



2. osnovna šola Slovenska Bistrica

ROBOT ALI ČLOVEK?

Področje: zdravstvo

Raziskovalna naloga



Avtorici: Neli Gošnjak
Neža Štandeker

Mentorica: Vesna Potočnik
Somentor: Luka Husu

Slovenska Bistrica, 10.3.2020

ZAHVALA

Zahvaljujemo se najini mentorici in somentorju, ki sta naju med delom usmerjala in nama pomagala pri kontaktiranju bolnišnic in fakultet. Zahvala gre tudi Evi Svenšek, ki nama je v angleščino prevedla del naloge, Janezu Ūlenu za lektoriranje ter gospodu izr. prof. dr. Miljenku Križmariću, ki nama je na medicinski fakulteti Univerze v Mariboru razkazal simulacijski center in odgovoril na vprašanja.

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA.....	2
KAZALO VSEBINE	3
KAZALO PREGLEDNIC.....	5
KAZALO SLIK.....	6
POVZETEK	7
ABSTRACT	7
1 UVOD	8
1.1 HIPOTEZE IN NAMEN DELA.....	8
2 TEORETIČNI DEL.....	9
2.1 ROBOTIKA	9
2.2 ZGODOVINA.....	10
2.3 SISTEMI IN DELOVANJE.....	11
2.3.1 SISTEM DA VINCI	11
2.3.2 CYBERKNIFE	12
2.4 SENZORJI.....	12
2.5 NANOROBOTI	13
3 RAZISKOVALNI DEL	14
3.1 METODE DE LA	14
4 REZULTATI.....	14
4.1 HIPOTEZE	14
4.1.1 Z uvajanjem robotov v medicino so čakalne vrste krajše.....	14
4.1.2 Roboti omogočajo hitrejši razvoj medicine	15
4.2 OBISK MEDICINSKE FAKULTETE.....	15
4.2.1 Zamašitev srčne žile.....	16
4.2.2 Anesteziologija	16

4.2.3	Ultrazvok in novorojenček.....	17
4.2.4	Delovanje simulatorjev.....	19
4.3	IZOBRAŽEVANJE.....	20
4.4	ROBOTSKE PROTEZE	21
4.4.1	Robotska noga, ki jo bolnik upravlja s svojimi mislimi.	21
4.4.2	Robotska proteza, ki vam da dve dodatni dlani.	21
4.5	ROBOTI ZA REHABILITACIJO	21
4.5.1	Roboti za rehabilitacijo po možganski kapi	21
4.6	ROBOTI V LABORATORIJU	23
4.6.1	Biološka laboratorijska robotika.....	23
4.7	SERVISNI ROBOT	24
5	RAZPRAVA	25
6	ZAKLJUČEK.....	26
7	VIRI IN LITERATURA	27

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Primerjava čakalnih dob v letu 2018 in 2020.....	15
--	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Antropomorfni robot (Logično, 2019).....	9
Slika 2: Neantropomorfni robot (Avtomatika, 2012, str. 15)	10
Slika 3: Lokomocijski robot (Over blog, 2017)	10
Slika 4: Kirurški sistem Da Vinci (Mayo Clinic, 2020)	11
Slika 5: Kirurški sistem Cyberknife (WAtoday, 2016)	12
Slika 6: Nanorobot (NEW ATLAS, 2015).....	13
Slika 7: Simulator zamašitve srčne žile	16
Slika 8. Simulator anestezije na pacientu	17
Slika 9: Ultrazvok	17
Slika 10: Novorojenček v inkubatorju.....	18
Slika 11: Novorojenček s popkovino.....	18
Slika 12: Novorojenček v inkubatorju.....	19
Slika 13: Zdravila.....	19
Slika 14: Prikaz srčnega ritma	20
Slika 15: Simulator človeka.....	20
Slika 16: MIT-MANUS (Interactive Motion Technologies, Cambridge, MA)	22
Slika 17: ARMin (ResearchGate, 2008-2020).....	22
Slika 18: Robot Scientist (SingularityHub, 2010)	23
Slika 19: Storitveni robot Twendy-One (Twendy-one, 2007)	24

POVZETEK

V tej raziskovalni nalogi sva raziskovali, kako roboti vplivajo na razvoj medicine, kako ji koristijo ter kaj bi bilo, če teh robotov ne bi imeli. Obiskali sva fakulteto za medicino v Mariboru, kjer so nama predstavili simulatorje, na katerih se študentje učijo. Spoznali sva, da so ti simulatorji za medicino zelo pomembni, saj se na njih študentje naučijo, kako odreagirati v kritičnih situacijah. Predstavili sva razne zaplete, ki se lahko zgodijo v vsakdanjem življenju, npr. zamašitev srčne žile, zastoj srca. Poglobili sva se tudi na problem čakalnih vrst, ki so v Sloveniji kar dolge. Ugotovili sva, da ministrstvo za zdravje vlaga premalo sredstev, da bi se čakalne vrste zmanjševale, kajti roboti jih ne zmanjšujejo. Skozi vso raziskovalno nalogo sva dokazali izreden pomen robotov v zdravstvu, razmišljali, kako bi lahko bilo v prihodnosti, ter kako je bilo včasih.

Ključne besede: robot, medicina, simulatorji, čakalne vrste

ABSTRACT

In this research paper we explored how robots influence the development of medicine, how it benefits and what it would be like if these robots were not available. We visited Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru where they demonstrated medical simulators where students study and practice. We have learned that these simulators are very important for medical students as they learn how to react in critical situations. We have presented different medical complications that can occur in everyday life, for example the clogged arteries or cardiac arrest. We also looked at queues which are quite long in Slovenia. We found that the Ministry of Health is investing too little in order to reduce queues, because robots do not reduce them. Throughout our research paper we proved significance of robots in medicine. We also talked about how it might be in the future and how it used to be in the past.

