavljati zadatke koji zahtijevaju planiranje, pronalaženje rute i preuređivanje jednostavnih objekata (18).

Kako je robotika izuzetno napredovala Cynthia Breazeal je vjerovala, da ako čovječanstvo doista namjerava raditi zajedno s robotima, roboti moraju imati mogućnost čitanja ljudskih emocija. Ona je smatrala kako roboti moraju imati osobnost kako bi bolje funkcionirali s ljudima. Imajući to na umu, u 90-ima krenula je s radom na stvaranju *Kismet*, robotske glave dizajnirane da izazove i reagira na emocije. Dvadeset i jedan motor kontrolirao je par ekspresivnih žutih obrva, crvenih usana, ružičastih ušiju i velikih plavih očiju, omogućujući *Kismetu* da izrazi niz emocija, od sreće do dosade. Audio senzori i algoritmi uhvatili bi vokalni ton pa bi robot izgledao snuždeno ako se više na njega ili znatiželjno ako mu se obraća nježno. S *Kismetom*, Breazeal je dokazala upornost i privlačnost robota koji imaju šarm postavljajući temelje za mnoge glasovne asistente kao što su Alexa, Siri i Google Home koji su danas članovi mnogih obitelji diljem svijeta (19).

Skupina istraživača s MIT-a je 1990. godine osnovala ključnu inovaciju *iRobot* koja je proizašla iz istraživanja koju su osnivači proveli za američku vojsku. Tada su napravili robot koji je služio za provjeru područja na mine. Ti istraživači su osmislili algoritam koji je omogućio robotu da istraži svaki kvadratni metar određenog prostora. Kasnije, taj algoritam su iskoristili 2002. godine za robotski usisavač *Roomba*. *Roomba* je bio prvi funkcionalni robot koji je postao izuzetno popularan u javnosti. Od tada do danas je prodano 15 milijuna robota *Roomba* (19).

Godinu dana nakon što je *Roomba* predstavljen u svijetu, Mick Mountz je dobio ideju da bi u otpremnim centrima roboti trebali pronalaziti i donositi artikle, a ne ljudi. Sa svojim partnerom stvorio je robota *Kiva*. *Kiva* je bio četvrtasti narančasti robot koji je mogao kliziti po skladištima pomičući police s robom. Iako je *Kiva* koristila jeftine gotove komponente, njegovi stvoritelji su to kompenzirali softverom koji je kurs ispravljao u hodu. Rezultat je bio autonomni stroj koji je bio daleko fleksibilniji u automatizaciji skladišta od tradicionalnog sustava pokretne trake (19,20).

Boston Dynamics 2005. godine je predstavio robota „*BigDog*“. To je dinamičan četveronožni robot koji hoda, trči i nosi teške terete. Dugačak je 0,91 metra, visok 0,76 metara i težak 110 kilograma. Sposoban je trčati 6,5 km na sat i nositi teret od čak 150 kg. Ovaj robot napravljen je za pomoć vojnicima prilikom nošenja opreme (21,22).

Sljedeća prekretnica u svijetu robotike dogodila se 2012. godine kada su britanski stručnjak za umjetnu inteligenciju Geoffrey Hinton i njegov tim ostvarili zadivljujući napredak umjetne inteligencije stvarajući najprecizniji sustav vizualnog prepoznavanja. Napredak se temeljio na dubokom učenju, tehnici umjetne inteligencije koja računalu omogućuje prepoznavanje slika kroz izlaganje golemim količinama fotografskih podataka. Zahvaljujući ovom otkriću, danas se lako mogu stvoriti roboti koji prepoznaju svakodnevne predmete (19).

Robot „*Sophia*“ zadivio je cijeli svijet. Stvorili su ga Hanson Robotics te je to najnapredniji čovjekoliki robot. Robot „*Sophia*“ je znastvenofantastični lik stvoren od strane ljudi koji prikazuje budućnost umjetne inteligencije i robotike te platforma za naprednu robotiku i istraživanje umjetne inteligencije. Lik *Sophije* zaokuplja maštu svjetske publike. Ona je prvi robot građanin na svijetu (23).

## 1.2. Osnove robotike

Robotika je grana znanosti, inženjerstva i tehnologije koja uključuje koncepciju, proizvodnju i rad robota koji kopiraju ili zamjenjuju ljudske radnje (5,24). Iako je robotika izuzetno široko rasprostranjena grana, roboti ipak imaju određene dosljedne karakteristike. Prva od tih karakteristika jest da se roboti uvijek sastoje od neke vrste mehaničke konstrukcije. Mehanički aspekt robota mu pomaže u izvršavanju zadataka u okruženjima za koje je dizajniran. Nadalje, robotima je potrebna i električna komponenta koja ih kontrolira i napaja. Primjerice, baterija je potrebna za napajanje većinu robota. Te, treće i posljednje, robotima je potrebna određena

razina računalnog programiranja. Bez skupa kodova koji im govore što da radi, robot bi bio samo još jedan jednostavni stroj u nizu. Umetanje programa u robota daje mu se mogućnost da zna kada i kako izvršiti zadatak (5).

### 1.2.1. Vrste robota

Roboti dolaze u svim oblicima i veličinama kako bi učinkovito mogli izvršiti zadatak za koji su dizajnirani. Svi roboti razlikuju se po dizajnu, funkcionalnosti i stupnju autonomije (5). Postoji pet različitih vrsta robota koji obavljaju zadatke ovisno o svojim sposobnostima:

#### 1. Unaprijed programirani roboti

Unaprijed programirani roboti su oni kojima se unaprijed mora reći što da rade, a zatim jednostavno izvršavaju tu radnju. Ne mogu promijeniti svoje ponašanje dok radi te nitko od ljudi ne upravlja njihovim postupcima. Ova vrsta robota obavlja jednostavne, monotone radnje (25). Primjer unaprijed programiranog robota je mehanička ruka na traci za montažu automobila. Ruka ima jednu funkciju te je njezina zadaća da obavlja svoj zadatak dulje, brže i učinkovitije od čovjeka (5).

#### 2. Autonomni roboti

Autonomni roboti rade neovisno o ljudima. Ovi roboti su obično dizajnirani za obavljanje zadataka u otvorenim okruženjima koja ne zahtijevaju ljudski nadzor. Prilično su jedinstveni jer koriste senzore za opažanje svijeta oko sebe, a zatim koriste strukture za donošenje odluka kako bi poduzeli optimalni sljedeći korak na temelju svojih podataka i misije. Primjer ove vrste robota je usisavač Roomba, koji koristi senzore za slobodno kretanje po domu (5).

#### 3. Tele operirani roboti

Tele operirani roboti su polu autonomni roboti kojima daljinskim upravljačem upravlja čovjek. Signali daljinskog upravljača mogu se slati žicom, lokalnim bežičnim sustavom (Wi-Fi), internetom ili satelitom (26). Ovi roboti obično rade u ekstremnim geografskim uvjetima. Primjeri robota kojima se upravlja na daljinu su podmornice kojima upravljaju ljudi koje se koriste za popravljavanje curenja podvodnih cijevi ili dronovi koji se koriste za otkrivanje mina na bojnopolju (5).

#### 4. Roboti za povećanje

Roboti za povećanje su roboti koji poboljšavaju sposobnosti koje osoba već ima ili zamjenjuje sposobnosti koje je osoba izgubila (27). Primjeri robota za povećanje su proteze i egzoskeleti (5).

#### 5. Humanoidni roboti

Humanoidni roboti su roboti koji izgledaju ili oponašaju ljudsko ponašanje. Ovi roboti obično obavljaju aktivnosti poput ljudskih (poput trčanja, skakanja i nošenja predmeta), a ponekad su dizajnirani da izgledaju poput čovjeka. Dva najistaknutija humanoidna robota su Sophia i Atlas (5).

#### 6. Botovi

Softverska robotika, također nazvani botovi, računalni su programi koji autonomno izvršavaju zadatke. Botovi obično oponašaju ili zamjenjuju ljudsko ponašanje korisnika. Budući da su automatizirani, rade mnogo brže od ljudskih korisnika. Obavljaju su korisne funkcije poput korisničke službe, ali također mogu doći u obliku zlonamjerno softvera koji se koristi za stjecanje potpune kontrole nad računalom (28). Botovi se od robota razlikuju po tome što roboti imaju fizičko tijelo dok su botovi računalni programi koji nemaju svoje fizičko tijelo.

##### 1.2.2. Glavne komponente robota

Roboti su napravljeni sa svrhom pružanja rješenja za različite potrebe stoga zahtijevaju niz specijaliziranih komponenti za obavljanje svojih zadataka. Ipak, postoji nekoliko komponenti koje su ključne za konstrukciju svakog robota. Ključne komponente robota su kontrolni sustav, senzori, pokretači, napajanje i krajnji efektori. Kontrolni sustav robota čini središnja procesorska jedinica. Kontrolni sustavi programirani se da prenose informacije robotu kako da koristi svoje specifične komponente, slično na način kako čovjeku mozak šalje signale po cijelom tijelu, kako bi se izvršio određeni zadatak. Senzori robotu pružaju podražaje u obliku električnih signala koje upravljač zatim obrađuje i omogućuje robotu interakciju s vanjskim svijetom. Uobičajeni senzori koji se nalaze unutar robota su video kamere koje funkcioniraju kao oči, foto otpornike koji reagiraju na svjetlost i mikrofone koji funkcioniraju poput ušiju. Ovi senzori omogućuju robotu da istraži svoje okruženje i obradi najlogičnije zaključke na temelju momentalnog trenutka te omogućuje upravljaču da prenosi naredbe dodatnim komponentama. Pokretači su komponente koje omogućuju pokretanje robota. Sastoje se od

motora koji prima signale iz kontrolnog sustava i pomiču se u tandemu kako bi izvršili kretanje koje im je potrebno za dovršavanje dodijeljenog zadatka. Pokretači mogu biti izrađeni od raznih materijala poput metala ili elastike te se često pomiču pomoću komprimiranog zraka ili ulja. Napajanje omogućuje robotu potrebnu energiju za funkcioniranje. Stacionarni roboti, poput robota u tvornicama, mogu raditi na izmjeničnu struju kroz zidnu utičnicu iako roboti često rade preko unutarnje baterije. Za većinu robota koriste se olovne baterije zbog njihove sigurne kvalitete i dugog vijeka trajanja, dok se za druge mogu koristiti srebrno kadmijeva varijanta. Sigurnost, težina, zamjenjivost i životni ciklus bitni su čimbenici koje treba uzeti u obzir pri projektiranju napajanja robota. Neki potencijalni izvori energije za budući razvoj robota uključuju pneumatsku energiju iz komprimiranih plinova, solarnu energiju, hidrauličku energiju, organsko smeće za pohranu energije putem anaerobne digestije i nuklearnu energiju. Krajnji efektori su fizičke, obično vanjske komponente koje omogućuju robotima da završe svoje zadatke. Roboti u tvornicama često imaju izmjenjive alate poput raspršivača boja i bušilica. Kirurški roboti mogu biti opremljeni skalpelima, a druge vrste robota mogu biti izrađene s pandžama ili čak rukama za zadatke poput isporuke, pakiranja, difuzije bombi i još mnogo toga (5).

