

# Asistivna tehnologija za osobe nakon moždanog udara

---

**Topić, Helena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:158:072300>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Education and Rehabilitation Sciences - Digital Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

ASISTIVNA TEHNOLOGIJA ZA OSOBE NAKON MOŽDANOG UDARA

Ime i prezime studentice:

Helena Topić, mag. prim. educ.

Lipanj, 2024., Zagreb

Sveučilište u Zagrebu  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

ASISTIVNA TEHNOLOGIJA ZA OSOBE NAKON MOŽDANOG UDARA

Ime i prezime studentice:

Helena Topić, mag. prim. educ.

Ime i prezime mentora:

izv. prof. dr. sc. Renata Pinjatela

Lipanj, 2024., Zagreb

## Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisala rad Asistivna tehnologija za osobe nakon moždanog udara i da sam njegova autorica.

Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirani ili temeljeni na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Ime i prezime: Helena Topić, mag. prim. educ.

U Zagrebu 14. lipnja 2024.

## Zahvale

Zahvaljujem se svojoj obitelji koja me podržavala tijekom studija. Zahvaljujem se svome mužu na beskrajnoj ljubavi i podršci. Hvala mojim kolegicama, prije svega prijateljicama Emi i Tajani koje su mi ovaj period olakšale svojom neizmjernom pomoći i učinile ovo razdoblje od pet godina zabavnim i nezaboravnim.

Najveća zahvala mojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Renati Pinjатели, koja mi je bila od iznimne pomoći tijekom studija i pri izradi ovoga rada. Hvala na svemu što ste me naučili i savjetovali.

Naslov rada: Asistivna tehnologija za osobe nakon moždanog udara

Ime i prezime studentice: Helena Topić, mag. prim. educ.

Ime i prezime mentorice: izv. prof. dr. sc. Renata Pinjatela

Program/modul na kojem se polaže diplomski rad: Edukacijska rehabilitacija/rehabilitacija, sofrologija, kreativne i art/ekspresivne terapije

### SAŽETAK

Moždani udar jedan je od najčešćih uzroka smrtnosti u svijetu, a kod osoba koje ga prežive ostavlja značajne posljedice koje utječu na njihovo svakodnevno funkcioniranje. Uz konvencionalne metode liječenja, razvojem i napredovanjem tehnologije, nastoje se stvoriti uređaji koji će im olakšati proces rehabilitacije, ali i svakodnevno življenje. Cilj ovoga rada je pregled novijih istraživanja o asistivnoj tehnologiji namijenjenoj osobama nakon moždanog udara. Pretraživanjem literature obuhvaćena su istraživanja od 2017. do 2024. godine, a u ovom radu je prikazano 29 istraživanja. Radom su obuhvaćena tematski različita istraživanja, a njihovim prikazivanjem se nastojalo odgovoriti na neka od ovih pitanja; koja su novija istraživanja dostupna na temu asistivne tehnologije kod osoba koje su preživjele moždani udar, vrste asistivnih tehnologija primjenjivane u studijama o rehabilitaciji nakon moždanog udara, primjena robotike i konvencionalnih metoda terapije u rehabilitaciji, učinkovitost primjene robotike kod osoba nakon moždanog udara, perspektive oboljelih osoba, povezanost upotrebe asistivne tehnologije i kvalitete života oboljelih i njihovih negovatelja.

Ključne riječi: moždani udar, asistivna tehnologija, novija istraživanja

Title: Assistive technology for people after a stroke

Name of a student: Helena Topić

Name of a mentor: Renata Pinjatela, PhD

The modul where the thesis is taken: Rehabilitation, Sophrology, Creative and Art Expressive Therapies

### ABSTRACT

Stroke is one of the most common causes of death in the world, and in people who survive it, it leaves significant consequences that affect their daily functioning. In addition to conventional methods of treatment, with the development and advancement of technology, efforts are being made to create devices that will facilitate the rehabilitation process, as well as everyday life. The aim of this paper is to review recent research on assistive technology intended for stroke survivors. The literature search covered research from 2017 to 2024, and this paper presents 29 pieces of research. The paper covers thematically different pieces of research, and by showcasing them, an attempt was made to answer some of these questions; what recent research is available on the subject of assistive technology in stroke survivors, types of assistive technologies applied in studies on rehabilitation after stroke, application of robotics and conventional therapy methods in rehabilitation, effectiveness of robotics application in stroke survivors, perspectives of affected persons, the connection between the use of assistive technology and the quality of life of patients and their caregivers.

Key words: stroke, assistive technology, recent research

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Asistivna tehnologija .....	2
1.1.1. Podjela asistivne tehnologije.....	2
1.1.2. Asistivna tehnologija u svijetu i u Hrvatskoj u 21. stoljeću.....	3
1.1.3. Procjena i odabir asistivne tehnologije.....	5
1.2. Moždani udar .....	6
1.2.1. Epidemiologija .....	6
1.2.2. Klinička slika i dijagnoza .....	7
1.2.3. Rehabilitacija nakon moždanog udara .....	8
1.2.4. Svakodnevno funkcioniranje osoba nakon moždanog udara .....	9
<b>2. PROBLEMSKA PITANJA</b> .....	10
<b>3. PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA</b> .....	11
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	35
<b>5. LITERATURA</b> .....	37



## 1. UVOD

Danas moždani udar predstavlja globalnu epidemiju koja ugrožava živote, zdravlje i kvalitetu života. Procjenjuje se da u svijetu ima oko 26 milijuna ljudi koji su preživjeli neki od oblika moždanog udara te nastavili živjeti s nekim od onesposobljenja koje donosi preživljavanje. Gotovo dvije trećine ljudi koji prežive moždani udar suočava se s nekim oblikom deficita u obliku pokretljivosti, a više od 30 % preživjelih ne može samostalno hodati oko šest mjeseci nakon moždanog udara (Jorgensen i sur., 1995, prema Erjavec i sur, 2019).

Konvencionalne metode liječenja zauzimaju važnu ulogu i tijekom godina su mnogo napredovale. No, razvojem tehnologije one dobivaju nadogradnju te se tehnologija uvodi i u živote osoba s invaliditetom kako bi im olakšala život.

Bilo koji vanjski proizvod (uključujući opremu, softver ili instrument), čija je glavna svrha održati ili poboljšati funkcioniranje osoba s invaliditetom i sprječavanje nastanka sekundarnih zdravstvenih teškoća prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije naziva se asistivna tehnologija (WHO, 2024). Uvođenjem asistivne tehnologije omogućeno je sudjelovanje većeg broja pacijenata koje nadgleda stručno osoblje i tijekom kojeg pacijenti mogu izvoditi veći broj ponavljanja vježbi. Primjena elektromehaničkih robota u rehabilitaciji olakšava i pomaže pacijentima u izvođenju zadanih pokreta.

Unapređenje različitih oblika tehnologije omogućava otklanjanje mnogobrojnih prepreka s kojima se ljudi susreću u svakodnevnom životu, a u životima osoba s invaliditetom one olakšavaju svakodnevno funkcioniranje i djeluju poticajno na mnogo aspekata njihovog života (Pantović i sur., 2018).

U ovom radu bit će prikazana novija istraživanja koja su se bavila proučavanjem asistivne tehnologije kod osoba koje su preboljele moždani udar, no prije toga biti će pobliže pojašnjeni pojmovi asistivne tehnologije i najvažnije informacije o moždanom udaru.