Key words: robot, medical, simulators, queues

1 UVOD

Ob besedi »robot« bi marsikdo od nas najprej pomislil na napravo namenjeno zgolj človeški zabavi in ne na napravo, ki lahko rešuje tudi življenja. V današnjem svetu je že veliko robotov z različnimi sposobnostmi, s katerimi se pogosto srečujemo. Tudi midve se na začetku raziskovanja nisva zavedali, da so roboti v zdravstvu tako zelo pomembni. Prvič sva se z roboti podrobneje seznanili pri pouku robotike, kjer so naju le ti navdihnili za izdelavo raziskovalne naloge.

Robot je stroj, ki ga nadzoruje računalnik in ga lahko programiramo, da samostojno opravlja določeno opravilo. Tako kot ljudje se tudi roboti razlikujejo. Še posebej so naju pritegnili roboti v medicini, saj bi tudi sami v bodočnosti radi počeli nekaj na tem področju.

Najin namen raziskovanja je bil izvedeti, kako roboti pri operacijah, okrevanju po operacijah ter na splošno v medicini koristijo človeku.

1.1 HIPOTEZE IN NAMEN DELA

Na podlagi zanimanja za robote v zdravstvu sva si zastavili raziskovalno vprašanje:

- Kakšno vlogo imajo roboti pri razvoju medicine in kako koristijo človeku?

Pred začetkom raziskovanja sva si postavili hipotezi:

- Z uvajanjem robotov v medicino so čakalne vrste krajše;
- Roboti omogočajo hitrejši razvoj medicine.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 ROBOTIKA

Sodobna robotika je znanstvena veda, ki preučuje inteligentne gibajoče se sisteme. Robotika v medicini spada v vejo biorobotike, ki jo delimo na več področij (Biorobotika, 2016, str. 22):

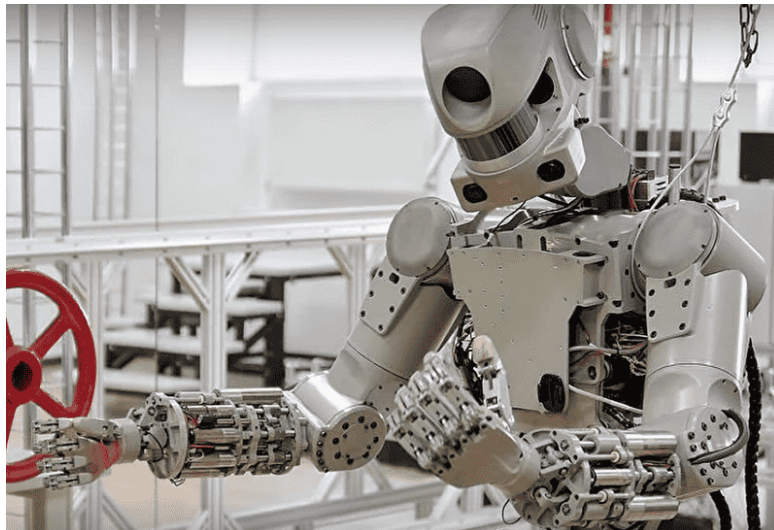
- robotiko, bioniko, biomehaniko,
- kibernetiko in umetno inteligenco,
- medicinsko robotiko,
- rehabilitacijsko robotiko,
- nevrokibernetiko in avtonomne sisteme, biološko zasnovane mehanizme,
- bivalno in nosljivo robotiko,
- sintezno biologijo,
- bionanorobotiko,
- genetski inženiring.

Robot za izvajanje operacij je voden preko posebne haptične naprave, ki jo upravlja kirurg in z njo vodi posamezno os in robotska orodja. Kamera mu pri tem omogoča primerno povečavo.

V načelni delitvi se roboti delijo v tri skupine:

- antropomorfne (človeku podobni roboti),
- neantropomorfne (oblika strojev),
- lokomocijske (vsebujejo elemente hoje).

Roboti v zdravstvu sodijo v drugo naštetu skupino.



Slika 1: Antropomorfni robot (Logično, 2019)



Slika 2: Neantropomorfni robot (Avtomatika, 2012, str. 15)



Slika 3: Lokomocijski robot (Over blog, 2017)

2.2 ZGODOVINA

Po 2. svetovni vojni so se ekonomske razmere začele hitro izboljševati. Države so začele vlagati v raziskave in razvoj novih tehnologij tudi na področju zdravstva. Tako so se začele razvijati ideje in se kmalu za tem tudi uresničevati.

Začetki razvoja robotike v zdravstvu segajo v devetdeseta leta prejšnjega stoletja, ko so industrijski robot predelali, da so ga lahko uporabljali za stereoskopsko biopsijo možganov. Leta 1992 je podjetje Integrated Surgical Systems razvilo kirurški robot ROBODOC za pomoč pri operacijah.