### 1.3. Robotika u medicini

Roboti se široko koriste i nekoliko industrija, a u posljednje vrijeme se sve češće nalaze i u medicini. U početku su se roboti uglavnom koristili za jednostavne operacije poput laparoskopske i mini invazivne kirurgije 1980-ih. U to vrijeme robotske operacije su se izvodile uz prisutnost kirurga u operacijskoj sali. Današnja tehnologija je toliko uznapredovala da roboti mogu koristiti za kompliciranije zadatke kao što su daljinska kirurgija i mikro robotska kirurgija (29). Na temelju uloge koju robot ima u medicini, roboti se klasificiraju kao aktivni, pasivni, sinergistički, poluaktivni i intrakorporalni sustavi (30). Aktivni roboti igraju značajniju ulogu u medicini zbog svoje fleksibilnosti i prilagodljivosti (29). Roboti se u medicini koriste za različite primjene kao što su dijagnostika, podrška tijekom operacija te izvođenje kompliciranih operacija (31). U granu ortopedije, roboti su uvedeni kako bi pacijentima pomogli da se oporave od fizičkih teškoća (32). Obzirom da su medicinski zadaci koje izvodi robot izuzetno točni, smanjila se pojava pogrešaka koje su se često znale događati doktorima. Konfiguracijom master robota omogućili su se kirurški zahvati na daljinu (33). Ovakva vrsta primjena robota u medicini omogućuje liječnicima i ostalim zdravstvenim djelatnicima da smanje svoju interakciju s radioaktivnim okolišem (29).



#### 1.4. Rehabilitacijska robotika

Rehabilitacijska robotika je područje istraživanja koje je posvećeno razumijevanju i poboljšanju rehabilitacije primjenom robotskih uređaja (34). Rehabilitacijski roboti posebna su vrsta robota namijenjena prvenstveno za pomoć ljudima s tjelesnim oštećenjima tijekom procesa rehabilitacije (35). Većina robotskih uređaja koji se koriste u rehabilitaciji su aktivni ili interaktivni, ali mogu djelovati i na pasivan način. U rehabilitaciji, roboti se dijele na endogene i egzoskeletne (36). Endogeni roboti vezani su za krajnji dio ekstremiteta te pomiču samo stopala ili dlanove. Za razliku od endogenih robota, egzoskeletni roboti su paralelno vezani za ekstremitet pacijenta i na taj način se pomiču svi zglobovi u ekstremitetu (37).

Daljnja podjela robota u rehabilitaciji uključuje podjelu robota na robote za donje ekstremitete i robote za gornje ekstremitete. Roboti za donje ekstremitete podijeljeni su na vezane egzoskeletone, endogene uređaje i nevezane egzoskeletone. Sustavi vezanih egzoskeletona kao što su Lokomat (slika 1.) i ReoAmbulator (slika 2.) primjenjuju sile kroz kruti zglobni okvir koji pomiču pacijentove noge u jednoj ili više ravnina u kombinaciji sa sustavom za potporu tjelesne težine. Endogeni uređaji su sustavi kao što su Gait Trainer GT II (slika 3.) i G-EO sustavi (slika 4.). Njihov rad se temelji na ograničenju tj. primijenjenoj sili na distalnom kraju kinetičkog lanca koji određuje tamošnju putanju, a proksimalni zglobovi su slobodni dijelovi koji se mogu jednostavno kretati kako geometrija tijela i artikulacije nalažu. Često to znači da su stopala vezana za 2 pokretne ploče, a uređaj ih pomiče putanjom sličnom hodu s manje robotske kontrole nad proksimalnim zglobovima. Nevezani egzoskeleti kao što su ReWalk (slika 5.) i Ekso (slika 6.) su nosiva, pogonjena, zglobna odijela sa vlastitim izvorima energije i algoritmima upravljanja koji omogućuju najveću slobodu i realističnost iskustva hodanja (38).

Slika 1. Lokomat

(preuzeto s: <https://www.medicalexpo.com/prod/hocoma/product-68750-438408.html> )



Slika 2. ReoAmbulator

(preuzeto s: <https://exoskeletonreport.com/product/reoambulator/> )



Slika 3. Gait trainer GT II

(preuzeto s: <https://reha-stim.com/gt-ii/> )



Slika 4. G-EO sustav

(preuzeto s: <https://exoskeletonreport.com/product/g-eo-system/> )



Slika 5. Re walk

(preuzeto s: <https://exoskeletonreport.com/product/rewalk/> )



Slika 6. Ekso

(preuzeto s: <https://www.medicalexpo.com/prod/ekso-bionics/product-78696-964878.html> )



Najpoznatiji robotski uređaju za gornje ekstremitete su AMADEO, ARMEO, DIEGO i PABLO. AMADEO je napredan robotski i računalno potpomognuti terapijski uređaj za rehabilitaciju prstiju i šake te je prikladan za sve faze rehabilitacije. AMADEO simulira prirodni pokret hvata i provodi automatizirane sekvence pokreta pojedinih prstiju ili cijele šake. Ima mogućnosti smanjenja spasticitetea, povećanje opsega pokreta, povećanje snage i poboljšanje koordinacije prstiju (39). ARMEO je egzoskeletni robot koji zahvaća cijelu ruku od ramena do šake, a vježbama koje objedinjuju cijelu ruku povećava se intenzitet korištenja ruke na što prirodniji način. Ovaj robotski uređaj je napravljen sa svrhom vraćanja funkcionalnosti gornjih ekstremiteta kod osoba koji su svoju funkcionalnost izgubili djelomično ili potpuno zbog neuroloških, spinalnih ili mišićno koštanih oštećenja (40). DIEGO je svestran uređaj za rehabilitaciju pacijenata sa ograničenim motoričkim funkcijama ruku i ramena. Osim robotske tehnologije, sadrži i modul za inteligentnu kompenzaciju gravitacije (IGC) namijenjena pacijentima sa minimalno očuvanom motorikom ruku te modul za *virtualnu realnost* (VR) (10). PABLO je senzorno potpomognuti uređaj za rehabilitaciju šake i ruku. PABLO senzorna ručka je multifunkcionalni uređaj namijenjen facilitaciji ručnih hvatova, dok ugrađeni senzori prate snagu šake i raspon pokreta (39).

Slika 7. Amadeo

(preuzeto s: <https://tyromotion.com/en/products/amadeo/> )



### Slika 8. Armeo

(preuzeto s: <https://www.hocoma.com/solutions/armeo-power/> )



### Slika 9. Diego

(preuzeto s: <https://tyromotion.com/en/products/diego/> )



### Slika 10. Pablo

(preuzeto s: <https://tyromotion.com/en/products/pablo/> )



Republika Hrvatska ima vrlo mali broj ustanova koji koriste robotiku u svojim rehabilitacijskim protokolima. Najpoznatije ustanove u Republici Hrvatskoj koje koriste robote u svrhu rehabilitacijskog procesa su Poliklinika Glavić, Specijalna bolnica Aritheria, Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Krapinske toplice i lječilište Bizovačke toplice. Izuzetno brzo su se te ustanove iskazale te zainteresirale mnoge pacijente kojima je potrebna rehabilitacija. Poliklinika Glavić je zahvaljujući stručnom i profesionalnom radu te najmodernijim robotskim neurorehabilitacijskim uređajima za rehabilitaciju cijelog tijela, kao i jedinstvenom GLARTH konceptu rada proglašena Hocomo referentnim centrom za EMEA regiju koja pokriva područje od 136 zemalja s više od 4.000.000.000 ljudi (41).

## 2. Ciljevi i hipoteze

### *Ciljevi*

C1: Cilj ovog istraživanja jest istražiti opće i pojedinačne stavove fizioterapeuta o primjeni robotike u rehabilitaciji.

C2: Specifični cilj je usporediti opće i pojedinačne stavove o primjeni robotike u rehabilitaciji između mlađe generacije i starije generacije fizioterapeuta.

### *Hipoteze*

H: Fizioterapeuti imaju uglavnom pozitivne stavove o robotici u rehabilitaciji.

H1a: Fizioterapeuti smatraju da roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.

H1b: Fizioterapeuti smatraju da pacijentima može biti ugodnije u radu s robotom u odnosu u radu s fizioterapeutom.

H1c: Fizioterapeuti smatraju da primjenom robota ne može doći do tehničkih grešaka robota koje mogu naštetiti pacijentu.

H1d: Fizioterapeuti smatraju da primjenom robota ishodi rehabilitacije mogu biti brži i bolji u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.

H1e: Fizioterapeuti smatraju da roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.

H2: Mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav prema robotici u odnosu na stariju generaciju fizioterapeuta.

H2a: Mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav prema robotu kao dobrom članu rehabilitacijskog tima u odnosu na stariju generaciju.

H2b: Mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav prema tome da pacijentima može biti ugodnije u radu s robotom u odnosu u radu s fizioterapeutom u odnosu na stariju generaciju.

H2c: Mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav prema tome da primjenom robota ne može doći do tehničkih grešaka robota koje mogu naštetiti pacijentu u odnosu na stariju generaciju.

H2d: Mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav prema tome da primjenom robota ishodi rehabilitacije mogu biti brži i bolji u odnosu na klasičnu rehabilitaciju u usporedbi sa starijom generacijom.

H2e: Mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav u mišljenju da roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta u odnosu na stariju generaciju fizioterapeuta.