## 1.1. Asistivna tehnologija

Život današnjih ljudi obiluje tehnološkim uređajima koji im pomažu u lakšem svakodnevnom funkcioniranju. Taj napredak se odražava i na zdravstvenu i medicinsku rehabilitaciju te se tako posljednjih desetljeća stvaraju novi uređaji koji olakšavaju živote osoba s invaliditetom.

WHO (2022; prema Pinjatela, Stančić, 2023, str. 43) opisuje asistivnu tehnologiju kao „krovni pojam za proizvode i srodne usluge koje osobe s invaliditetom koriste u izvornom, promijenjenom ili prilagođenom obliku kako bi se omogućilo i poboljšalo njihovo uključivanje u sve domene sudjelovanja u društvu“. Dnevni centar za rehabilitaciju Veruda navodi kako asistivna tehnologija podrazumijeva uporabu različitih pomagala koja nadoknađuju neku određenu vještinu koju korisnik ne može samostalno izvoditi. Ta pomagala mogu biti ne tehnološka i visoko sofisticirana pokretana umjetnom inteligencijom. Rehabilitacijom suportivnog karaktera direktno utječemo na prevenciju pogoršanja postojećeg stanja. Rezultat se očituje u podizanju kvalitete života, samopouzdanju, produktivnosti te u boljoj integraciji u društvu ([dczr-veruda.hr](http://dczr-veruda.hr)).

Obzirom na opseg teškoća kod određenih poremećaja ili kroničnih bolesti, dostupnost asistivne tehnologije neophodna je za izvršavanje svakodnevnih aktivnosti te za ravnopravno sudjelovanje u društvu. Iz ovog proizlazi da je pristupačnost asistivne tehnologije jedno od osnovnih ljudskih prava (UNICEF i WHO, 2015). Autori Cook i Polgar (2015 prema Vinceković 2021) navode kako je pri pružanju usluga asistivne tehnologije važno imati na umu da je korisnik u središtu (a ne tehnologija) i da je praćenje korisnika ključno pri identifikaciji najprikladnije tehnologije, vježbi, edukacije i treninga te da je cilj pružanja usluge omogućiti korisniku sudjelovanje u željenim aktivnostima .

### 1.1.1. Podjela asistivne tehnologije

Postoji više vrsta podjela asistivne tehnologije jer je ovo vrlo široko područje, a u ovom radu biti će navedeno nekoliko.

Tako prema ICAT-u (2019; prema Kravaršćan, 2019) postoji kontinuum uređaja koji se može podijeliti na: no-tech, low-tech, mid-tech i high-tech uređaje. Mjesto na kontinuumu određuje se sukladno tehnološkoj sofisticiranosti i kompleksnosti i razini obuke koja je potrebna za njegovo korištenje. Sljedeće dvije klasifikacije olakšavaju pronalazak odgovarajućeg rješenja

u odnosu na potrebe pojedinca. Tako Bryant, Smith i Bryant (2008, prema Bryanti sur., 2010;) grupiraju asistivnu tehnologiju prema namjeni u sedam kategorija: pomagala za nastavu, potpomognuta komunikacija, mobilnost, pozicioniranje i sjedenje, pristup računalu, prilagodljive igračke i igre, prilagodljiva okruženja.

Prema Međunarodnoj organizaciji za klasifikaciju (ISO, 2022) asistivna tehnologija podijeljena je na sljedeće kategorije:

- 04 Asistivni proizvodi za mjerenje, stimulaciju i vježbanje psiholoških i fizioloških funkcija
- 06 Ortoze i proteze
- 09 Asistivni proizvodi za aktivnosti brige o sebi i sudjelovanje u vlastitom zbrinjavanju
- 12 Asistivni proizvodi za aktivnosti osobne mobilnosti i transporta te sudjelovanje u istima
- 15 Asistivni proizvodi za kućanske aktivnosti i sudjelovanje u kućanstvu
- 18 Namještaj, oprema i drugi asistivni proizvodi podršku u aktivnostima unutar doma vanjskom okruženju
- 22 Asistivni proizvodi za komunikaciju i upravljanje informacijama
- 24 Asistivni proizvodi za upravljanje, nošenje, premještanje i rukovanje predmetima i uređajima
- 27 Asistivni proizvodi za kontroliranje, prilagođavanje ili mjerenje elemenata fizičkog okruženja
- 28 Asistivni proizvodi za radne aktivnosti i sudjelovanje u zapošljavanju
- 30 Asistivni proizvodi za rekreaciju i slobodno vrijeme

### **1.1.2. Asistivna tehnologija u svijetu i u Hrvatskoj u 21. stoljeću**

Prema Međunarodnoj klasifikaciji funkcioniranja, invaliditeta i zdravlja (ICF) asistivnu tehnologiju određuju proizvodi, instrumenti procjene, oprema i tehnologije prilagođene ili posebno dizajnirane za podržavajuće funkcioniranje osoba s invaliditetom (Elis, 2016 prema Pinjatela i sur, 2023). Sustavi pružanja usluga asistivne tehnologije postoje u mnogim zemljama kao dio nacionalnog sustava zdravstvene zaštite i socijalne skrbi. Prema

Konvenciji Ujedinjenih naroda o pravima osoba s invaliditetom zemlje potpisnice imaju obvezu prema osobama s invaliditetom da provode odgovarajuće mjere u svrhu olakšanja dostupnosti asistivne tehnologije onima kojima je potrebna za ravnopravno sudjelovanje u društvu i ostvarivanje veće neovisnosti. Mjere uključuju promicanje svih ljudskih prava osoba s invaliditetom bez diskriminacije, te promicanje dostupnosti i uporabe novih tehnologija za osobe s invaliditetom, uzimajući u obzir cijene dostupnih uređaja kao i edukaciju stručnjaka i osoblja koje radi s osobama s invaliditetom. Prema istraživanju autora Zallio i Ohashi (2020) čija je tema bila evolucija asistivne tehnologije, utvrđeno je kako je od svojih početaka, prije 30-tak godina do danas područje asistivne tehnologije jako napredovalo. Pristup prema asistivnoj tehnologiji je više holistički usmjeren. Ovi autori iznose zaključke kako je asistivna tehnologija napredovala od tog da služi poboljšanju funkcionalne sposobnosti osoba s invaliditetom prema razvojnim tehnologijama koje olakšavaju obavljanje zadataka osobama s različitim potrebama, sposobnostima, spolu, dobi i kulturi i da će taj razvoj dovesti do pozitivne demistifikacije značenja i primjene AT-a. Pregledom 83 znanstvena članka o upotrebi asistivne tehnologije došli su do saznanja da je u razdoblju od 2006. do 2021. godine stalni rast korištenja AT-a pretežno utvrđen u navigacijskim sustavima, uređajima za tehnike strojnog učenja, sustavima za pomoć mobilnosti i kretanju. Ostale važne vrste razvijenih tehnologija su vizualna, slušna i audio pomagala te računalni i mobilni sustavi za poboljšanje pristupačnosti. Isto tako, zamijećeno je kako je broj istraživanja na ovu temu značajno porastao u tom periodu i puno više ih je objavljivano. Podaci o stanju u Republici Hrvatskoj kažu da do 2016. godine nije bilo objavljeno niti jedno istraživanje o upotrebi asistivne tehnologije, dostupnosti i teškoćama i problemima nabave. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet se prvi počeo baviti ovakvim istraživanjima i tada su utvrđene brojni problemi u korištenju, dostupnosti te procjeni i implementaciji asistivne tehnologije.