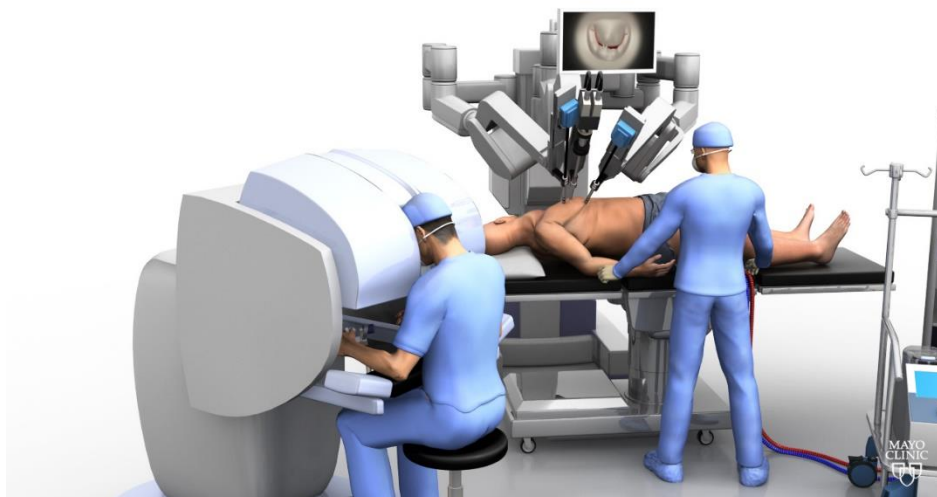
2.3 SISTEMI IN DELOVANJE

Sisteme razdelimo v dve večji skupini:

- robotski sistemi, ki posnemajo gibanje, ki ga srečamo v naravi.
- robotski sistemi, ki si jih je izmislil človek.

2.3.1 SISTEM DA VINCI

Sistem uvrstimo v prej omenjeno 2. skupino, torej robotski sistemi, ki si jih je izmislil človek. To so tako imenovane laparoskopske operacije, ki se izvajajo tako, da robot operira skozi majhne odprtine v bolniku, v katere vstavijo kamere in kirurško orodje. Vodijo jih kirurgi z očali, ki jim omogočajo trodimenzionalni, povečani pogled na operacijsko območje. Prva operacija je bila izvedena leta 1999. V Sloveniji ga od leta 2010 uporabljajo v splošni bolnišnici Celje.



Slika 4: Kirurški sistem Da Vinci (Mayo Clinic, 2020)

Kirurški sistem Da Vinci spremeni kirurgovo gibanje rok v izredno natančne gibe robotskih rok, ki so vstavljene v človekovo telo preko majhnih vhodnih ran.

Prednost pri takšnih operacijah je ta, da sta potrebna le dva kirurga, drugače so potrebni trije.

Sistem robota sestavljajo:

- kirurška konzola (kirurg vidi 10x povečano 3D sliko, vodi vse 4 roke),
- robotski stolp,
- stolp za prenos slike,
- instrumenti.

Zaradi vgrajenega filtra, ki preprečuje, da bi se tresenje človekovih rok prenašalo na tresenje robotske roke, je gibanje le te zelo natančno. Je fleksibilnejša kot človeška roka.

2.3.2 CYBERKNIFE

Je robotski sistem, ki si ga je izmislil človek in s pomočjo radioterapije zdravi oz. uničuje tako benigne kot maligne tumorje. Sestavljajo ga:

- linearni pospeševalnik delcev, ki ustvarja sevanje,
- robotska roka, ki omogoča prenos sevanja na točno določen del telesa iz vseh smeri ter
- sistem za natančno zaznamovanje mesta tumorja.



Slika 5: Kirurški sistem Cyberknife (WAtoday, 2016)

2.4 SENZORJI

Senzorji robotu omogočajo pridobivanje informacij o okolju in s tem tudi o osebah, s katerimi sodeluje.

Senzorni signali so povezani z aktivnostmi robota:

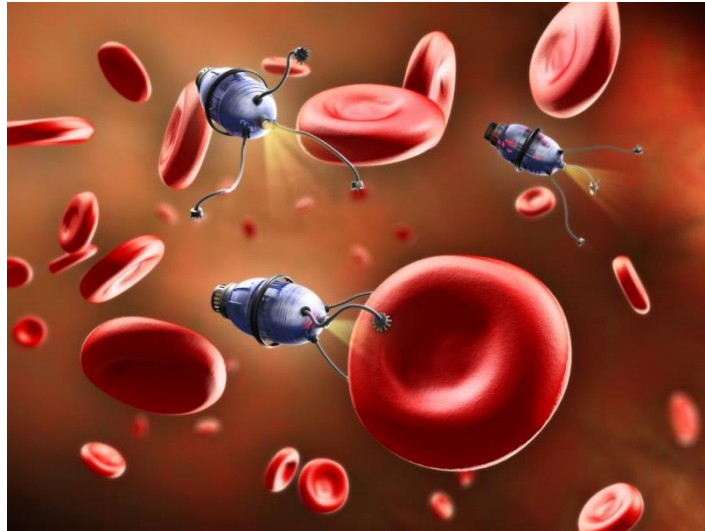
- vodenje, nadzor, gibanje robota,
- navigacija robota v tridimenzionalnem prostoru,
- identificiranje objektov, s katerimi je v stiku,
- poznavanje lege in premikanje objektov (robotske roke).

Mogoče jih je uporabljati za učenje z demonstracijo, kjer se robot uči neposredno od človeka.

Na podlagi ustreznih senzornih informacij naj bi bil robot sposoben avtonomnega odločanja. To pomeni, da program predvidi vse možne dogodke in odzive na te dogodke.

2.5 NANOROBOTI

Morebiti bomo nekega dne ustvarjali robote, ki bodo v premeru merili zgolj nekaj nanometrov. Za lažjo predstavljalivost, nanometer je ena tisoč milijoninka metra. Ti roboti bi nam nudili pogled iz notranjosti človeškega telesa, zaznavali bi bolezni in natančno diagnosticirali težave v organih, kot je npr. srce. Bodoči nanoroboti bodo mogoče tako majhni, da jih bodo v injekcijo lahko dali na tisoče in jih vbrizgali v krvni obtok. Nanoroboti obstajajo že sedaj; leta 2014 je univerza v Teksasu izdelala tako majhen nanorobot, da ga je bilo mogoče spraviti v človeško celico.