### 3. Ispitanici i metode

#### 3.1. Ispitanici

Ciljana skupina unutar ovog istraživanja su osobe fizioterapeutskog usmjerenja u starosnoj dobi od 18 do 60 godina. Sudjelovalo je 180 ispitanika. Ispitivanje je provedeno putem *online* upitnika izrađenog pomoću Google obrasca.

Pronalazak ispitanika je prigodni i uključuje direktan upit te oglašavanje na društvenim mrežama.

Kriteriji uključenja unutar ovog istraživanja su starosna dob jednaka ili veća od 18 godina i manja ili jednaka od 60 godina te fizioterapeutsko usmjerenje. Nema posebnih kriterija isključenja.

Unutar ovog istraživanja ispituju se opći i pojedinačni stavovi fizioterapeuta o robotici u rehabilitaciji. Nadalje, uspoređuju se stavovi o robotici u rehabilitaciji između starije generacije fizioterapeuta i mlađe generacije fizioterapeuta. Mlađa generacija fizioterapeuta uključuje starosnu dob od 18 godina do 35 godina, dok stariju generaciju fizioterapeuta uključuje starosna dob od 36 do 60 godina.

#### 3.2. Postupak i instrumentarij

Podaci o ispitanicima prikupljeni su pomoću interneta metodom anketnog upitnika. Anketni upitnik je bio objavljen u različitim grupama povezanim sa fizioterapeutskom strukom na društvenoj mreži Facebook te je bio direktno slan fizioterapeutima. Anketni upitnik napravljen je pomoću Google obrasca. Google obrazac je alat unutar internetskog pretraživača Google koji se koristi za izradu anketnih upitnika i kvizova. S obzirom na to da je ovo besplatan alat unutar besplatnog uredskog paketa Google, nije potrebna licenca za korištenje. Anketni upitnik sastavio je autor ovog diplomskog rada u svrhu provedbe ovog istraživanja. Na samom početku anketnog upitnika navedeno je kako će se prikupljeni podaci koristiti u svrhu istraživanje te ukoliko pojedinac ispuni upitnik automatski daje dopuštenje korištenju njegovih odgovora.

Upitnik za ispunjavanje je bio dostupan putem interneta 14 dana, a očekivano vrijeme trajanja ispunjavanja upitnika je od 2 do 5 minuta. Primjena anketnog upitnika biti će isključivo individualna. Anketni upitnik sastoji se od 10 pitanja. U prvih pet pitanja fizioterapeuti odgovaraju na općenita pitanja kao što su spol, starosna dob, razina obrazovanja, godine staža i vrsta ustanove u kojoj rade. Druga skupina pitanja uključuje 5 pitanja kojima se ispituju

stavovi fizioterapeuta o robotici u rehabilitaciji Likertovom skalom u ocjeni od 1 do 5 gdje ocjena 1 označava uopće se ne slažem, a ocjena 5 označava u potpunosti se slažem. Tih 5 pitanja daje konkretne stavove smatraju li fizioterapeuti da robot može biti dobar član rehabilitacijskog tima, može li pacijentu biti nelagodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom, smatraju li ispitanici da primjenom robota ne može doći do tehničkih grešaka robota koje mogu naštetiti pacijentu, mogu li primjenom robota u rehabilitaciji biti bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju te mogu li roboti adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta. U anketnom upitniku, ispitanici su morali dati svoj odgovor na 5 stavova ocjenom od 1 do 5, gdje je ocjena 1 označavala „Uopće se ne slažem“, a ocjena 5 „U potpunosti se slažem“. Odgovori ispitanika su se zbrojili kako bi se dobila razina pozitivnosti ukupnog stava. Za svaku ocjenu dodijeljeni su bodovi u visini brojke koju ta ocjena nosi (npr. za ocjenu 1 odnosno „Uopće se ne slažem“ dodijeljen je 1 bod...). Najviši mogući zbroj bio je 25 bodova. Bodovi su podijeljeni u tri kategorije: negativan stav (5 – 12 bodova), neutralan stav (13 – 17) i pozitivan stav (18 – 25).

Potencijalna ograničenja unutar ovog istraživanja su mogućnosti pogrešnog ili namjerno lažnog unosa podataka od strane ispitanika. Nepotpuno ispunjeni upitnici ne uzimaju u obzir.

### 3.3. Statistička obrada podataka

Na temelju odgovora anketnog upitnika ispituju se općeniti i pojedinačni stavovi o robotici. Također, na temelju odgovora o starosnoj dobi uspoređuje se imaju li pozitivniji stav prema robotici mlađa ili starija generacija fizioterapeuta. Prethodno navedeni podaci o ispitanicima prikupljeni provedbom anketnog upitnika (Google obrasca), obrađeni su unutar aplikacijskog programa Statistica verzija 13.3. (Stat.Soft Inc., Tulsa OK, USA) i pomoću aplikacije Microsoft Excel. Također, upotrebljavane su i metode deskriptivne statistike za prikaz podataka u tablicama. Za grafičke prikaze korišteni su kružni dijagrami i stupčasti dijagrami nacrtani u MsExcelu. Statistička značajnost procjenjivana je na razini statističke značajnosti  $p < 0,05$ . Od hipoteze 1 do hipoteze 1e, hipoteza se ispituje deskriptivnom statistikom pomoću aritmetičke sredine i standardne devijacije. Ostale hipoteze se testiraju t-testom za nezavisne uzorke ili Mann-Whitney testom ovisno o raspodjeli podataka.

Glavne varijable unutar ovoga istraživanja su općeniti stav o robotici, stav o robotu kao dobrom članu rehabilitacijskog tima, stav o nelagodnosti pacijenta u radu s robotom, stav o mogućim tehničkim greškama primjenom robota, stav o boljim i bržim rehabilitacijskim ishodima uz

primjenu robota i stav o mogućnosti da roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta. Sve varijable su numeričke, a bit će opisane aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom.

Nezavisna varijabla u ovom istraživanju je dob (od 18 do 35 godina i od 36 do 60 godina) te će bit prikazana nominalnom ljestvicom i opisana frekvencijom i postotcima , a zavisne varijable su općeniti stav o robotici, stav o robotu kao dobrom članu rehabilitacijskog tima, stav o nelagodi pacijenta u radu s robotom, stav o mogućim tehničkim greškama primjenom robota, stav o boljim i bržim rehabilitacijskim ishodima uz primjenu robota i stav o mogućnosti da roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.

#### 3.4. Etički aspekti istraživanja

Istraživanje će se provoditi pomoću anketnog upitnika (Google obrasca). Na početku upitnika će se objasniti ispitanicima da ispunjavanjem i predajom upitnika automatski pristaju na sudjelovanje u istraživanju i na korištenje njihovih podataka u svrhu istraživanja.

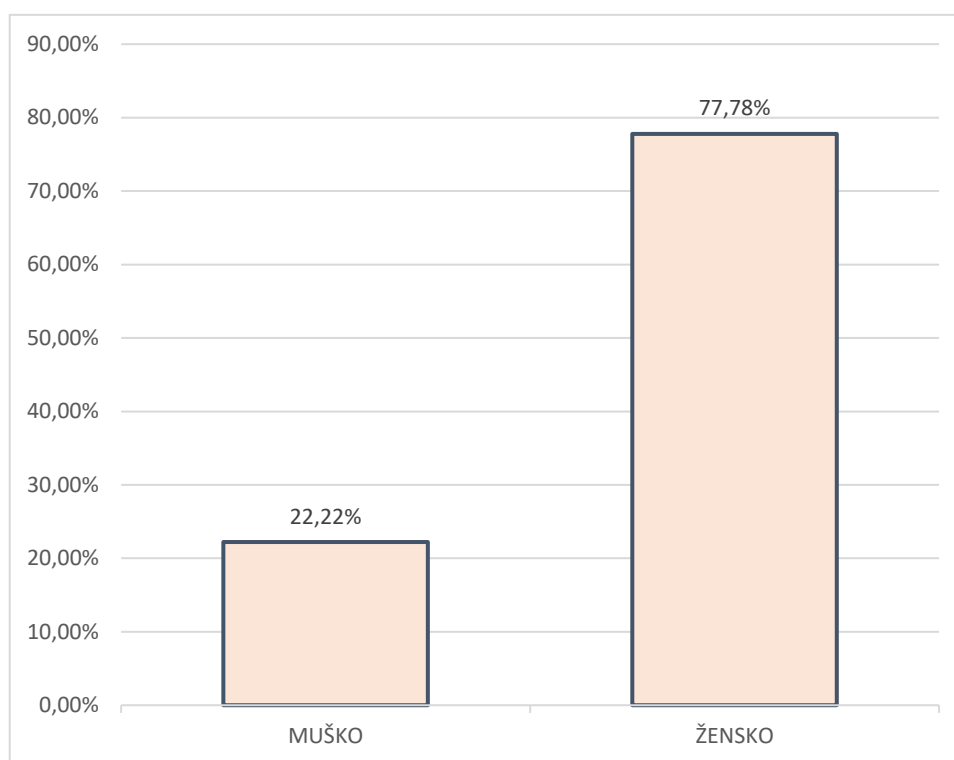
U istraživanju ne postoje sukobi interesa.