Prema Ustavu Republike Hrvatske, Nacionalnom planu izjednačavanja mogućnosti za osobe s invaliditetom za razdoblje 2021-2027, Akcijskim planom izjednačavanja mogućnosti za osobe s invaliditetom za razdoblje 2021-2024 te zakonima i pravilnicima u sustavima, nastoji se pružiti pravni okvir za primjenu usluga i modaliteta asistivne tehnologije i standardne profesionalnog djelovanja stručnjaka usmjerenih zaštiti i dobrobiti potrebitih (djece, mladih s teškoćama i odraslih osoba s invaliditetom) (Pinjatela i sur, 2023).

Ono što je zajedničko Hrvatskoj i drugim zemljama je da se susreću sa sličnim izazovima kada govorimo o asistivnoj tehnologiji ističući kako malo država ima definiranu nacionalnu politiku vezanu za asistivnu tehnologiju. Dostupnost asistivne tehnologije je kroz javni sektor

slaba ili ne postoji zbog čega su korisnici prepušteni sami sebi, članovima obitelji, udrugama ili donatorima da financiraju kupovinu uređaja. Iznimno je važno obrazovati stručnjake o postojanju i načinu primjene asistivne tehnologije kako bi procijenili, implementirali, obrazovali druge i evaluirali korištenje asistivne tehnologije (WHO, 2023 prema Pinjateła i sur., 2023).

### **1.1.3. Procjena i odabir asistivne tehnologije**

Izuzetno bitnu ulogu u procesu primjene asistivne tehnologije u svakodnevnim aktivnostima ima sveobuhvatna procjena. Procjenu potreba za asistivnom tehnologijom možemo definirati kao proces kojim se prikupljaju i analiziraju informacije o osobi s invaliditetom kako bi se preporučila odgovarajuća tehnologija (ICAT, 2019 prema Kravaršćan, 2019). Međutim, proces usklađivanja samog uređaja s potrebama osobe nije nimalo lak. Svaka osoba ima različita mišljenja o asistivnoj tehnologiji, s time i različite reakcije i očekivanja o tome hoće li im i koliko implementacija ovih uređaja u svakodnevnicu pomoći ili ne. Očekivanja i reakcije ovise o različitim potrebama, sposobnostima, preferencijama te o socijalnoj, kulturalnoj i okolinskoj podršci u korištenju tehnologije (Scherer i sur, 2005 prema Čičak, 2018). Kako bi se sve ove okolnosti uzele u obzir potreban je multidisciplinarni pristup različitih stručnjaka u procesu odabira asistivne tehnologije i interdisciplinarni pristup i suradnja korisnika i njegove obitelji (Copley i Ziviani, 2004 prema Čičak, 2018).

Autori Huang i suradnici (2008 prema Čičak, 2018) navode kako se ovi faktori mogu podijeliti u tri skupine, pri čemu se u prvoj skupini nalaze faktori povezani s učinkovitošću, dostupnošću, operativnošću i trajnošću (Ward, 1990 prema Huang i sur, 2008 prema Čičak, 2018) uređaja, a autori Lane i Mann (1995 prema Huang i sur, 2008 prema Čičak, 2018) dodaju atraktivnost kao bitan faktor. U drugoj skupini navode faktore vezane za socijalnu okolinu koja se odnosi na stavove i očekivanja okoline i fizičku koja se odnosi na arhitektonske barijere. U posljednjoj skupini navode faktore vezane za samog korisnika te njegov način prihvaćanja invaliditeta, njegove percepcije vlastitih mogućnosti i razine željene samostalnosti.

Jenko i suradnici (2010 prema Boras, 2014 prema Čičak, 2018) navode kako instrumenti procjene često nisu standardizirani zbog čega se odabir i procjena asistivne tehnologije temelji na subjektivnom mišljenju pojedinca.

## **1.2. Moždani udar**

Moždani udar se naziva još i cerebrovaskularni infarkt, a može se definirati kao naglo nastali neurološki poremećaj koji je uzrokovan poremećajem cirkulacije u mozgu. Nastali poremećaj cirkulacije u mozgu vodi nedostatnoj opskrbi dijela mozga kisikom i hranjivim tvarima. Zbog navedenoga dolazi do oštećenja i odumiranja živčanih stanica u zahvaćenim dijelovima mozga. Posljedično tome, oštećene su one funkcije mozga kojima upravljaju zahvaćeni dijelovi. Oštećenja mogu biti privremena ili trajna i dovesti do ograničenja u obavljanju svakodnevnih aktivnosti i u mogućnostima sudjelovanja u svakodnevnom životu (Peppen, 2008 prema Erjavec i sur, 2019). Moždani udar može biti ishemijski, uzrokovan ugruškom koji začepi arteriju i onemogući protok krvi kroz nju; ili hemoragijski, uzrokovan puknućem krvne žile i prodiranjem krvi u okolno tkivo. Ishemijski moždani udari mogu biti posljedica tromboze odnosno stvaranje ugruška u oštećenoj arteriji koja mozak opskrbljuje krvlju ili embolije odnosno otkidanje komadića ugruška koji je nastao na drugom mjestu, a krvnom strujom doputuje i začepi moždanu arteriju (Erjavec i sur, 2019).

### **1.2.1. Epidemiologija**

Danas moždani udar predstavlja globalnu epidemiju koja ugrožava živote, zdravlje i kvalitetu života. Procjenjuje se da u svijetu ima oko 26 milijuna ljudi koji su preživjeli neki od oblika moždanog udara te nastavili živjeti s nekim od onesposobljenja koje donosi preživljavanje. Gotovo dvije trećine ljudi koji prežive moždani udar suočava se s nekim oblikom deficita u obliku pokretljivosti, a više od 30 % preživjelih ne može samostalno hodati oko šest mjeseci nakon moždanog udara. (Jorgensen i sur, 1995 prema Erjavec i sur, 2019). Više od 50% bolesnika hospitaliziranih na neurološkim odjelima su bolesnici s moždanim udarom. U većini zemalja Europe i država SAD-a moždani je udar drugi ili treći uzrok smrtnosti, iza bolesti srca i malignih tumora (Stein, Brandstater, 2010 prema Schnurrer-Luke-Vrbanić i sur, 2015). Mortalitet u prvih mjesec dana kod osoba s moždanim udarom uzrokovan hemoragijom je visok, te veliki broj bolesnika umire u prva 3 dana, a kod osoba s

ishemičkim moždanim udarom smrtnost je 15%. Najčešći uzroci smrti su bolesti srca, upala pluća i plućna embolija (Stein i Brandstater, 2010 prema Bakran i sur.,2012).

Žene imaju veći rizik za nastanak moždanog udara, a to je posljedica čimbenika povezanih s trudnoćom, uporabe hormonske terapije i kontracepcije. Infarkt mozga i intracerebralno krvarenje česti su kod muškaraca, ali kardioembolijski moždani udar (teži oblik moždanog udara) češći je kod žena. Stopa smrtnosti od moždanog udara također je veća među ženskom populacijom (Appelros i sur, 2009 prema Boehm i sur., 2017 prema Barišić, 2021)

U Hrvatskoj je moždani udar, kao i u Europi i svijetu, među pet najčešćih uzroka smrti. U 2022. godini od moždanog udara umrlo je 4 289 osoba, odnosno 7,5 % svih umrlih. Od toga je 1 846 umrlih muškarca (6,6 % od svih umrlih muškaraca) i 2 443 umrlih žena (8,4 % od svih umrlih žena) (<https://www.hzjz.hr/aktualnosti/dan-crvenih-haljina-2024/>).