Slika 6: Nanorobot (NEW ATLAS, 2015)

3 RAZISKOVALNI DEL

3.1 METODE DE LA

Najprej sva poiskali strokovno literaturo in jo pregledali. Veliko le te je bilo napisane v angleškem jeziku, zato sva jo morali tudi prevajati. Zastavili sva si hipotezi, ki sva jih na koncu bodisi potrdili bodisi ovrgli. Na vprašanja so nama pomagali odgovoriti zdravniki in profesorji. Njihove odgovore na vprašanja sva analizirali in jih predstavili urejene s programom Word. Bili sva na vodenem ogledu Medicinske fakultete v Mariboru, kjer nama je izr. prof. dr. Križmarić predstavil simulatorje, s katerimi poučujejo na tamkajšnji fakulteti in odgovoril na najina vprašanja.

4 REZULTATI

4.1 HIPOTEZE

4.1.1 Z uvajanjem robotov v medicino so čakalne vrste krajše.

Med pogovorom z zdravniki v splošni bolnišnici Celje so nama povedali, da roboti na čakalne vrste, nimajo večjega vpliva, saj imajo v Republiki Sloveniji bolniki, ki potrebujejo nujno medicinsko pomoč, nujno zdravljenje, zobozdravstveno pomoč, pravico, da so obravnavani v roku 24 ur (stopnja nujnosti na napotnici nujno). Torej v takih primerih čakalnih dob oz. čakajočih pacientov ni. V primeru suma na maligno bolezen (težko ozdravljiva bolezen, ki hitro napreduje, lahko je tudi smrtna) je določitev stopnje nujnosti v pristojnosti zdravnika, ki določi stopnjo nujnosti zelo hitro ali nujno. Čakalne vrste so predvsem pod vplivom Ministrstva za zdravje ter Zavoda za zdravstveno zavarovanje Slovenije, ki vsako leto določata obseg programa zdravstvenih storitev ter na podlagi nujnosti določita finančna sredstva, ki so potrebna.

O tem sva prav tako povprašali gospoda Križmarića, ki je mnenja, da roboti ne zmanjšujejo čakalnih vrst, so pa ljudem gotovo v veliko pomoč.

Na spletni strani splošne bolnišnice Celje sva pregledali, kakšne so čakalne vrste za operacije z robotom. Ugotovili sva, da je za 1. urološki pregled čakalna doba 152 dni, z napotnico - nujno pa 124 dni. Podatkov sicer ne moreva predstaviti kar se da natančno, kajti le ti so odvisni od stanja pacienta. Na operacijo prostate, ki jo upravljajo z robotom, je potrebno čakati 80 dni, z napotnico - nujno 49 dni. Te podatke sva primerjali s podatki iz leta 2018; takrat je bilo potrebno za 1. urološki pregled čakati 140 dni, s stopnjo nujnosti - hitro 65 dni ter s stopnjo nujnosti - zelo hitro 14 dni. Za operacijo prostate je bilo v letu 2018 potrebno čakati 100 dni, s stopnjo nujnosti - nujno pa 85 dni.

Na podlagi vseh podatkov sva ugotovili, da kljub izjavi zdravnika, da se čakalne vrste ne zmanjšujejo, to ne drži popolnoma, kajti za operacijo prostate je danes potrebno čakati manj časa, kot je bilo potrebno pred dvema letoma. Danes pa dlje čakamo na 1. pregled pri urologu, kar nakazuje na težave Ministrstva za zdravje, ki očitno vlaga premalo sredstev, da bi pregledi lahko potekali hitreje. Možen razlog za daljše čakanje je tudi večje število pacientov, kajti po podatkih, ki sva jih zbrali, ugotavljava, da število operacij z robotom vsako leto narašča. Za primerjavo leta 2010 je bilo opravljenih 54 operacij prostate, 4 leta kasneje pa 235.

Tabela 1: Primerjava čakalnih dob v letu 2018 in 2020

	Čakalna doba 2018 (redno)	Čakalna doba 2020 (redno)
Prvi pregled	140 dni	152 dni
Operacija prostate	100 dni	80 dni

Hipotezo sva ovrgli.

4.1.2 Roboti omogočajo hitrejši razvoj medicine.

Z raziskovanjem te hipoteze sva začeli tako, da sva obiskali Medicinsko fakulteto Maribor, kjer so nama na zastavljena vprašanja odgovorili profesorji na tamkajšnji fakulteti. Prav tako sva kontaktirali zdravnike in kirurge v UKC Maribor in SB Celje.

Ko sva profesorjem zastavili vprašanje (hipoteza), so nama odgovorili, da medicine brez robotov praktično ne bi bilo, saj roboti že dolgo časa nadomeščajo zdravnike pri operacijah, pomembno vlogo imajo tudi pri okrevanju in določanju bolezni, prav tako pa so prisotni že na začetku medicinske poti, ko so namenjeni kot izobraževalni pripomočki - simulatorji. Zelo pomembno vlogo imajo tudi stroji ter mnogi aparati (EKG, CT, MR ...), brez katerih ne bi bili mogoči pregledi, prav tako pa preiskave z rentgenskim sevanjem in v nuklearni medicini.

Seveda moramo poudariti, da roboti ne delajo sami. So zgolj pripomoček človeku pri operacijah, saj so hitrejši in natančnejši. Omogočajo mirnejšo roko in so manj invazivni. Ena od prednosti je tudi ta, da sta za nekatere operacije potrebna zgolj dva kirurga, medtem ko so za operacijo brez robota potrebni trije.