## 4. Rezultati

### 4.1. Podaci o ispitanicima

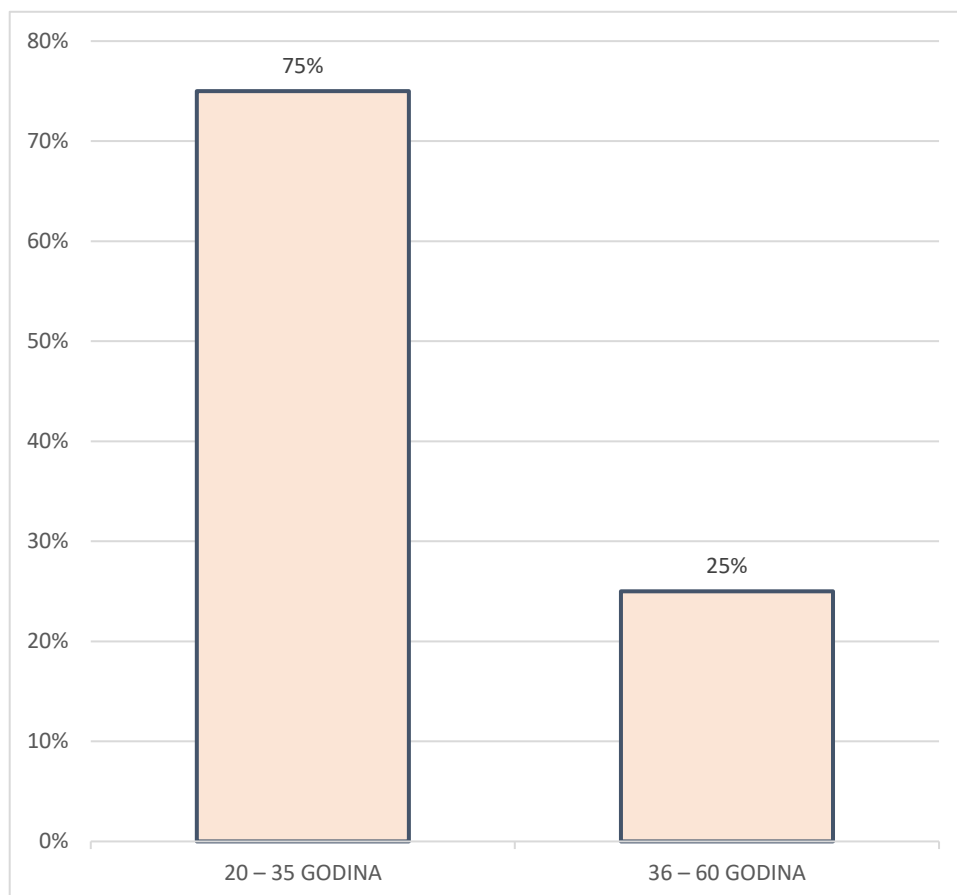
Unutar ovog istraživanja sudjelovalo je ukupno 180 ispitanika od kojih je 40(22,22%) muškog spola (22,22%) i 140 (77,78%) ženskog spola.

Slika 11. Prikaz spola ispitanika



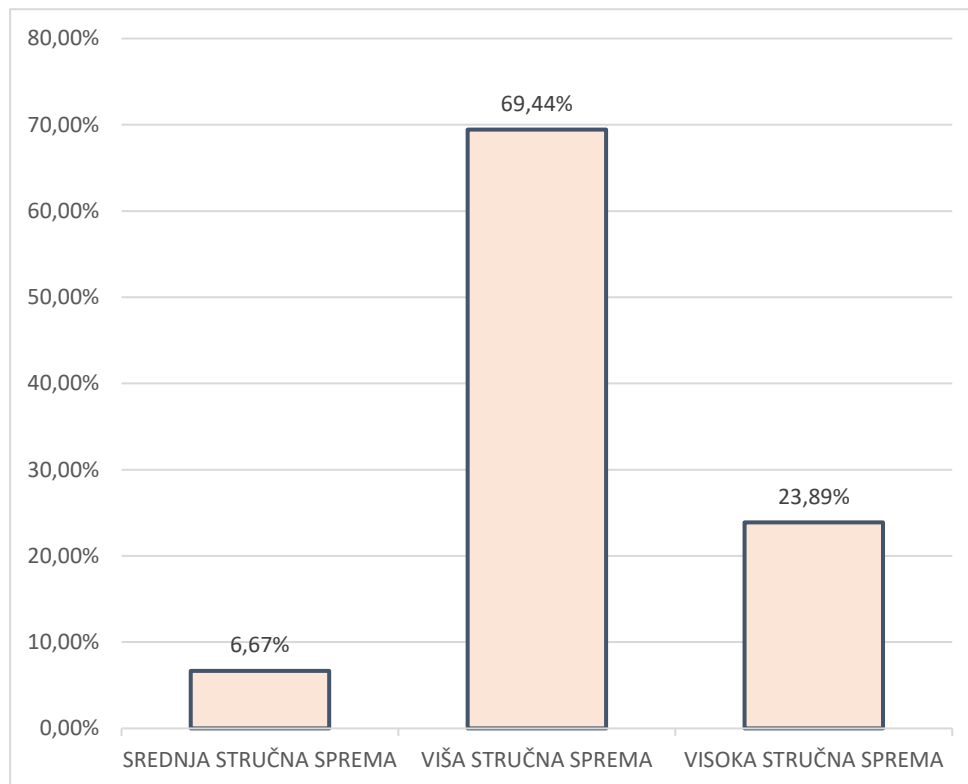
Ispitanici su s obzirom na dobnu skupinu podijeljeni na mlađu i stariju generaciju. Unutar prve dobne skupine nalaze se ispitanici mlađe generacije, odnosno starosne dobi od 20 do 35 godina, dok stariju generaciju čini dobna skupina od 36 do 60 godina. Mlađu generaciju ukupno je činilo 135 (75%) ispitanika, a stariju generaciju 45 (25%) ispitanika.

Slika 12. Prikaz dobnih skupina ispitanika



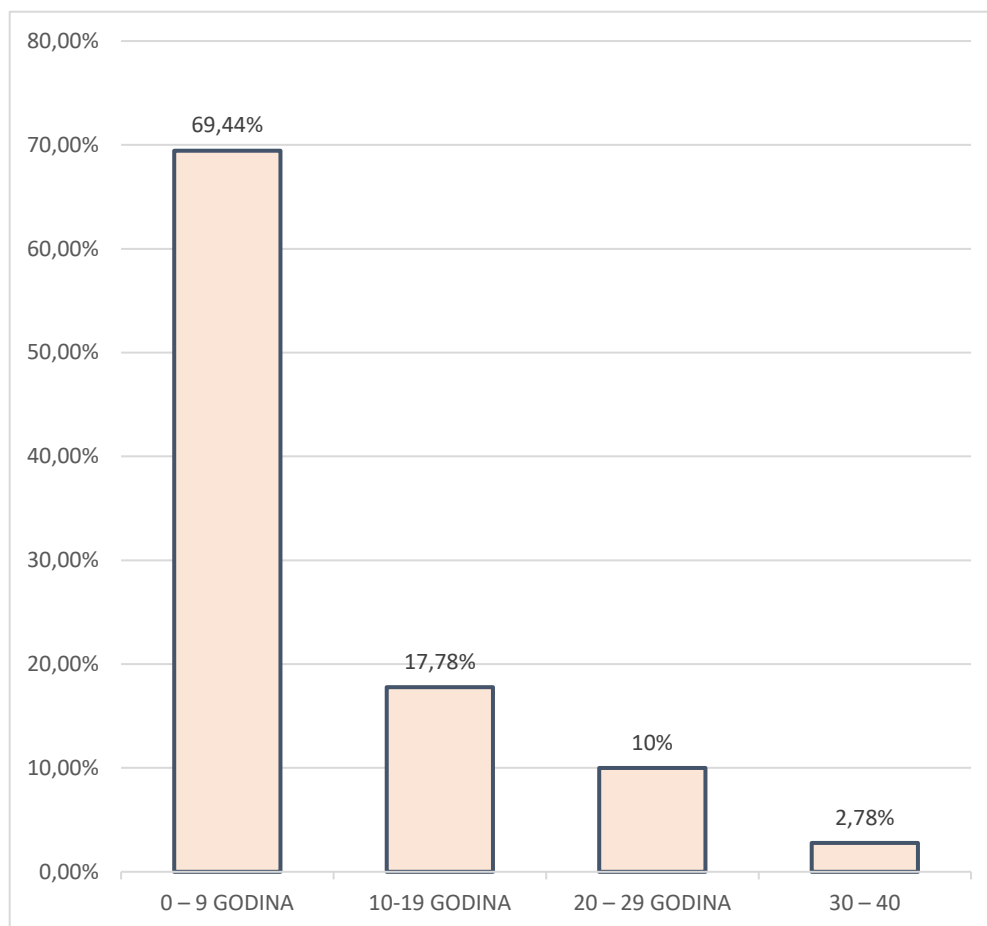
Od ukupno 180 ispitanika, 12 ispitanika je srednje stručne spreme, više stručne spreme je 125 ispitanika te 43 ispitanika je visoke stručne spreme.

Slika 13. Raspodjela ispitanika prema razini obrazovanja



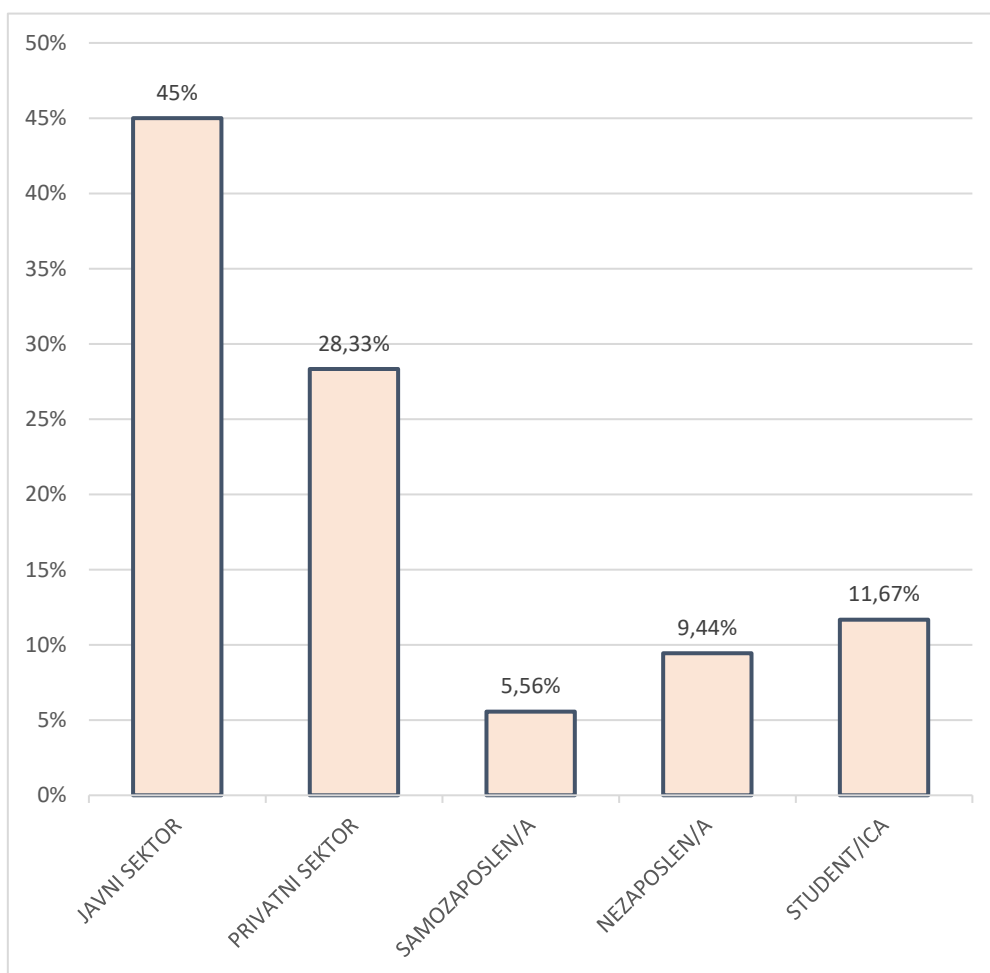
Radni staž ispitanika podijeljen je u četiri intervalne skupine. Najveći broj ispitanika ima između 0 i 9 godina radnog staža (69,44%).