### **1.2.2. Klinička slika i dijagnoza**

Najbolji trenutak prve procjene bolesnika je 5-7 dana po nastanku moždanog udara (Schnurrer Luke Vrbanić i sur 2015) iako se danas pregled vrši i prije, a po Kanadskim smjernicama i 48 sati po prijemu bolesnika (Lindsay i sur., 2010 prema Schnurrer-Luke-Vrbanić i sur, 2015). Ukupna ocjena bolesnikova funkcijskog stanja nakon moždanog udara se između ostaloga procjenjuje primjenom modela Međunarodne klasifikacije funkcije, onesposobljenosti i zdravlja (WHO, 2010 prema Schnurrer-Luke-Vrbanić i sur., 2015). Ovo čini osnovu za određivanje kratkoročnih i dugoročnih ciljeva, predstavlja vodič za vođenje bolesnika u akutnoj, subakutnoj i kroničnoj fazi.

Usljed moždanog udara može doći do oštećenja udova (hemiplegija ili hemipareza), ispade osjeta, vidnog polja te poremećaje govora ukoliko je zahvaćena dominantna moždana hemisfera.. Opsežni infarkt vitalnih struktura može uzrokovati kljenut sva četiri ekstremiteta (kvadriplegiju), kljenut bulbarnih mišića, oftalmoplegiju, dvoslike, nistagmus, kljenut vertikalnog pogleda, cerebelarnu ataksiju i poremećaj svijesti. Kontralateralna hemiplegija i ipsilateralna kljenut moždanog živca predstavljaju ukrižene simptome moždanog udara u području moždanog debla. Mučnina, povraćanje, vrtoglavica, glavobolja, ataksija i nistagmus

najčešći su simptomi moždanog udara u području malog mozga (Bučuk, Tuškan-Mohar, 2012 prema Barišić, 2021).

### **1.2.3. Rehabilitacija nakon moždanog udara**

Prema Schnurrerer-Luke-Vrbanić i sur. (2015) u Europi i u svijetu postoje smjernice za rehabilitaciju osoba s moždanim udarom koje se baziraju na ranijim postignućima i rezultatima. Isto tako u Republici Hrvatskoj postoje Smjernice Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu HZL-a u kojima su opisani postupci u liječenju odraslih bolesnika (od 18 godina nadalje) koji su doživjeli moždani udar s posljedicama funkcijskih oštećenja, onesposobljenošću u aktivnostima svakodnevnog života i ograničenjima pri sudjelovanju u društvu. Pacijentu treba biti omogućeno da bude obaviješten o svim fazama rehabilitacijskog procesa i pri tom treba uzeti u obzir njegove potrebe i stavove, a ukoliko on to nije u mogućnosti članovi obitelji mogu biti uključeni u donošenje odluka. Liječenje se provodi u jedinicama za intenzivno neurološko liječenje i uključuje multidisciplinarni tim stručnjaka.

Rehabilitacija pacijenata oboljelih od moždanog udara treba započeti što ranije u jedinicama za akutnu i subakutnu rehabilitaciju čija je svrha prevencija respiratornih infekcija, nastanka venske tromboze i padova, a u ovisnosti od stanja, uvode se pasivne ili aktivne vježbe određenih ekstremiteta, tehnike facilitacije pokreta i logopedski tretman. U akutnoj fazi liječenja rana mobilizacija ima pozitivan psihološki učinak na bolesnika (Bakran i sur, 2012) Nakon što se kod pacijenta utvrdi stabilan neurološki status, odsustvo značajnijeg komorbiditeta, ukoliko ima značajan neuromotorni deficit u najmanje dva područja od pet (pokretljivost, komunikacija, aktivnosti samozbrinjavanja, kontrola stolice i mokrenja kontrola žvakanja i gutanja) te je u mogućnosti aktivno sudjelovati najmanje tri sata dnevno u aktivnostima bolničke rehabilitacije, ima očuvane kognitivne funkcije, minimalnu govornu funkciju i minimalnu fizičku aktivnost, zadovoljava uvjete za uključivanje u stacionarnu medicinsku rehabilitaciju (Gresham i sur, 1995 prema Bakran i sur, 2012). U ovoj subakutnoj fazi također je važno pratiti stanje osobe i vršiti redovite procjene oštećenja. Ovisno o oštećenju rehabilitacija nakon moždanog udara uključuje sudjelovanje u raznim vrstama terapija i tretmana. Važno je da u to bude uključen multidisciplinarni tim na čelu s liječnikom fizijatrom. Multidisciplinarni tim postavlja ciljeve liječenja i rehabilitacije koji moraju biti prilagođeni bolesniku i redovito se pratiti i revidirati. Prema Schnurrerer-Luke-Vrbanić (2015)



neki od tretmana u koje bolesnici budu uključeni su rehabilitacija pokretom, pravilno namještanje bolesnika, održavanje funkcijskog opsega pokreta zglobova namještanjem i fiksiranjem, vježbe opsega pokreta, vježbe snage, vježbe po Bobath i Vojta konceptu, propioceptivna neuromišićna facilitacija, aerobni trening, multisenzorna stimulacija, terapija ruke i šake, elektrostimulacija, terapija ograničenja pokreta zdrave strane, trening hoda (ponavljajući trening, terapija hoda na pokretnoj traci za hodanje sa ili bez tjelesne težine, elektromehanički trening hoda), egzoskeletni robot za multisenzornu rehabilitaciju ruke, ortoze za gležanj i stopalo, terapija spazma, zrcalna terapija, radna terapija, govorne vježbe i tako dalje.

Paralelno s razvitkom velikog broja manualnih tehnika ušli smo u moderno tehnološko doba gdje se dogodio veliki razvoj tehnologije koja je s vremenom pronašla svoje mjesto u rehabilitaciji preživjelih osoba nakon moždanog udara. Tako danas u procesu rehabilitacije osoba koje su preživjele moždani udar možemo naći primjenu robotike i virtualne realnosti. Cilj je u rehabilitaciji kod velikog broja preživjelih osoba povratak balansa, hod te povratak aktivnostima svakodnevnog života (Erjavec i sur, 2019).

#### **1.2.4. Svakodnevno funkcioniranje osoba nakon moždanog udara**

Svakodnevno funkcioniranje osoba nakon moždanog udara zavisi od posljedica moždanog udara, oštećenja koja su nastala, duljini boravka na liječenju i rehabilitaciji, posljedicama koje su ostale nakon povratka kući.

Kvaliteta života nakon moždanog udara značajno se mijenja te se bolesnici moraju naučiti živjeti s nizom ograničenja u različitim područjima života. Javljaju se tjelesna onesposobljenja, funkcionalna ograničenja, problemi percepcije te psihološki problemi (Telebuh i sur, 2018).

Nerijetko oporavak ometaju depresija ili anksioznost bolesnika. S obzirom na duljinu trajanja oporavka, moždani udar utječe na rutinu bolesnika, onemogućava mu radnu sposobnost i ograničava ga u obavljanju svakodnevnih životnih, ali i slobodnih aktivnosti. Moždani udar utječe na strukturu mozga, a time uzrokuje i promjene osobnosti, raspoloženja i osjećaja (Telebuh i sur, 2018).