Tudi brez robotov, simulatorjev in strojev bi se seveda medicina razvijala, ampak veliko počasneje. Za vse preglede, operacije ... bi potrebovali več časa, težje bi jih bilo opraviti, več bi bilo možnosti za pooperativne zaplete. Medicina bi za svoj napredek potrebovala veliko dlje časa in napredki bi bili zagotovo manjši. Tudi na fakultetah bi poučevanje bilo veliko težje, saj simulatorji študentom omogočajo napake, česar pa si pri pacientih ne morejo dovoliti.

Hipotezo sva potrdili.

4.2 OBISK MEDICINSKE FAKULTETE

Za raziskovanje uporabljamo modele. Lahko so povečani ali pomanjšani (odvisno, kaj želimo modelirati npr. molekulo povečamo, osončje pomanjšamo). Te modele pa uporabljamo za simuliranje. Simulatorje uporabljajo tudi na medicinski fakulteti, ki sva jo obiskali 14.2.2020.

Profesor g. Križmarić nama je simulatorje, na katerih se študentje usposabljujejo, razkazal in predstavil njihov namen, delovanje. Poleg simulatorjev potrebujejo še opremo, kakršno uporabljajo za preglede, nadzorovanja pravih ljudi. Simulatorji so v naravni velikosti in obliki ljudi za še boljšo in lažjo predstavo. V njih so nameščeni scenariji, kako odreagirati ob določeni situaciji.

4.2.1 Zamašitev srčne žile

Najpogostejši razlog za zamašitev koronarne/ srčne žile, je proces, ki mu rečemo ateroskleroza (gre za nalaganje maščobnih oblog v notranjo plast žilne stene, kar sčasoma pripelje do zožitve ali zapore). Poznamo več razlogov za nastanek ateroskleroze, najpogostejši je sladkorna bolezen, krivo pa je lahko tudi kajenje, povišan krvni tlak ... lahko pa je stvar zgolj genetskega izvora. Zamašitev žile lahko povzroči razne okvare, kap ali infarkt ter posledično smrt.

Na fakulteti se srečamo tudi s take vrste simulatorjem. "Pacient" se znajde v prej navedeni situaciji. Rentgenski zaslon prikazuje mesto zožitve ali zapore. Z drobnimi žičkami prodrejo skozi zamašitev, kamor vstavijo kateter. Z njim stisnejo žilno steno in tako sprostijo pretok krvi po ožilju. Po končanem posegu žilo zaprejo.



Slika 7: Simulator zamašitve srčne žile

4.2.2 Anesteziologija

Skoraj vse operacije upravljajo na človeku, ki je v nezavesti (ne diha sam), kajti če bi bil pacient buden, bi bile operacije veliko bolj boleče in tudi nenatančne. Anestezijo delimo na splošno, področno in lokalno. Med splošno anestezijo bolnik spi, ga ne boli in ne zaznava, kaj se z njim dogaja. Pri uporabi lokalne in področne anestezije ima bolnik anesteziran (omrtvičen) le del telesa, tako da med operacijo na tem delu ne zaznava bolečine.

Anesteziolog je zdravnik specialist, ki daje človeku anestezijo pred posegom. Seveda pa mora biti pri tem previden, da je ne da preveč (bolnik se ne zbudi več) ali premalo (bolnik se lahko med operacijo zbudi, anestezija popusti).



Slika 8. Simulator anestezije na pacientu

4.2.3 Ultrazvok in novorojenček

Vse se začne pri rojstvu. Med razvojem ploda ga je potrebno tudi pregledati in preveriti, če se pravilno in dovolj hitro razvija. Zato je potreben ultrazvočni pregled, ki se načeloma opravi med 8. in 12. tednom nosečnosti.



Slika 9: Ultrazvok

Če se novorojenček rodi nerazvit, je zanj potrebno bivanje v inkubatorju, dodatna nega in seveda pregledovanje. Na simulatorju novorojenčka se lahko opravijo tudi ti pregledi.



Slika 10: Novorojenček v inkubatorju



Slika 11: Novorojenček s popkovino



Slika 12: Novorojenček v inkubatorju

4.2.4 Delovanje simulatorjev

Simulator ima v sebi vgrajenih 60 načinov, kako odreagirati ob vnaprej določeni situaciji in dodajanju snovi, ki otežijo dihanje, povišajo srčni utrip ... Zdravila, na katera simulator reagira, so hitro delujoča. Dali smo mu adrenalin v običajnem stanju človeka. Njegov utrip se je povečal za toliko, kolikor bi se povečal v isti situaciji pravemu človeku.



Slika 13: Zdravila



Slika 14: Prikaz srčnega ritma



Slika 15: Simulator človeka

Namen tega simulatorja in tudi vseh ostalih je, da se študentje naučijo, kako postopati v resnični situaciji, vedo, kaj naredi in pravilno odreagirati, saj že en napačen gib lahko pomeni usodno napako. Učenje na simulatorjih omogoča ponavljanje tehnik, torej učenje na napakah. Vsa oprema v simulacijskem centru je enaka kot v bolnišnicah, kar omogoča predstavo resnične situacije.

4.3 IZOBRAŽEVANJE

Izobraževanje z roboti (stroji) se začne že v 1. letniku na fakulteti. Tam besedo »robot« definirajo kot umetni model ali simulator človeškega telesa, na katerem se študentje učijo. Simulatorju med

delovanjem npr. zastane srce, neha dihati, študent pa mora po pravilnih postopkih ukrepati tako, da se robotu reši življenje.