Slika 14. Raspodjela ispitanika prema godinama radnog staža



Od ukupno 180 ispitanika, 81 je zaposleno u javnom sektoru, a 51 u privatnom sektoru. Njih 10 je samozaposleno, dok ih je 17 nezaposleno. Studente čine 21 ispitanik.

Slika 15. Raspodjela ispitanika prema zaposlenju





#### 4.2. Rezultati pozitivnosti cjelokupnog i pojedinog stava

U tablici 1. prikazani su rezultati cjelokupnog stava ispitanika. Najveći broj ispitanika ostvarilo je između 13 i 17 bodova što označava neutralan stav prema robotici u rehabilitaciji.

Tablica 1. Prikaz pozitivnost cjelokupnog stava

Razina pozitivnosti ukupnog stava	frekvencija	postotak
<b>5 – 12 (negativan stav)</b>	49	27,23
<b>13 – 17 (neutralan stav)</b>	105	58,33
<b>18 – 25 (pozitivan stav)</b>	26	14,44
<b>M</b>	<b>14,26</b>	
<b>SD</b>	<b>3,35</b>	

Tablica 2. prikazuje odgovore ispitanika na stav „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.“ Na taj stav, najviše ispitanika (40%) odgovorilo je kako se u potpunosti slažu s ovom tvrdnjom, odnosno dalo je ocjenu 5. Deskriptivnom statističkom obradom ukazuje se na to kako je srednja ocjena odgovora na ovaj stav 3,99.

Tablica 2. Prikaz pozitivnosti stava „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.“

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	M	SD
Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.	f	3	12	40	53	72	<b>3,99</b>	<b>1,02</b>
	%	1,67	6,67	22,22	29,44	40		

Tablica 3. prikazuje odgovor ispitanika na stav „Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.“ Najviše ispitanika (36,67%) odgovorilo je s ocjenom 3 odnosno da niti se slažu/ niti se ne slažu s ovom tvrdnjom. Deskriptivnom statističkom obradom ukupna ocjena svih ispitanika jest 2,79.

Tablica 3. Prikaz pozitivnosti stava „Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.“

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	M	SD
Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.	f	22	52	66	22	18	2,79	1,12
	%	12,22	28,89	36,67	12,22	10		

Tablica 4. prikazuje odgovore ispitanika na tvrdnju „Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu.“ Najveći broj ispitanika (31,66%) odgovorilo je s ocjenom 3 na ovu tvrdnju te deskriptivnom statistikom dobivena je aritmetička sredina odgovora 2,57.

Tablica 4. Tablica 4. Prikaz pozitivnosti stava "Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu."

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	M	SD
Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu.	f	38	48	57	27	10	2,57	1,14
	%	21,11	26,67	31,66	15	5,56		

Tablica 5. prikazuje odgovore ispitanika na tvrdnju „Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.“ Najčešći odgovor ispitanika (41,66%) bio je ocjena 3 te je deskriptivnom statistikom dobivena aritmetička sredina 3,22.

Tablica 5. Prikaz pozitivnosti stava „Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.“

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	M	SD
Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.	f	18	19	75	41	27	3,22	1,13
	%	10	10,56	41,66	22,78	15		

Tablica 6. prikazuje odgovore ispitanika na tvrdnju „Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta“ te je najčešći odgovor među ispitanicima bila ocjena 1 (58.89%). Deskriptivnom statističkom obradom dobivena je aritmetička sredina 1,68.

Tablica 6. Prikaz pozitivnosti stava „Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.“ između mlađe i starije generacije fizioterapeuta"

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	M	SD
Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.	f	106	42	18	11	3	1,68	0,99
	%	58,89	23,33	10	6,11	1,67		

U tablici 7. uspoređivala se pozitivnost cjelokupnog stava između mlađe i starije generacije fizioterapeuta t-testom za nezavisne uzorke. T-testom za nezavisne uzroke dobiven je rezultat da je  $p > 0,05$  te nema statistički značajne razlike.

Tablica 7. Usporedba pozitivnosti cjelokupnog stava između starije i mlađe generacije fizioterapeuta

Razina pozitivnosti ukupnog stava	Mlađa generacija fizioterapeuta		Starija generacija fizioterapeuta		p vrijednost
	frekvencija	postotak	frekvencija	postotak	
<b>5 – 12 (negativan stav)</b>	36	26,67	13	28,89	0,171
<b>13 – 17 (neutralan stav)</b>	79	58,52	26	57,78	
<b>18 – 25 (pozitivan stav)</b>	20	14,81	6	13,33	

U tablici 8. uspoređivala se pozitivnost pojedinačnog stava između mlađe i starije generacije fizioterapeuta na stav „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.“ U grupi mlađe generacije najčešći odgovor ispitanika (44,44%) bila je ocjena 5, dok je najčešći odgovor starije generacije (33,33%) bila ocjena 4. Mann-Whitney testom obrađena je usporedba dviju generacija te se pokazalo kako postoji statistički značajna razlika između dvije grupe ( $p=0,028$ ).

Tablica 8. Usporedba stava „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.“ između starije i mlađe generacije fizioterapeuta."

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	p vrijednost	
Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.	MG	f	1	7	29	38	60	0,028
		%	0,74	5,22	21,48	28,15	44,44	
	SG	f	2	5	11	12	12	
		%	4,44	11,11	24,44	33,33	26,68	

Tablicom 9. prikazana je usporedba mlađe i starije generacije na stav „Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.“ Najčešći odgovor mlađe generacije (33,33%) kao i starije generacije (46,67%) bila je ocjena 3 na ovaj stav. Mann-Whitney testom nije dobivena statistički značajna razlika ( $p=0,271$ ) prilikom usporedbe stava između dviju skupina.

Tablica 9. Usporedba stava „Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.“ između mlađe i starije generacije fizioterapeuta

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	P vrijednost	
Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.	MG	f	17	43	45	19	0,271	
		%	12,59	31,85	33,33	14,07		8,15
	SG	f	5	9	21	3		7
		%	11,1	20	46,67	6,67		15,56

Tablicom 10. prikazana je usporedba mlađe i starije generacije na stav „Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu.“ Najčešći odgovor mlađe generacije na ovu tvrdnju bila je ocjena 3 (31,85%). Najčešći odgovori starije generacije bile su ocjene 2 (31,11%) i 3 (31,11%). Statističkom obradom Mann Whitney testom pokazalo se kako nema statistički značajne razlike između dviju skupina ( $p=0,469$ ).

Tablica 10. Usporedba stava „Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu.“ između mlađe i starije generacije fizioterapeuta

Stav	Odgovor	1	2	3	4	5	P vrijednost	
Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu.	MG	f	28	34	43	24	0,469	
		%	20,74	25,19	31,85	17,78		4,44
	SG	f	10	14	14	3		4
		%	22,22	31,11	31,11	6,67		8,89

U tablici 11. uspoređivala se pozitivnost pojedinačnog stava između mlađe i starije generacije fizioterapeuta na stav „Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.“ Većina ispitanika mlađe generacije odgovorilo je na ovaj stav s ocjenom 3 (42,96%). Ispitanici starije generacije također su najčešće dali ocjenu 3 (37,77%) na ovu tvrdnju. Provedenim Mann-Whitney testom pokazalo se kako nema statistički značajne razlike između dviju skupina ( $p=0,748$ ).

Tablica 11. Usporedba stava „Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.“

Stav	Odgovor		1	2	3	4	5	P vrijednost
	Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.	MG	f	12	12	58	29	
%			8,89	8,89	42,96	21,48	17,78	
SG		f	6	7	17	12	3	
		%	13,33	15,56	37,77	26,67	6,67	

Tablicom 12. prikazana je usporedba mlađe i starije generacije na stav „Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta. Mlađa generacija (55,55%) kao i starija generacija (68,89%) na ovu tvrdnju su odgovorile s ocjenom 1 odnosno stavom „Uopće se ne slažem.“ Mann-Whitney testom nije utvrđena statistički značajna razlika između dviju skupina ( $P=0,298$ ).

Tablica 12. Usporedba stava „Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.“ Između mlađe i starije generacije.