Isto tako, kod osoba s preboljenim moždanim udarom postoje značajne seksualne disfunkcije jer nakon moždanog udara dolazi do smanjenja libida, a kao posljedica smanjenje seksualnih odnosa. Ono što je prisutno u svakodnevnom životu osoba koje su preboljele moždani udar je da će biti ovisne o drugoj osobi, da će invalidnost narušiti njihovo mentalno zdravlje i samopouzdanje te hoće li njihov bračni partner moći brinuti o njima i hoće li moći nastaviti zajedno funkcionirati u kući (Bakran i sur, 2012). Zbog toga je vrlo važno omogućiti i pružiti bolesnicima psihološku podršku u vidu savjetovanja, psihoterapije ili grupe podrške kako bi se što uspješnije mogli nositi s posljedicama moždanog udara.

Uloga članova rehabilitacijskog tima je da educiraju bolesnika i članove obitelji o postupcima provođenja njege i terapije kod kuće, kako bi se što uspješnije reintegrirali u obitelji i zajednici (Bakran i sur, 2012).

## **2. PROBLEMSKA PITANJA**

U prvom dijelu rada prikazan je teorijski okvir o asistivnoj tehnologiji, razvoju asistivne tehnologije u svijetu i u Hrvatskoj u 21. stoljeću te na koji način se vrši odabir i procjena o primjeni asistivne tehnologije. Drugi dio rada bavi se teorijskim dijelom o moždanom udaru, rehabilitaciji osoba nakon moždanog udara i njihovom svakodnevnom funkcioniranju.

U glavnom dijelu rada biti će prikazan pregled dosadašnjih spoznaja iz područja teme rada s naglaskom na novija istraživanja u ovom području, a problemska pitanja su sljedeća:

Koja su novija istraživanja dostupna u području primjene asistivne tehnologije za osobe nakon moždanog udara, vrste asistivnih tehnologija primjenjivane u studijama o rehabilitaciji nakon moždanog udara, učinkovitost primjene robotike kod osoba nakon moždanog udara, povezanost upotrebe asistivne tehnologije i kvalitete života oboljelih.

Identifikacija odgovarajućih radova izvršena je pretraživanjem elektronskih baza podataka Web of Science, MDPI, PubMed i Dabar koji su objavljeni u periodu od 1. siječnja 2017. do 15. travnja 2024. godine.

### 3. PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA

Obzirom na tematsku raznolikost novija istraživanja koja se bave prethodno navedenom temom biti će prikazana kronološkim redoslijedom.

Tomšić, Domajnko i Zajc (2017) u svom su se istraživanju bavili mitovima vezanima za starije osobe koji su preboljeli moždani udar i njihove stavove o korištenju asistivne tehnologije. Autori ovoga istraživanja navode kako je jedan od stereotipa vezan za ljude starije životne dobi smanjena spremnost i mogućnost korištenja tehnologije u svakodnevnom životu. U istraživanju je sudjelovalo šest sudionika u rasponu godina od 79 do 86 godina, s preboljenim moždanim udarom od kojeg je prošlo od jedne do 14 godina. Sudionici su dijelili svoja vlastita iskustva korištenja asistivne tehnologije, istraživanje je provedeno u njihovom „domaćem“ okruženju. Osim dobne granice i preživljenog moždanog udara, uvjet za sudjelovanje je bila mogućnost verbalne komunikacije te da su koristili asistivnu tehnologiju koja je plaćena preko slovenskog zdravstvenog osiguranja. Sudjelovale su četiri žene, četiri od šest sudionika živjelo je u urbanom području, a dvoje je bilo iz ruralnog područja. Rehabilitacijski program u koji su bili uključeni trajao je od tri do šest tjedana, ovisno o poteškoćama. Svi sudionici imali su motoričke poteškoće, hemipareze ili hemiplegije, u svakodnevnom životu koristili su asistivnu tehnologiju, pomagala za kretanje i tehnologiju za prevladavanje svojih poteškoća. Tri sudionika koristila su samohodna invalidska kolica, jedan je koristio električna invalidska kolica za vanjsku upotrebu. Dva sudionika koristila su hodalicu na kotačiće, tri sudionika su povremeno ili skroz hodali sa štakom, Ortopedske cipele svakodnevno su nosila tri sudionika i dva su imala ortozu za gležanj i stopalo. Pomagala i tehnologije koje su sudionici koristili podijelili su u četiri grupe; podrška za hodanje (kolica, hodalice, prilagođene cipele, štake i ručke), podrška u socijalnim kontaktima i društvenoj uključenosti (računalo, mobitel, adaptiranu uređaji za provođenje slobodnog vremena (kao držači karata), za osobnu njegu (sjedalica za kadu, ručke), za pomoć u kuhinjskim aktivnostima (moderne kuhinjske uređaje i pribor). Sudionici su bili intervjuirani i snimani i intervju je trajao od 90 do 180 minuta.

Rezultati istraživanja pokazali su da su svi sudionici otvoreni novinama u njihovim životima (ne samo otvorenost prema novim tehnologijama i asistivnim uređajima nego i korištenje novih uređaja u kuhinji kao npr mikrovalna pećnica, ploče za kuhanje) i informacijske i komunikacijske tehnologije (mobiteli, Skype, email,...). Svi sudionici mišljenja su da upotreba tehnologije utječe na njihovu fizičku i mentalnu dobrobit te da im je pomogla i u

održavanju socijalnih kontakata. Nakon pregleda intervjua utvrđeno je da su svi sudionici voljni i motivirani naučiti upotrebljavati nova pomagala i tehnologije, osobito ako ih dožive kao korisna i povoljna i uključe ih u različita područja svoga života. Rijetko su izražavali negativne stavove. Tehnologiju su percipirali kao nešto što daje vrijednost njihovom životu i daje mogućnost za neovisnost i samostalnost. Rezultati su također pokazali da je razina invaliditeta u korelaciji s uporabom asistivnih uređaja, što je i očekivano. Inhibirajući čimbenici koji su utjecali na uporabu tehnologija bili su izraženi u dva aspekta. Prvi aspekt je emocionalni, koji je bio povezan s društvenom povezanošću osobe, a drugi aspekt se odnosi na upotrebu tehnologije koja može biti negativno doživljena ukoliko je neudobna, estetski ne odgovara, uzrokuje patološke reakcije, ometa osobnu dnevnu rutinu ili ukoliko se uređaj nedostavno poznaje. Iznenadujuće saznanje bilo je da su neki sudionici u usporedbi s prijašnjim životom percipirali sadašnji život kvalitetnijim nego prije moždanog udara jer su počeli više brinuti o svom zdravlju i dobrobiti (dijeta, vježbanje) i pratiti nova tehnološka dostignuća (tehnologija matičnih stanica, računalni programi). Zaključno, rezultati su pokazali da je upotreba asistivne tehnologije i pomagala povećala kvalitetu života sudionika i njihovu neovisnost.

Nadalje, u svom članku objavljenom 2017. godine autori Ienca, Kressig, Jotterand i Elger ističu kako vrlo brz razvoj tehnologije i inženjerskih tehnika utječe na razvoj neuroinženjeringa, asistivne i rehabilitacijske tehnologije. S obzirom na to potrebno je postaviti etičke okvire. Održivi etički razvoj za tehnologiju neuroinženjeringa, asistivne i rehabilitacijske tehnologije trebao bi biti usmjeren na korisnika i osjetljiv na vrijednosti. Predložili su četiri osnovna normativna zahtjeva, a to su minimizacija disbalansa moći između terapeuta i pacijenta, usklađenost s biomedicinskom etikom, društvena osviještenost i prenosivost. Nakon pregleda različitih etički osjetljivih pristupa predložili su okvir za etički dizajn i razvoj koji su nazvali okvir Proaktivnog etičkog dizajna (skr. PED), a koji u sebi sadrži ove normativne zahtjeve. Za postizanje ovakvog etičkog okvira potrebno je zajedničko djelovanje istraživača, krajnjih korisnika, kliničara i društva.