Iz leta v leto se na fakulteti spreminja tudi poučevanje, saj sodobni razvoj medicine to zahteva. Tako se vsakih 5 let spreminjajo smernice obravnave bolnika v nujnih/urgentnih stanjih, prav tako pa se vsakih 5 let spremljajo raziskave v medicini in na podlagi dejstev pridobljenih iz raziskav se podajo nove smernice za obravnavo.

4.4 ROBOTSKE PROTEZE

4.4.1 Robotska noga, ki jo bolnik upravlja s svojimi mislimi.

Po poročanju RTV SLO, članek iz leta 2013, so pacientu nogo, ki jo je izgubil v nesreči, nadomestili z robotsko protezo, ki jo nadzoruje s svojimi mislimi. 32-letnemu moškemu, sodelujočemu v raziskavi, so kirurgi pri amputaciji noge živce, ki oživčujejo spodnji (amputirani) del noge, preusmerili na stegenske mišice. Z elektromiografijo (EMG) so zaznali električno aktivnost skeletnih mišic. Pri izvajanju določenih gibov so posneli signale, jih združili s signali mehanskih senzorjev ter izdelali algoritem. Ta je prepoznaval gibe, ki jih je želel izvajati pacient. Moškemu z amputirano nogo so na tak način omogočili odlično kontrolo robotske noge. Do napačnega zaznavanja signalov prihaja v manj kot 2% primerov, prav tako pa jim je uspelo odpraviti napake, ki bi povzročile padec pacienta. V članku so navedli, da je pacient nogo lahko nadzoroval tudi v sedečem položaju. Prav tako pa po zbranih podatkih obstaja prostor za izboljšave, saj z uporabo EMG-elektrod, ki morajo biti v popolnem stiku s pacientovo mišico, lahko povzročijo rane na mestu stika.

4.4.2 Robotska proteza, ki vam da dve dodatni dlani.

Na spletni strani Dnevnika sva našli zanimive podatke, kako so pacientu dodali dve dlani. Medicina se skozi desetletja zelo razvija in zato nam dan danes niso dovolj le "osnovne potrebe". Vedno bolj stremimo k višjim, nenavadnim ciljem. Kot sva prebrali v članku, so proteze s prihodom sodobne robotike postale vse bolj vsestranske in nekatere že odlično nadomeščajo človeške ude. Ustanovitelj italijanskega zagonskega podjetja Youbionic Federico Ciccarese je razvil s 3D tiskalnikom natisnjeno robotsko roko z dvema dlanema, uporabnik pa jo nadzira s krčenjem določenih mišic. Podjetje želi z napravo narediti prvi korak v smeri spojitve človeka in robota.

4.5 ROBOTI ZA REHABILITACIJO

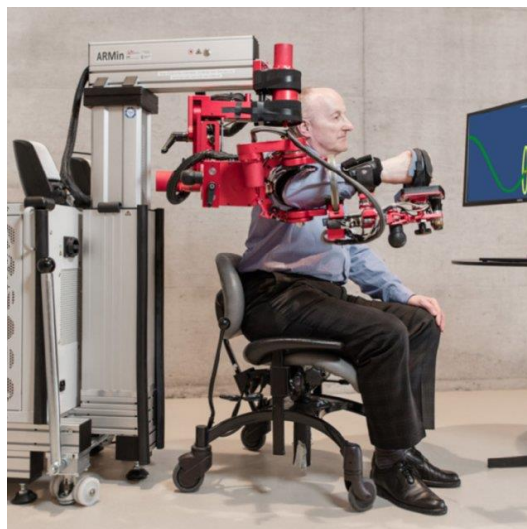
4.5.1 Roboti za rehabilitacijo po možganski kapi

Možganski kapi sledijo številne posledice. Prizadene lahko različne dele telesa, najpogosteje pa je to vidno pri gibalnih sposobnostih. Da bi lahko pacienti dele telesa ponovno normalno premikali, morajo obiskovati fizioterapijo. Fizioterapevtov po svetu drastično primanjkuje, ena od rešitev, kako jih nadomestiti, so terapevtski roboti, s katerimi bolniku pomagamo pri rehabilitaciji. Prvi tak robot na svetu je ameriški MIT Manus, ki je imel obliko dolge robotske roke. Bolnik je robota prijel za roko, s katerim sta skupaj opravila posamezen gib. Ker se ljudje učimo iz napak, je med vadbo robot »nagajal«, saj so raziskave pokazale, da je dodajanje nepredvidljivih gibov lahko bolj učinkovito (ta metoda pride v poštev zgolj pri lažje obolelih bolnikih). Osnovni koncept prijemanja bolnika se je skozi leta ohranil, so pa razvili tudi že ogromno izboljšav. Na primer prvi MIT Manus je imel možnost zgolj gibov v vodoravni liniji, najnovejši roboti pa imajo možnost tudi premikanja roke navzgor in navzdol. Najnaprednejši je trenutno švicarski ARMin, ki ima obliko eksoskeleta (bolnik celotno roko vstavi v robota, ki ločeno premika vsak sklep posebej). Seveda pa se rehabilitacijski roboti ne omejujejo zgolj

na rehabilitacijo rok. Poznamo tudi robote za rehabilitacijo nog, ki so se pojavili samo nekaj let po ustvaritvi MIT Manus-a. Danes jih še vedno uporabljajo vendar v posodobljeni obliki. Najbolj znan robot na tem področju je Lokomat, izdelan v Švici. Deluje tako, da bolnik hodi po tekočem traku, njegov trup pa je pripet na ogrodje nad njim, da ne pade. Noge ima vpete v eksoskelet, ki podpira naraven ritem hoje. Sodobna tehnologija pa omogoča tudi, da se vadba bolnika nekoliko poživi, saj s tem poskrbijo za večjo motivacijo. Tako so inženirji pričeli razvijati rehabilitacijske »igre«, ki so povezane z robotom. Človek ima pred sabo ekran, na katerem so te »igre« prikazane. Lahko predstavljajo realistične situacije na primer kuhanje, kjer bolnik s premikanjem rok v robotu pobira in prenaša različne sestavine, tako bolnika spodbudimo k intenzivnejši vadbi, motorji pa podpirajo gibanje nog po naravnem ritmu hoje.