Stav	Odgovor		1	2	3	4	5	P vrijednost
	Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.	MG	f	75	37	12	8	
%			55,55	27,41	8,89	5,93	2,22	
SG		f	31	5	6	3	0	
		%	68,89	11,11	13,33	6,67	0	

## 5. Rasprava

Prva hipoteza ovog istraživanja se odbacuje zbog toga što najveći broj ispitanik ostvarilo između 13 i 17 bodova što pokazuje da imaju neutralan stav prema robotici ( $M=14,26$ ,  $SD=3,35$ ). Pretraživanjem dostupne online literature nije se pronašao rad koji direktno ispituje opći stav fizioterapeuta o robotskoj rehabilitaciji. Kako god, postoje radovi koji ispituju mišljenja fizioterapeuta o robotici u rehabilitaciji nakon implementacije iste. Flynn i suradnici su 2019. godine proveli istraživanje čiji je cilj bio istražiti opažanja radnih terapeuta i fizioterapeuta o robotskoj rehabilitaciji za gornje ekstremitete te ispitati potencijalne prepreke i mogućnosti za uvođenje robotskog uređaja u njihovoj rehabilitacijskoj ustanovi. Njihovo istraživanje pokazalo je kako su terapeuti imali izuzetno pozitivan stav prema uvođenju robotske rehabilitacije za gornje ekstremitete. Radni terapeuti kao i fizioterapeuti prikazali su optimistični pogled na korištenje robotske rehabilitacije jer su smatrali kako ona može pomoći u rješavanju kliničkih izazova koji postoje u pružanju učinkovitih količina smislene terapije, osobite za osobe koje su preživjele moždani udar. Terapeuti su se također izjasnili kako su uočili da robotska rehabilitacija za gornje ekstremitete pacijentu može pružiti ponavljajuću i motivirajuću intervenciju. Osim toga, izrazili su mišljenje kako bi robotska rehabilitacija za gornje ekstremitete mogla biti učinkovita u poboljšanju kvalitete i kvantitete rehabilitacije koja se pruža osobama s teškim oštećenjima gornjih ekstremiteta nakon moždanog udara. Iako su terapeuti pokazali sveukupni pozitivan stav prema uvođenju robotike u rehabilitaciji, također su izrazili određena ograničenja. Izjasnili su se kako je izuzetno bitno da se uloži u edukaciju većeg broja terapeuta o korištenju robotskih uređaja u slučaju da educirani terapeut u trenutku korištenja robota nije dostupan. Također su iskazali zabrinutost o određivanju koji pacijenti su prikladni za primjenu robotske rehabilitacije. Pokazali su oklijevanje u provedbi robotske rehabilitacije kada postoji stvarni ili percipirani rizik od ozljeđivanja pacijenta (42).

Slično istraživanje su proveli i Mortenson i suradnici. Oni su intervjuirali deset fizioterapeuta kako bi istražili njihova iskustva s uvođenjem egzoskeletnih robota u njihovom kanadskom rehabilitacijskom centru. U svom istraživanju izjasnili su poteškoće terapeuta prilagođavanja novoj vrsti terapije. Glavni izazov za terapeute bio je narušavanje ustaljenih obrazaca ponašanja i mijenjanje kliničkog razmišljanja. Također se pokazalo kako se neki terapeuti suzdržavaju okretanju robotskoj rehabilitaciji zbog napredne tehnologije egzoskeleta te truda koji je potrebno uložiti za učenje korištenja uređaja. Zabrinutost terapeuta također se javila zbog složenosti uređaja te mogućnosti da se njih okrivi za potencijalne sigurnosne probleme.

Ispitanici su ujedno izrazili i veliki broj neodgovorenih pitanja u uređaju kao što su njegova učinkovitost i isplativost. Izjasnili su kako ne treba uzeti u obzir samo rezultate pacijenata, već i utjecaj na terapeute u smislu stope ozljede prilikom korištenja uređaja, kognitivno opterećenje uključeno u podučavanje korištenja uređaja i pragmatična pitanja vezana uz kadrovske resurse i potrebno vrijeme za postavljanje. Nadalje, sudionici su bili zabrinuti da bi uređaj mogao potaknuti nerealna očekivanja kod nekih pacijenata. To je stvorilo dodatni teret za terapeute koji su morali pokušati upravljati očekivanjima pacijenata koji, u cjelini, općenito precjenjuju potencijalne dobrobiti intervencije i podcjenjuju potencijalne štete (43).

Nadalje, unutar ovog istraživanja također su se ispitali pojedinačni stavovi svakog ispitanika o robotici u rehabilitaciji. Ispitanici su pozitivan stav pokazali prema tvrdnji „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima“ gdje je srednja ocjena odgovora bila 3,99 (SD=1,02). Prema tome podatku, 1a hipoteza se potvrđuje. Zanimljivo je istaknuti da iako osobe smatraju da roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima, većina ispitanika dala je neutralan odgovor na tvrdnju „Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.“ Na ovaj stav srednja ocjena odgovora bila je 3.22 (SD=1,13). Ispitanici su također dali neutralne odgovore na stavove „Pacijentu ne može biti nelagodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom“ (M=2,79, SD=1,22) i „Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu.“ (M=2,57, SD=1,14). Time se odbacuju hipoteze 1b, 1c i 1d. Na temelju ovih neutralnih odgovora, može se zaključiti da fizioterapeuti koji su sudjelovali u ovom istraživanju vjerojatno nisu dovoljno zainteresirani i educirani o robotici kako bi konkretno odgovorili na ponuđene tvrdnje. S druge strane, na stav „Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta“, srednja ocjena odgovora bila je 1,68 (SD=0,99) te se hipoteza 1e također odbacuje. S obzirom na rezultate drugih stavova, može se zaključiti da ispitanici u ovom istraživanju smatraju da roboti ne mogu biti dovoljno dobro programirani kako bi mogli samostalno obaviti kvalitetan rad s pacijentom. Gorišek Miksić i suradnici su proveli 2019. godine slično istraživanje ovome gdje su također ispitivali pojedinačne stavove studenata sestrinstva, liječnika i građanstva o primjeni robotike u medicini. Slično ovome istraživanju, Gorišek Miksić i suradnici su dobili rezultat da doktori i građani smatraju da roboti mogu biti dobri članovi medicinskog tima, iako se studenti sestrinstva s time nisu složili. Njihovi rezultati su također pokazali da veliki dio njihovih ispitanika smatra da roboti mogu biti izuzetno pogrešivi i da može doći do čestih tehničkih grešaka. Također, u svom radu prikazuju kako odgovori liječnika i studenata sestrinstva upućuju na etičke dileme, osobito u području komunikacije i empatije u odnosu



između robota i pacijenta. Rezultati njihovog istraživanja su ujedno pokazali kako njihovi ispitanici smatraju da roboti ne mogu i da nikada neće moći zamijeniti medicinsko osoblje (44). Nadalje, postoji veliki broj objavljenih istraživanja u kojem se uspoređuju ishodi klasične rehabilitacije u odnosu na robotsku rehabilitaciju. Samostalna robotska rehabilitacija, kao i asistirana robotska rehabilitacija omogućila je poboljšanje motoričkih aktivnosti i grube motorike, kognitivnih sposobnosti, pokretljivosti udova osobito nakon moždanih udara i sveobuhvatne aktivnosti svakodnevnog života (45,46,47,48). Također se značajno smanjila bol kod pacijenata (49). Iako robotska rehabilitacija pokazuje izuzetnu uspješnost u rehabilitaciji pacijenata, osobito neuroloških, neki autori objašnjavaju kako se najbolji rezultati postignu kombinacijom robotske i uobičajene rehabilitacije (50,51). Dakle, kombinacija robotske i klasične rehabilitacije uistinu može postići brže i bolje ishode rehabilitacije. Također su mnoga istraživanja pokazala kako mnogi fizioterapeuti i zdravstveni djelatnici smatraju da je robotska rehabilitacija prihvatljiva i korisna te zabavna i zanimljiva (52,53,54). Mnogi zdravstveni djelatnici smatraju kako robotska rehabilitacija može imati dobar učinak na fizički, psihološki i socijalni aspekt pacijenta (52). U tim istraživanjima se također ispostavilo kako pacijenti nemaju negativnu nastrojenost prema robotima, već što više, željeli su ih koristiti. Čak i u slučajevima kada su pacijenti bili posramljeni zbog korištenja uređaja, ti osjećaji bili su nadjačani dobrobitima korištenja robota u rehabilitaciji (52).

Osim prikazati ukupan stav i pojedinačne stavove ispitanika, cilj ovog istraživanja je također bio usporediti ukupan i pojedinačni stav između starije i mlađe generacije fizioterapeuta. Usporedbom razine pozitivnosti ukupnog stava između mlađe i starije generacije fizioterapeuta nije se pokazala statistički značajna razlika te se hipoteza 2 odbacuje.

Provedba usporedbe pozitivnosti pojedinog stava između starije i mlađe generacije fizioterapeuta pokazala je statističku značajnu razliku jedino u prvom stavu „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.“ ( $p=0,028$ ) te se hipoteza 2a potvrđuje. Prilikom usporedbe ostala četiri stava, nije bilo statistički značajne razlike između mlađe i starije generacije fizioterapeuta. Prema tome, hipoteze 2b, 2c, 2d i 2e se odbacuju. Statistički značajna razlika u prvom stavu nam može ukazati na to da su mlađe generacije malo otvorenije prema primjeni robotike u rehabilitaciji u odnosu na stariju generaciju, ali s obzirom na opovrgnutosti ostalih hipoteza, pitanje je koliko je mlađa generacija fizioterapeuta uistinu pozitivnija prema robotici u rehabilitaciji.

Prema svim pronađenim istraživanjima može se utvrditi kako je robotska rehabilitacija prvenstveno dizajnirana i implementirana najčešće u neurološkoj rehabilitaciji. Pokazala se kao izuzetno dobra terapija za rješavanje motoričkih oštećenja. Za razliku od ostatka svijeta, gdje je robotika već izuzetno uznapredovala i implementirana u različitim bolničkim i rehabilitacijskim centrima, ne može se reći isto za Republiku Hrvatsku. Tako mali broj primjene robotske rehabilitacije stvarno pokazuje kako robotika i dalje nije uistinu zaživjela u Republici Hrvatskoj. S obzirom na mali broj ustanova koje primjenjuju robotiku u svojoj rehabilitaciji, postoji i mali broj fizioterapeuta koji su zapravo upoznati s robotikom i njezinom primjenom. Unatoč takvoj činjenici, rezultati ovog istraživanja nisu u potpunosti iznenađujući. Ipak, prilikom tumačenja ovih rezultata, potrebno je uzeti u obzir kako je uzorak ispitanika izuzetno mali i nasumično biran te postoji mogućnost različitih rezultata na većem i drugom uzorku fizioterapeuta.

Pregledom dobivenih rezultata ovog istraživanja, može se zaključiti da u Republici Hrvatskoj robotika u rehabilitaciji nije tema s kojom se fizioterapeuti svakodnevno susreću u svom poslovnom okruženju. Ove rezultate moglo bi se iskoristiti za bolje planiranje budućnosti u smislu organizacija različitih seminara i edukacija na temu robotike u rehabilitaciji kako bi fizioterapeuti mogli dati konkretnije mišljenje o samoj primjeni robotike u rehabilitaciji.