Iste godine autor Kelliher, Choi, Huang, Rikakis i Kitan istraživali su provođenje dugoročne rehabilitacije u kući, bez nadzora, što je vrlo složeno. U radu su predstavili HOMER, interaktivni sustav koji koristi nova terapijska dostignuća, računalni pristup i tabletsko sučelje pogodno za kućnu rehabilitaciju. Ovaj sistem je osmišljen za provođenje u kući zbog

ograničenja koja stvara dugotrajno liječenje u klinikama (cijena, pristupačnost, nedostatan broj klinika ili stručnjaka koji provode rehabilitaciju). Alternativa tome je nenadzirana terapija u vlastitom, kućnom okruženju. HOMER sustav je interaktivni rehabilitacijski sustav koji se sastoji od podloge, šest posebno dizajniranih terapijskih modela i njihovog spremnika, Kinect kamere koja je montirana na stolu, malog računala pričvršćenog ispod stola i tablet uređaja s prilagođenom web aplikacijom. Sistem je dizajniran tako da se može staviti na uobičajene površine u kući (kuhinske, u dnevnoj ili radnoj sobi). Podloga služi da korisnik na njoj izvodi rehabilitacijske aktivnosti, koristeći objekte pojedinačno ili u kombinaciji. Kamera je montirana tako da omogućava pogled na gornji dio tijela korisnika. Tablet ima instaliranu web aplikaciju na kojoj ima protokol vježbanja i upute za izvođenje aktivnosti. Posebno dizajnirani terapijski modeli mogu se koristiti u različitim varijacijama. Neke od tih vježbi koreliraju sa svakodnevnim životnim pokretima kao što je pijenje iz čaše, otključavanje, otvaranje staklenke i slično. Pri izvođenju ovih pokreta Kinect 2 kamera mjeri pokrete i stiska ruke (srednji hvat, snaga i precizni hvat). Također, koriste Kinect 2 SDK za praćenje položaja ramena iz čega se može promatrati i pokrete trupa. Korištenjem ovog sustava terapeut može procijeniti kvalitetu aktivnosti identificiranjem šest ključnih vrsta pogrešaka u izvedbi koje terapeuti u timu promatraju tijekom terapije, uključujući malu brzinu; put neizravnog kretanja, ispušteni objekt, pogrešno smješteni objekt, nepotpun zadatak i kompenzaciju kretnji torzom. U istraživanju je sudjelovalo 15 korisnika i svi su završili vježbu u predviđenih sat vremena i pokazali napredak u tečnosti obavljanja zadatka i stjecali povjerenje u sustav s napretkom kroz aktivnosti. Povratne informacije od sudionika na kraju istraživanja bile su pozitivne i izjavili su kako su ih vježbe podsjećale na svakodnevne životne aktivnosti, a jedan je izjavio kako mu se sviđjelo što predmeti nisu očigledno odavali koje životne aktivnosti održavaju vježbe i predmeti i smatra da su zbog toga bili kreativniji u pronalasku rješenja.

U istraživanju iz 2018. godine prikazana je visoko integrirana bežična asistivna tehnologija nazvana Multimodal Tongue Drive System (skraćena mTDS) u obliku laganih nosivih slušalica koje koriste tri preostale ključne kontrolne i komunikacijske sposobnosti kod osoba s teškim fizičkim oštećenjima, kao što je tetraplegija, kako bi im pružile učinkoviti pristup računalima: pokreti jezika za diskretnu kontrolu klika miša, praćenje glave za proporcionalnu kontrolu (npr. pokreti pokazivača miša) i prepoznavanje govora za tipkanje na tipkovnici, sve dostupno istovremeno. Za procjenu performansi uređaja napravljena je usporedba s kombinacijom tipkovnice i miša u kojima je sudjelovalo 15 zdravih sudionika koji su koristili i jedan i drugi sustav i poslali elektronsku poštu sa nasumično odabranim sadržajem u

vremenskom ograničenju od pet minuta. Nakon četiri ponavljanja, u posljednjem ispitivanju, sudionicima je trebalo samo 1,8 puta duže da dovrše zadatak slanja elektronske pošte, u prosjeku koristeći mTDS, u usporedbi s istom radnjom pomoću miša i tipkovnice. Srednje vrijeme dovršetka zadatka i točnost tipkanja, poboljšali su se za 24,6% i 18,8% od prvog do četvrtog ispitivanja pomoću mTDS-a. U budućnosti se očekuje da će mogućnost brzog tipkanja te multimodalna simultana diskretna mogućnost kontrole mTDS omogućiti učinkovitiji pristup računalu osobama s teškim tjelesnim invaliditetom (Sahadat i sur.,2018).

Cilj istraživanja Marshalla i suradnika iz 2019. godine bio je istražiti utjecaj tehnološko potpomognute terapije čitanja za ljude s poteškoćama u čitanju uz korištenje asistivne tehnologije za čitanje i strategije čitanja. U istraživanju je sudjelovao 21 sudionik s poteškoćama čitanja kao posljedicom moždanog udara. Tijekom terapije sudionici su bili poučeni o korištenju asistivne tehnologije što je uključivalo niz značajki za podršku razumijevanju čitanja. Razvili su vještine za samostalno korištenje tehnologije i primjenu tehnologije za ostvarenje ciljeva čitanja. Kriterij za uključivanje sudionika bio je da imaju djagnosticiranu afaziju kao posljedicu moždanog udara, da su bar 4 mjeseca zdravstveno stabilni, da nemaju sekundarne dijagnoze poput demencije, čitanje i slušno razumijevanje nisu bili teško oštećeni, tečno su govorili engleski prije moždanog udara, nisu bili uključeni u drugu komunikacijsku ili govornu terapiju tijekom sudjelovanja u projektu. Sudionici su bili podijeljeni u dvije grupe; jednu koja je odmah primila terapiju i drugu koja ju je primila kasnije. Prva grupa je sudjelovala u 6- tjednoj tehnološki potpomognutoj terapiji čitanja, a za to vrijeme druga grupa nije primila terapiju. Nakon 6 tjedana učinjena je procjena, a zatim je druga grupa primila 6- tjednu terapiju, a prva grupa ju tada nije primala. Ponovno je učinjena procjena. Sudionici su primili dvanaest jednosatnih terapija tijekom šest tjedana. Upotrebljavali su dva asistivna uređaja. Claro Software<sup>TM</sup> koji se može koristiti na računalu ili tabletu i Amazon's Fire 7 Tablet. Oba uređaja omogućavala su korisniku da prilagodi oblikovanje za promjenu veličine i razmaka teksta, kao i boju teksta i pozadinu te mogućnost traženja riječi i njihovog povezivanja s Wikipedijom. Sudionici su tekst mogli pretvoriti u govor tako da su oni koji imaju bolje slušno razumijevanje tako mogli bolje razumjeti tekst. Claro Software je imao mogućnost isticanja teksta pri čitanju. Fire tablet je imao mogućnost sažeti ključne pojmove, likove i odlomke te se povezati s Amazonovom online knjižarom i preuzeti knjige. Odabir uređaja izvršen je u dogovoru terapeuta i pacijenta i uzete su u obzir rezultati jezičnog probira, ciljevi čitanja i prethodno iskustvo s tehnologijom. Prije početka

glavnog bloka terapije, sudionici su imali dvosatni trening rukovanja odabranom tehnologijom (spajanje uređaja s internetom, izrada računa elektronske pošte, Amazon računa i preuzimanje materijala ili aplikacija za čitanje, prilagođavanja teksta i rukovanje aplikacijama i drugo). Nakon toga sudionici su imali 12 terapija. Sudionici su zamoljeni da čitaju kod kuće između terapija bar 20 minuta dnevno. Pisali su dnevnik čitanja. Završne terapije bile su usmjerene na olakšavanje sudionicima da zadrže nove vještine nakon završetka terapije.