Slika 16: MIT-MANUS (Interactive Motion Technologies, Cambridge, MA)



Slika 17: ARMin (ResearchGate, 2008-2020)

4.6 ROBOTI V LABORATORIJU

Laboratorijska robotika je uporaba robotov v laboratorijih kemije ali biologije. Najdemo jih v farmacevtskih podjetjih za premikanje bioloških ali kemičnih vzorcev, da bi sintetizirali nove kemične snovi ali testirali farmacevtsko obstoječe kemične snovi. Napredno laboratorijsko robotiko je mogoče uporabiti za popolno avtomatizacijo procesa znanosti, tako kot v projektu Robot Scientist .

Kaj je projekt Robot Scientist?

To je laboratorijski robot, ki ga je ustvarila in razvila skupina znanstvenikov, med njimi Ross King, Kenneth Whelan, Fion Jones, Philip Reiser, Christopher Bryant, Stephen Muggleton, Douglas Kell in Steve Oliver.

Robot je sposoben samodejno izdelati hipoteze za razlago podatkov, izdelati poskuse za preizkušanje teh hipotez, fizično izvesti te poskuse z uporabo laboratorijskega robota, interpretirati rezultate in nato ponoviti cikel. Takšne avtomatizirane sisteme imenujemo "robotски znanstveniki".



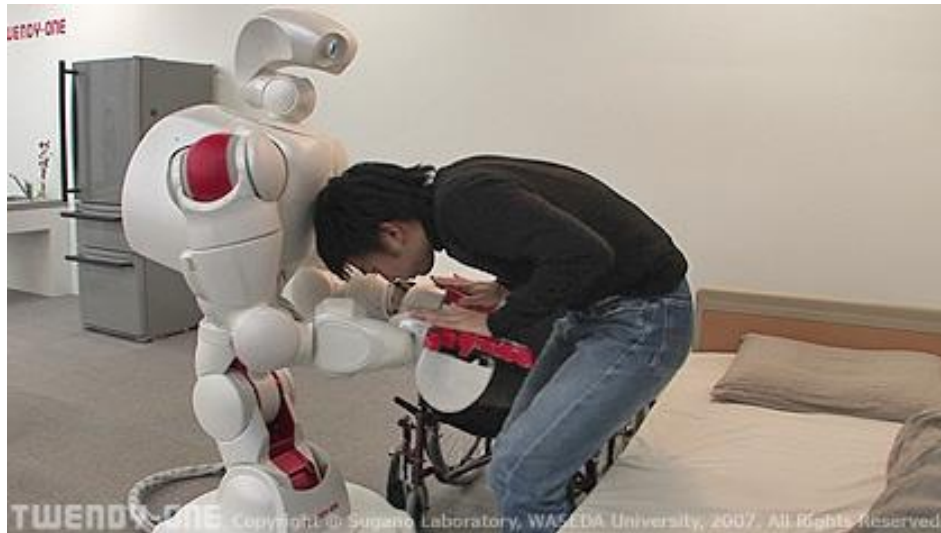
Slika 18: Robot Scientist (SingularityHub, 2010)

4.6.1 Biološka laboratorijska robotika

V laboratorijih najdemo biološke in kemične vzorce v tekočem ali trdnem stanju. Shranjeni so v vialah, ploščah ali epruvetah. Pogosto so vzorci zamrznjeni, saj to preprečuje onesnaževanje in ohranja biološke oziroma kemijske lastnosti. Natančneje te vzorce shranjujemo na plošče, znane kot mikrotitrne plošče. Roboti skrbijo za prevažanje, premikanje ... teh ploščic. Bistven pomen teh robotov je, da pripomorejo k temu, da ročne dejavnosti lahko upravljamo samodejno. Vse to pa ima glavni cilj – zmanjševanje stroškov, visok pretok in delovanje manjšega števila ljudi, ki lahko delajo bolj učinkovito.

4.7 SERVISNI ROBOT

Kot na svoji spletni strani navaja Karmela Sagud, lahko servisni robot pomaga pri dostavi hrane in pijače, pri osebni higieni, delu in prostem času ... Storitveni robot Twendy-One je bil ustvarjen na univerzi Waseda zaradi svoje mobilnosti in sposobnosti ter se uporablja za pomoč invalidnim osebam in je eden izmed najbolj mobilnih robotskih storitev, ki se do danes uporabljajo za pomoč ljudem.



Slika 19: Storitveni robot Twendy-One (Twendy-one, 2007)

5 RAZPRAVA

Izkazalo se je, da je bila najina metodologija raziskovanja pravilna, saj sva pridobili zanimive podatke, ki so nama bodisi pomagali ovreči bodisi potrditi hipotezo. Podatki so bili koristni za najino raziskovalno nalogo.

Pri prvi hipotezi sva bili mnenja, da se z uvajanjem robotov v medicino čakalne vrste krajšajo. To hipotezo sva ovrgli, saj na podlagi zbranih podatkov ugotavljava, da se čakalne vrste ne zmanjšujejo. Za nekatere preglede je danes potrebno čakati dlje kot v letu 2018, za nekatere pa manj. Na nobene nimajo roboti večjega vpliva.