## 6. Zaključci

Na temelju podataka dobivenih od 180 ispitanika, može se zaključiti da fizioterapeuti uglavnom nemaju pozitivan stav prema robotici, stoga se hipoteza 1 ne potvrđuje.

Također, na temelju odgovora 180 ispitanika ne potvrđuju se ni hipoteze 1b, 1c, 1d i 1e.

Hipoteza 1a navodi da fizioterapeuti smatraju da roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima te na temelju deskriptivne statistike, ova hipoteza se potvrđuje.

Hipoteza 2 koja navodi da mlađe generacije imaju pozitivniji stav prema robotici u odnosu na stariju generaciju fizioterapeuta se odbacuje s obzirom da ne postoji statistički značajna razlika.

Hipoteza 2a koja navodi da mlađa generacija fizioterapeuta ima pozitivniji stav prema robotu kao dobrom članu rehabilitacijskog tima u odnosu na stariju generaciju se prihvaća s obzirom na statistički značajnu razliku.

Hipoteze 2b, 2c, 2d i 2e se također odbacuju zbog ne postojanja statistički značajne razlike između starije i mlađe generacije fizioterapeuta.

## LITERATURA

1. Wikipedia: the free encyclopedia [Internet]. Karel Čapek. [pristupljeno: 10.5.2022.]. Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Karel\\_%C4%8Capek](https://en.wikipedia.org/wiki/Karel_%C4%8Capek)
2. Moore EJ. Robotic surgery. Encyclopedia Britannica [Internet]. 2018 Nov 23. [pristupljeno 10.05.2022.] Dostupno na: <https://www.britannica.com/science/robotic-surgery#ref1225036>
3. Krebs HI, Volpe BT. Rehabilitation robotics. *Handb Clin Neurol*. 2013;110:283-294. doi:10.1016/B978-0-444-52901-5.00023-X
4. Stein J. Robotics in rehabilitation: technology as destiny. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2012 Nov;91(11 Suppl 3):S199-203. doi: 10.1097/phm.0b013e31826bcbbd
5. Builtin. Robotics: What are Robots? Robotics Definition & Uses. <https://builtin.com/robotics>
6. Thomas a Xometry Company [Internet]. The history of robots and robotics. [pristupljeno 10.07.2022.] Dostupno na: <https://www.thomasnet.com/articles/automation-electronics/history-of-robotics/>
7. <https://www.asor.org/wp-content/uploads/2020/03/Mayor-ANE-Today-March-2020.pdf>
8. Iavazzo C, GkegkE XD, Iavazzo P, Gkegkes ID. RAZVOJ ROBOTA KROZ POVIJEST DO „DA VINCIJEVOG ROBOTA“. *Acta medico-historica Adriatica* [Internet]. 2014 [pristupljeno 12.07.2022.];12(2):247-258. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/134983>
9. Sack H. SciHi Blog [Internet]. Jacques de Vaucanson and his Miraculous Automata; 2018 Feb 24 [pristupljeno 12.07.2022.] Dostupno na: <http://scihi.org/jacques-de-vaucanson-automata/>
10. University of Minnesota [Internet]. Who was Charles Babbage [pristupljeno 12.07.2022.] Dostupno na: <https://cse.umn.edu/cbi/who-was-charles-babbage>
11. McFadden C. The History of Robots: From 400 BC Archytas to the Boston Dynamics Robot Dog. *Interesting engineering* [Internet]. 2020 July 7. [pristupljeno: 12.07.2022.] Dostupno na: <https://interestingengineering.com/innovation/the-history-of-robots-from-the-400-bc-archytas-to-the-boston-dynamics-robot-dog>

12. Simon M. The WIRED Guide to Robots. Wired [Internet] 2020, April 16. [pristupljeno: 12.07.2022.] Dostupno na: <https://www.wired.com/story/wired-guide-to-robots/>
13. Stanford University [Internet]. Robotics: A brief history. [pristupljeno: 12.07.2022.] Dostupno na: <https://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/1998-99/robotics/history.html>
14. Jeremy Normans's HistoryofInformation.com [Internet]. Asimov's Three Laws of Robotics + the Zeroth Law. [pristupljeno: 14.07.2022.] Dostupno na: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=4108>
15. Jeremy Normans's HistoryofInformation.com [Internet]. Grey Walter Constructs the First Electronic Autonomous Robots; the Origin of Social Robotics. [pristupljeno: 13.07.2022.] Dostupno na: <https://historyofinformation.com/detail.php?id=668>
16. Association for advancing automation [Internet]. Unimate// The First Industrial Robot. [pristupljeno: 13.07.2022.] Dostupno na: <https://www.automate.org/a3-content/joseph-engelberger-unimate>
17. Computer History Museum [Internet]. The Stanford Arm 1988. [pristupljeno: 13.07.2022.] Dostupno na: <https://www.computerhistory.org/collections/catalog/102723508>
18. SRI International [Internet]. Shakey the Robot. [prustupljeno: 13.07.2022. Dostupno na: <https://www.sri.com/hoi/shakey-the-robot/>
19. Thompson C. 13 Milestones in the History of Robotics. Aventine [Internet]. 2013. [pristupljeno: 13.07.2022.] Dostupno na: <https://www.aventine.org/robotics/history-of-robotics>
20. History Computer Staff. Kiva Systems: One of the Worlds' Most Important Companies?. HC [Internet]. 2022, May 6. [pristupljeno: 13.07.2022.] Dostupno na: <https://history-computer.com/kiva-systems-history/>
21. Robots: Your guide to the world of robotics [Internet]. BigDog. [pristupljeno: 14.07.2022.] Dostupno na: <https://robots.ieee.org/robots/bigdog/>
22. Wikipedia: the free encyclopedia [Internet]. Bigdog, [pristupljeno: 14.07.2022.] Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/BigDog>
23. Hanson Robotics [Internet]. Sophia, [pristupljeno: 15.07.2022.] Dostupno na: <https://www.hansonrobotics.com/sophia/>
24. Hanna KT. robotics. TechTarget Whatis.com [Internet], [pristupljeno: 15.07.2022.] Dostupno na: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/robotics>

25. Anderson DL, Gottlieb J. I. Pre-Programmed Robots. The Mindproject [Internet]. 2011, [pristupljeno: 20.07.2022.] Dostupno na: [https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical\\_robotics/prepro.html](https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical_robotics/prepro.html)
26. Anderson DL, Gottlieb J. I. Teleoperated Robots. The Mindproject [Internet]. 2011, [pristupljeno: 20.07.2022.] Dostupno na: [https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical\\_robotics/teleo.html](https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical_robotics/teleo.html)
27. Anderson DL, Gottlieb J. Augmenting Robots. The Mindproject [Internet]. 2011, [pristupljeno: 20.07.2022.] Dostupno na: [https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical\\_robotics/augmenting.html](https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical_robotics/augmenting.html)
28. Kaspersky [Internet]. What are bots? – Definition and Explanation [pristupljeno: 20.07.2022.] Dostupno na: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-are-bots>
29. Kasina, Hruday et al. Robots in Medicine: Past, Present and Future. *Int. J. Manuf. Mater. Mech. Eng.* 7 (2017): 44-64. doi:10.4018/IJMMME.2017100104
30. Smith-Guerin, N., Nouaille, L., Vieyres, P., & Poisson, G. A medical robot kinematics design approach based on knowledge management. *Industrial Robot: An International Journal*, 2008; 35(4), 316–323. doi:10.1108/01439910810876418
31. Susilo, E., Valdastrì, P., Menciassi, A., & Dario, P. A miniaturized wireless control platform for robotic capsular endoscopy using advanced pseudokernel approach. *Sensors and Actuators. A, Physical*, 2009; 156(1), 49–58. doi:10.1016/j.sna.2009.03.036
32. Napper, S. A., & Seaman, R. L. Applications of robots in rehabilitation. *Robotics and Autonomous Systems*, 1989; 5(3), 227–239. doi:10.1016/0921-8890(89)90047-X
33. Schmidt, L., Hegenberg, J., & Cramar, L. User studies on teleoperation of robots for plant inspection. *Industrial Robot: An International Journal*, 2014; 41(1), 6–14. doi:10.1108/IR-02-2013-325
34. Wikipedia: the free encyclopedia [Internet]. Rehabilitation Robotics. Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rehabilitation\\_robotics](https://en.wikipedia.org/wiki/Rehabilitation_robotics) pristupljeno: 25.05.2022.
35. Kyrarini, M., Lygerakis, F., Rajavenkatanarayanan, A., Sevastopoulos, C., Nambiappan, H. R., Chaitanya, K. K., Babu, A. R., Mathew, J., & Makedon, F. A Survey of Robots in Healthcare. *Technologies*, 2021; 9(1), 8. doi:10.3390/technologies9010008

36. Laut, J., Porfiri, M., & Raghavan, P. The Present and Future of Robotic Technology in Rehabilitation. *Current physical medicine and rehabilitation reports*, 2016; 4(4), 312–319. doi: 10.1007/s40141-016-0139-0
37. Erjavec L, Telebuh M, Grozdek Čovčić G, Delaš K. Robotika i neurofizioterapija nakon moždanog udara. *Journal of Applied Health Sciences = Časopis za primijenjene zdravstvene znanosti* [Internet]. 2019 [pristupljeno: 15.08.2022.] 5(2):237-242 Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/226595>
38. Esquenazi A, Mukul T. Robotics for Lower Limb Rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2019; S1047965118308763–. doi:10.1016/j.pmr.2018.12.012
39. Aritheria Specijalna Bolnica. [Internet] Robotski uređaji za gornje ekstremitete. [pristupljeno: 17.08.2022.] Dostupno na: <https://robotska-neurorehabilitacija.eu/gornji-ekstremiteti/>
40. Poliklinika Glavić [Internet]. Armeo Spring. [pristupljeno: 17.08.2022.] Dostupno na: <https://www.poliklinika-glavic.hr/neuro-rehabilitation-robotics-review/armeo-spring-zagreb>
41. Jovanović S. Fizioterapija i robotika – najmoćniji spoj u suvremenoj medicini. *She* [Internet]. 2019. [pristupljeno: 10.09.2022] Dostupno na: <https://she.hr/fizioterapija-i-robotika-najmocniji-spoj-u-suvremenoj-medicini/>
42. Flynn N, Kuys S, Froude E, Cooke D. Introducing robotic upper limb training into routine clinical practice for stroke survivors: Perceptions of occupational therapists and physiotherapists. *Australian Occupational Therapy Journal*, 2019; (66)4, 530-538 doi: 10.1111/1440-1630.12594
43. Mortenson, W Ben et al. “Therapists' experience of training and implementing an exoskeleton in a rehabilitation centre.” *Disability and rehabilitation*, 2022; vol. 44,7:1060-1066. doi:10.1080/09638288.2020.1789765
44. Gorišek Miksić N., Markač Horvatin I., Reberšek Gorišek J. Ali lahko robot v bodočnosti nadomesti zdravnika? *Medicina, pravo in družba: Globalizacija medicine v 21. stoletju*. [Internet]. 2019, 3-15 [pristupljeno: 20.08.2022. Dostupno na: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/398>
45. Dehem, S., Gilliaux, M., Stoquart, G., Detrembleur, C., Jacquemin, G., Palumbo, S., Frederick, A., & Lejeune, T. Effectiveness of upper-limb robotic-assisted therapy in the early rehabilitation phase after stroke: A single-blind, randomised, controlled