Nakon provedenih procjena, rezultati su pokazali da je grupa koja je odmah sudjelovala u tretmanu pokazala napredak u čitanju potpomognutom asistivnom tehnologijom, ali ne i u čitanju bez pomagala. U obje skupine rezultati na upitniku RCEQ (*Reading confidence and emotion questionnaire*) su poboljšani s dobrom mogućnošću održavanja promjene. Zaključak istraživanja bio je da se razumijevanje čitanja uz pomoć tehnologije poboljšalo nakon intervencije, a liječenje je nadoknadilo, a ne saniralo oštećenje čitanja. Poboljšalo se i samopouzdanje i odnos sudionika prema čitanju nakon 14 terapija, korištenjem asistivne tehnologije koje su široko dostupne i relativno pristupačne, što znači da bi se taj pristup mogao primijeniti u kliničkoj praksi.

Za razliku od prethodno navedenih istraživanja u istraživanju Rodgers i sur. (2019) sudjelovao je vrlo velik broj osoba. Istraživanje je provedeno tijekom četiri godine u četiri velika centra u Velikoj Britaniji. Sudjelovale su 762 osobe, a kriteriji za uključivanje bili su starost od 18 godina nadalje, s umjerenim ili teškim funkcionalnim ograničenjem gornjih udova kod kojih je od prvog moždanog udara prošlo od jednog tjedna do pet godina. Pacijenti su bili nasumično podijeljeni u tri skupine, a cilj istraživanja bila je usporedba učinkovitosti treninga potpomognutog robotom korištenjem teretane MIT-Manus i poboljšanog programa vježbi koji se temelji na ponavljajućim funkcionalnim zadacima gornjih ekstremiteta i uz uobičajenu njegu. Trening je trajao 12 tjedana, tri puta tjedno po 45 minuta. Nakon provedenih mjerenja utvrđeno je da trening uz pomoć robota nije poboljšao funkciju gornjih ekstremiteta u usporedbi s uobičajenom njegom, a učinci treninga uz pomoć robota nisu se razlikovali od programa poboljšane terapije gornjih ekstremiteta. Dakle, ovi rezultati ne podupiru korištenje robotski potpomognute terapije. Trening uz pomoć robota je prema FMP motoričkoj subskali doveo do manjih oštećenja gornjih udova, ali ne i do poboljšanja u funkciji gornjih ekstremiteta ili u aktivnostima svakodnevnog života (Rodgers i sur, 2019).

Autori Fasoli i Adans-Dester (2019) fokusirali su se na izradu i učinkovitost terapijskog protokola kao nadopunu terapiji. Na odjelu radne terapije Fakulteta zdravstvenih i rehabilitacijskih znanosti u Bostonu napravljeno je istraživanje kojem je cilj bio testirati izvedivost novog terapijskog protokola, Program aktivnog učenja za moždani udar (ALPS) osmišljenog da nadopuni ponavljajuću robotski potpomognutu terapiju kod pacijenata s parezom gornjih ekstremiteta. ALPS uključuje trening obuke o kognitivnim strategijama (npr stani, razmisli, učini, provjeri) i ciljano usmjereni kućni akcijski plan (HAP) kako bi se olakšalo samoupravljanje i učenje vještina. ALPS protokol je relevantan za kliničku praksu jer omogućava kliničarima strukturirani pristup učenja usmjeren na klijenta u svrhu optimalnog korištenja paretičnog ramena i ruke. Primarni cilj ove pilot studije je bio razviti i poboljšati protokol za terapiju moždanog udara temeljen na teoriji, Active Learning Program for Stroke, da bi se olakšala primjena naučenih motoričkih vještina na robotu u svakodnevnim aktivnostima i funkcionalnoj uporabi paretične ruke i ramena. Drugi cilj je bio ispitati utjecaj ALPS treninga u kombinaciji s robotski potpomognutom terapijom ili robotskom terapijom uz trening usmjeren na zadatak. U istraživanju je sudjelovalo 10 sudionika s umjerenim oštećenjem gornjih ekstremiteta, 6 mjeseci nakon preživljenog moždanog udara sudjelovalo je u 18 tretmanskim sesija, 2-3 puta tjedno u trajanju od 6-8 tjedana. Uz ALPS obuku, sudionici su bili nasumično podijeljeni u robotski potpomognutu terapiju (RT) ili u robotsku terapiju i obuku usmjerenu na zadatke (RT-TOT) kako bi se ispitalo je li uključivanje TOT-a pojačalo razumijevanje i provedbu ALPS strategija kod sudionika. U RT skupini korišteni su uređaji za rehabilitaciju Armeo spring i Amadeo, a u drugoj skupini (RT-TOT). Armeo spring je aparat napravljen u svrhu vraćanja funkcionalnosti gornjih ekstremiteta. S ovim robotom radi se na pokretima u ruci od ramena do šake, a vježbama koje objedinjuju cijelu ruku povećava se intenzitet korištenja ruke na što prirodniji način. Koncept izvođenja vježbi na Armeo uređaju temelji se na motivaciji pacijenta potaknutoj zabavnim video igricama što od njega zahtjeva točno određenu vrstu pokreta koji potom aktiviraju ciljane mišićne skupine. Amadeo uređaj se prilagođava individualnim potrebama pacijenta na kojem se mogu tretirati svi prsti odjedanput ili određeni zasebno. Vježbe pomažu poboljšati senzomotoričke funkcije i omogućuju aktivan trening do maksimalne granice izvođenja pokreta. Ovisno o stupnju neurološkog oštećenja, pacijent može biti tretiran pasivno ili aktivno. Stimulacija pasivnog pokreta moguća je kroz terapiju kontinuiranog pasivnog pokreta čiji pokret Amadeo potpomaže. Pacijenti raspoređeni u RT-TOT skupinu primali su trening usmjeren na zadatke koje im je davao terapeut, seansa je trajala 20-30 minuta. Nakon provedenog mjerenja pri otpustu sudionika i jednomjesečnom praćenju utvrđene su statistički značajne razlike u korist RT skupine na subtestu Fugl-



Meyerove skale za gornje ekstremitete (FMA-UE). Analize za ispitivanje ukupnih učinaka ALPS protokola uz RT i RT-TOT pokazale su značajne, do umjerene i velike učinke na skalama FMA, Motor Activity Log, Stroke Impact te Wolf Motor Function testu. ALPS protokol prvi je koji je u trening uključio obuku kognitivne strategije s robotski potpomognutom terapijom. Intervencija u ovom istraživanju pokazala se izvedivom i dobro podnošljivom s dobrim potencijalom za unaprjeđenje performansi paretičnih udova uz robotski potpomognutu terapiju (Fasoli i Adans-Dester, 2019).