Za drugo hipotezo sva menili, da roboti omogočajo hitrejši razvoj medicine. To hipotezo sva potrdili, saj imajo roboti velik vpliv pri izobraževanju, rehabilitaciji, v laboratorijih in pri operacijah.

Bili sva na fakulteti za medicino, kjer so potrdili najine ugotovitve in v simulacijskem centru predstavili delovanje simulatorjev. Ti simulatorji študentom omogočajo, da v varnem kliničnem okolju preizkusijo in nadgradijo svoje znanje. Cilj tega usposabljanja je preslikati in predvideti življenjske situacije na interaktiven način.

Med prebiranjem literature sva ugotovili ogromno zanimivosti:

- Zelo pomembne in tudi razširjene so robotske proteze (proteza, ki jo bolnik upravlja s svojimi mislimi, proteza, ki vam da dve dodatni dlani). Ugotovili sva, da te proteze bolnikom olajšajo življenje, saj si z njimi lahko pomagajo pri vsakdanjih opravilih, nenazadnje pa jim omogočajo lažje gibanje.
- Vse več se zaradi pomanjkanja fizioterapevtov uporabljajo roboti za rehabilitacijo. Ti samostojno opravljajo delo tudi, ko fizioterapevt ni na voljo. Zaradi te sposobnosti bi lahko v prihodnosti zelo veliko doprinesli medicini.
- Roboti so prav tako prisotni v laboratoriju, kjer skrbijo za posebno ravnanje (prevažanje, premikanje) z mikroploščicami. V teh ploščicah so shranjeni biološki in kemični vzorci v tekočem ali trdnem stanju, zato moramo z njimi ravnati zelo previdno. To delo namesto ljudi marsikje opravlja robot, saj je bolj natančen in zmogljiv.
- Marsikje najdemo tudi servisne robote. Ti omogočajo pomoč pri dostavi hrane in pijače, pri osebni higieni, prav tako pomagajo tudi invalidnim osebam.

Potrebno je omeniti, da noben robot danes ne dela popolnoma samostojno, pri vseh operacijah so prisotni kirurgi. So pa roboti v veliko pomoč; so natančnejši, manj invazivni ter nadomestijo človeške vire.

Najino nalogo bi lahko še razširili. Kontaktirali sva veliko drugih bolnišnic in zdravnikov, ampak na žalost odgovorov od vseh še nisva prejeli. Podatki so tudi zelo težko dostopni, saj jih bolnišnice zaradi varovanja osebnih podatkov ne smejo izdati v javnost. V najini nalogi sva uporabljali tudi veliko virov napisanih v angleščini; slovenskih podatkov je na to temo zelo malo.

6 ZAKLJUČEK

Z raziskovanjem spletnih in knjižnih virov ter različnimi metodami dela lahko podamo odgovor na najino raziskovalno vprašanje *Kakšno vlogo imajo roboti pri razvoju medicine in kako koristijo človeku?* Roboti so zagotovo zelo pomembni za razvoj medicine, z njihovo pomočjo ljudje veliko lažje dosegajo višje cilje z manj zahtevnim potekom dela. Pred začetkom dela sva si sami te robote predstavljali kot nadomestilo za človeka. Sedaj veva, da robot in človek delujeta z roko v roki; robot bi bil brez človeka neuporaben, prav tako pa bi bil človek brez robota veliko bolj omejen pri zdravljenju določenih bolezni. Robote v medicini definiramo kot simulatorje in stroje, ki so zdravnikom v pomoč pri zdravljenju pacienta. Ti roboti niso prav nič podobni tistim, ki si jih marsikdo od nas predstavlja iz znanstveno fantastičnih filmov.

7 VIRI IN LITERATURA

Bajd T. in Bratko I. (2016). *Biorobotika* Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti.

Grifford C. (2017). *iRobot: knjiga z razširjeno resničnostjo*. Ljubljana: Učila International

Splošna bolnišnica Celje (2020). Na cakalnedobe.si. Pridobljeno 1.2.2020 s <https://www.cakalnedobe.si/ambulante/splosna-bolnisnica-celje-uroloski-oddelek/>

Jež M. (2013) *Robotska noga, ki jo bolnik upravlja s svojimi misli*. Pridobljeno 26.2.2020 s <https://www.rtvlo.si/znanost-in-tehnologija/robotska-noga-ki-jo-bolnik-upravlja-s-svojimi-mislimi/319546>

Potočnik A. (2017) *Robotska proteza, ki vam da dve dodatni dlani*. Pridobljeno 26.2.2020 s <https://www.dnevnik.si/1042794347>

Pacientove pravice (b.d). Na nkt-z.si. Pridobljeno 10.1.2020 s http://www.nkt-z.si/wps/portal/nktz/home/healthcare/rights%26obligations/rights!/ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTQxdPd2N_Q08DfyCDAwc3b0NwnxcTQz8_Y31g4tz9AuyHRUB9GPipA!!/

Novak D. (b.d.) *Roboti za rehabilitacijo po možganski kapi*. Pridobljeno 26.2.2020 s https://www.zdruzenjecvb.com/clanki/pdf/29_roboti%20za%20rehabilitacijo.pdf)

Robot Scientist (2019) Na en.wikipedia.org. Pridobljeno 9.2.2020 s https://en.wikipedia.org/wiki/Robot_Scientist

Sagud K. (b.d.) *Primjena robota u medicini*. Pridobljeno 8.2.2020 s <http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~sakarme/roboti.html>

Biološka laboratorijska robotika (2020). Na en.wikipedia.org Pridobljeno 8.2.2020 s https://en.wikipedia.org/wiki/Laboratory_robotics