- trial. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019; 62(5), 313–320. doi: 10.1016/j.rehab.2019.04.002
46. Singh, N., Saini, M., Kumar, N., Srivastava, M., & Mehndiratta, A. Evidence of neuroplasticity with robotic hand exoskeleton for post-stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2021; 18(1), 76. doi: 10.1186/s12984-021-00867-7
47. Manuli, A., Maggio, M. G., Latella, D., Cannavò, A., Balletta, T., De Luca, R., Naro, A., & Calabrò, R. S. Can robotic gait rehabilitation plus Virtual Reality affect cognitive and behavioural outcomes in patients with chronic stroke? A randomized controlled trial involving three different protocols. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 2020; 29(8), 104994. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104994
48. Calabrò, R. S., Filoni, S., Billeri, L., Balletta, T., Cannavò, A., Militi, A., Milardi, D., Pignolo, L., & Naro, A. Robotic Rehabilitation in Spinal Cord Injury: A Pilot Study on End-Effectors and Neurophysiological Outcomes. *Annals of biomedical engineering*, 2021; 49(2), 732–745. doi: 10.1007/s10439-020-02611-z
49. Villafaña, J. H., Taveggia, G., Galeri, S., Bissolotti, L., Mullè, C., Imperio, G., Valdes, K., Borboni, A., & Negrini, S. Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *Hand (New York, N.Y.)*, 2018; 13(1), 95–102. doi: 10.1177/1558944717692096
50. Iwamoto, Y., Imura, T., Suzukawa, T., Fukuyama, H., Ishii, T., Taki, S., Imada, N., Shibukawa, M., Inagawa, T., Araki, H., & Araki, O. Combination of Exoskeletal Upper Limb Robot and Occupational Therapy Improve Activities of Daily Living Function in Acute Stroke Patients. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 2019; 28(7), 2018–2025. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.03.006
51. Kim, H. Y., Shin, J. H., Yang, S. P., Shin, M. A., & Lee, S. H. Robot-assisted gait training for balance and lower extremity function in patients with infratentorial stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2019; 16(1), 99. doi: 10.1186/s12984-019-0553-5
52. Lapidou, D., Curtis, F., Akanuwe, J. *et al.* Patient, carer, and staff perceptions of robotics in motor rehabilitation: a systematic review and qualitative meta-synthesis. *J NeuroEngineering Rehabil*, 2021; 18, 181 doi: 10.1186/s12984-021-00976-3



53. Li L, Tyson S, Weightman A. Professionals' Views and Experiences of Using Rehabilitation Robotics With Stroke Survivors: A Mixed Methods Survey. *Front Med Technol.* 2021 Nov 11;3:780090. doi: 10.3389/fmedt.2021.780090
54. McDonald C, Fingleton C, Murphy S, Lennon O. “Go in with an open mind”: Perceptions of exoskeleton use during gait rehabilitation in an acute hospital setting following stroke. *Research Square*; 2022. DOI: 10.21203/rs.3.rs-1325223/v1.

## PRILOZI

### PRILOG A: Anketni upitnik

Poštovani,

ovaj upitnik se provodi u svrhu istraživanja za potrebe izrade seminarskog rada s nazivom „Stavovi fizioterapeuta o robotici u rehabilitaciji“ na Sveučilišnom diplomskom studiju Fizioterapije Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci.

Zabilježeni odgovori su potpuno anonimni te im se pristupa s uobičajenim standardima visoke akademske prakse uključujući i prava iz Zakona o zaštiti osobnih podataka (GDPR) te će se isti koristiti samo u svrhu statističke obrade i izrade seminarskog rada.

Upitnik se sastoji ukupno od 10 pitanja (5 općih o ispitaniku i 5 o stavovima koji odgovaraju ispitaniku koji ispunjava upitnik). Trajanje upitnika je od 2 do 3 minute.

Ispunjavanjem upitnika daje se pristanak na uporabu navedenih podataka u svrhu statističke obrade i izrade seminarskog rada.

Hvala Vam na sudjelovanju i uloženom vremenu.

Barbara Martić

[bmartic@student.uniri.hr](mailto:bmartic@student.uniri.hr)

#### 1. Spol

- MUŠKO
- ŽENSKO

#### 2. Dob (u godinama)?

---

#### 3. Razina obrazovanja?

- Srednja stručna sprema
- Viša stručna sprema

- Visoka stručna sprema

#### 4. Radni staž (u godinama?)

---

#### 5. Zaposlenje?

- Javni sektor
- Privatni sektor
- Samozaposeln/a
- Nezaposlen/a
- Student/ica

#### 6. Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.

- 1 (uopće se ne slažem)
- 2 (uglavnom se ne slažem)
- 3 (niti se ne slažem/niti se slažem)
- 4 (djelomično se slažem)
- 5 (u potpunosti se slažem)

#### 7. Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.

- 1 (uopće se ne slažem)
- 2 (uglavnom se ne slažem)
- 3 (niti se ne slažem/niti se slažem)
- 4 (djelomično se slažem)
- 5 (u potpunosti se slažem)

8. Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu (npr. forsiranje većeg opsega pokreta od mogućeg, preveliki otpor pri vježbi, itd.).

- 1 (uopće se ne slažem)
- 2 (uglavnom se ne slažem)
- 3 (niti se ne slažem/niti se slažem)
- 4 (djelomično se slažem)
- 5 (u potpunosti se slažem)

9. Primjenom robota mogu postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.

- 1 (uopće se ne slažem)
- 2 (uglavnom se ne slažem)
- 3 (niti se ne slažem/niti se slažem)
- 4 (djelomično se slažem)
- 5 (u potpunosti se slažem)

10. Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.

- 1 (uopće se ne slažem)
- 2 (uglavnom se ne slažem)
- 3 (niti se ne slažem/niti se slažem)
- 4 (djelomično se slažem)
- 5 (u potpunosti se slažem)

## PRILOG B: Slike

Slika 1. Lokomat.....	10
Slika 2. ReoAmbulator.....	10
Slika 3. Gait trainer GT II.....	11
Slika 4. G-EO sustav.....	11
Slika 5. Re walk.....	12
Slika 6. Ekso.....	12
Slika 7. Amadeo.....	13
Slika 8. Armeo.....	14
Slika 9. Diego.....	14
Slika 10. Pablo.....	14
Slika 11. Prikaz spola ispitanika.....	20
Slika 12. Prikaz dobnih skupina ispitanika.....	21
Slika 13. Raspodjela ispitanika prema razini obrazovanja.....	22
Slika 14. Raspodjela ispitanika prema godinama radnog staža.....	23
Slika 15. Raspodjela ispitanika prema zaposlenju.....	24

## PRILOG C: Tablice

Tablica 1. Prikaz pozitivnost cjelokupnog stava.....	25
Tablica 2. Prikaz pozitivnosti stava „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.“..	25
Tablica 3. Prikaz pozitivnosti stava „Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.“ ..	26
Tablica 4. Tablica 4. Prikaz pozitivnosti stava "Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu." ..	26
Tablica 5. Prikaz pozitivnosti stava „Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.“ ..	27
Tablica 6. Prikaz pozitivnosti stava „Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.“ između mlađe i starije generacije fizioterapeuta" ..	27
Tablica 7. Usporedba pozitivnosti cjelokupnog stava između starije i mlađe generacije fizioterapeuta.....	28
Tablica 8. Usporedba stava „Roboti mogu biti dobar član rehabilitacijskog tima.“ između starije i mlađe generacije fizioterapeuta." ..	28

Tablica 9. Usporedba stava „Pacijentu može biti ugodnije raditi s robotom nego s fizioterapeutom.“ između mlađe i starije generacije fizioterapeuta.....	29
Tablica 10. Usporedba stava „Tijekom rehabilitacijskog postupka primjenom robota ne može doći do tehničkih pogrešaka koje bi mogle naštetiti pacijentu.“ između mlađe i starije generacije fizioterapeuta .....	29
Tablica 11. Usporedba stava „Primjenom robota mogu se postići bolji i brži rehabilitacijski ishodi u odnosu na klasičnu rehabilitaciju.“ .....	30
Tablica 12. Usporedba stava „Roboti mogu adekvatno preuzeti ulogu fizioterapeuta.“ Između mlađe i starije generacije. ....	30

## KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA

Rođena sam 3.2.1999. godine u Zagrebu te sam svoje djetinjstvo do 14 godine provela u Novskoj. U razdoblju od 2005. do 2013. godine pohađala sam osnovnu školu Novska. Po završetku osnovne škole, upisujem srednju školu, smjer fizioterapeutski tehničar na Zdravstvenom učilištu Zagreb. Srednju školu završavam 2017. godine te iste godine selim u Rijeku gdje upisujem preddiplomski stručni studij Fizioterapije na Fakultetu zdravstvenih studija Rijeka. Preddiplomski stručni studij završavam 2020. godine i iste godine upisujem sveučilišni diplomski studij Fizioterapije na istom fakultetu. Trenutno radim pripravništvo u Domu zdravlja Primorsko – goranske županije.