Autori Adomavičiene i sur. (2019) vodili su se činjenicom da su nove tehnologije za poboljšanje ishoda rehabilitacije nakon moždanog udara od velike važnosti i interesa i pozitivno utječu na funkcionalni, motorički i kognitivni oporavak i da je utvrđivanje najučinkovitijih rehabilitacijskih intervencija prioritet u istraživanjima moždanog udara i pruža mogućnost postizanja boljih rezultata u budućnosti. Zbog toga je cilj njihovog istraživanja bio provjeriti učinak nove tehnologije na pokrete gornjih udova, funkcionalno stanje i kognitivne funkcije nakon moždanog udara. Četrdeset dva bolesnika s preboljenim moždanim udarom (ishemijskim ili hemoragičnim), uglavnom muškarci s hemiparezom desne šake bili su uključeni u eksperimentalnu studiju tijekom bolničke rehabilitacije. Pacijenti su bili nasumično podijeljeni u dvije skupine, jednu u kojoj se provodio konvencionalni program rehabilitacije kombiniran s robotom Armeo Spring i drugu temeljenu na Kinectu i s virtualnom stvarnošću, a u svrhu usporedbe učinka tretmana pomoću različitih tehnologija. Konvencionalni rehabilitacijski program trajao je tri do četiri sata dnevno, pet dana u tjednu (fizikalna terapija, radna terapija, neuropsihološki trening i trening govora), a trajanju seansi s novim tehnološkim uređajima bilo je 45 min/dan (ukupno 10 seansi). Svi treninzi odvijali su se uz nadzor terapeuta, a nakon niza motoričkih zadataka uslijedio je odmor. Pacijenti su obavljali niz zadataka i programa prilagođenih njima individualno. Funkcionalni oporavak uspoređen je među skupinama pomoću mjere funkcionalne neovisnosti (FIM), a oporavak pokreta gornjih udova uspoređen je pomoću Fugl-Meyerove procjene. Gornji ekstremiteti (FMA-UE), modificirana Ashworthova ljestvica (MAS), snaga stiska ruke (dinamometrija), Test tapkanja rukom (HTT), Box and Block test (BBT) i kinematičke mjere (aktivni opseg kretanja (ROM)), dok su kognitivne funkcije procijenjene s MMSE (Mini-Mental State Examination), ACE-R (Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised) i HAD (bolnička anksioznost i depresija). Nakon obrade rezultata nije utvrđen bitno drugačiji učinak novih tehnologija na poboljšanje pokreta gornjih ekstremiteta. Prema rezultatima Fugl Meyerove skale gornjih udova utvrđeno je da je pokretljivost hemiparetičke ruke, uključujući

refleksi i hvat poboljšana u obe skupine iako su sposobnosti samozbrinjavanja bile značajno veće nakon treninga temeljenog na Kinectu. Snaga stiska šake je znatno više poboljšana u Armeo grupi zbog nižeg tonusa u zglobu i laktu koji je pacijentima omogućio lakše izvođenje radnji. Mišićni tonus fleksije u laktu i zapešću bio je povećan u Kinect grupi što bi moglo ograničiti spretnost ruke, stoga su rezultati zahvaćene ruke na testu ponavljajućih pokreta (tapkanje 60 sekundi) i Box and Block testu (BBT test) bili bolji nakon robotskih treninga. Ipak, u Kinect grupi primijećen je poboljšani rotacijski opseg pokreta ramena što bi se moglo povezati s činjenicom da Kinect igre uključuju više rotacije nego što dopušta Armeo Spring robot. Nadalje, Armeo Spring robotski uređaj pruža zahvaćenom ekstremitetu podršku za težinu i omogućava izvođenje najpreciznijih zadataka tijekom treninga. Obje nove tehnologije uzrokovale su povećanje ukupnih globalnih kognitivnih promjena, ali vizualno konstruktivne sposobnosti (pažnja, pamćenje, vidno-prostorne sposobnosti i složene naredbe) bile su statistički veće nakon robotske terapije. Nadalje, smanjena razina anksioznosti primijećena je nakon terapije virtualnom stvarnošću. Unatoč utvrđenim prednostima ovih uređaja istraživači smatraju da je nadalje potrebno detaljnije istraživati ove uređaje na, ukoliko je moguće, većem uzorku ispitanika. Isto tako, preporučuju kraće trajanje treninga jer su pacijenti postajali umorni i iscrpljeni i griješili u izvođenju vježbi te smatraju da je optimalno trajanje treninga 30 min. (Adomavićene i sur., 2019)

U istraživanju iz 2018. godine, autori van Ommeren i suradnici (2018) ispitivali su korištenje robotske rukavice tijekom dana kod ljudi koji su preboljeli moždani udar, a imaju poteškoće u funkcijama gornjih ekstremiteta. Pet osoba ne nakon moždanog udara nosilo je rukavicu četiri tjedna kod kuće tijekom obavljanja svakodnevnih aktivnosti. Prije i nakon kućne upotrebe rukavice, izvršena je funkcionalna procjena u laboratorijskom okruženju. Nakon upotrebe rukavice, napravljena je procjena upotrebljivosti sustava. Rezultati dobiveni mjerenjima Jebsen-Taylor funkcionalnim testom, pokazali su da je dugotrajna uporaba rukavice rezultirala poboljšanom izvedbom izvođenja zadataka u aktivnostima svakodnevnog života. Sveukupni rezultati upotrebe ove rukavice ukazali su na potencijal rukavice da se koristi kao pomoćni alat, a li i da ima terapijski učinak. Sudionici su zadatke izvodili bolje i kad nisu upotrebljavali rukavicu nakon što su ju duže vremena prije tog upotrebljavali. Autori kao nedostatak ovog istraživanja navode mali uzorak ispitanika te smatraju da je sljedeći korak provesti istraživanje na više ispitanika.

Radder i suradnici (2018) istraživali su izvedivost prvog prototipa, mekog robotskog sustava rukavice (HandinMind) napravljene za pomoć i podršku u izvođenju svakodnevnih životnih

aktivnosti i za izvođenje terapijskih vježbi na računalu kod kuće. Ovaj sustav testiran je na pet pacijenata s moždanim udarom i ograničenjima u aktivnostima svakodnevnog života zbog poteškoća funkcija ruke, očuvanih kognitivnih sposobnosti, starosti od 18 do 80 godina i od moždanog udara je prošlo više od šest mjeseci. Sudionici istraživanja ponavljali su različite zadatke tri puta sa i jedanput bez rukavice tijekom dvije sesije u dva različita dana (najmanje četiri dana razmaka između sesija). Tijekom provođenja istraživanja sudionike septicilo na glasno razmišljanje. Istraživanje se provodilo u kontroliranim laboratorijskim uvjetima u tvrtki Roessingh and Research and Development u Nizozemskoj. Svi sudionici bili su u mogućnosti sami obući rukavicu, ali nisu mogli zakopčati zatvarač. Tri sudionika su bila u mogućnosti funkcionalno obaviti zadataka pijenja uz pomoć HiM sustava bez asistencije ili instrukcija. Sudionici istraživanja u početku su zadatke obavljali sporije s rukavicom nego bez nje, a vrijeme izvođenja vježbi s rukavicom poboljšalo se na najviše tri ponavljanja, gotovo do razine kao bez rukavice. To je bilo izraženije tijekom druge sesije. Ipak, svi sudionici su izrazili kako su bili motivirani za korištenje rukavice i svidjele su im se karakteristike rukavice. Naveli su nekoliko problema s upotrebljivošću, posebno prilikom izvođenja terapijskih vježbi s HiM sustavom, obavljanje zadataka odijevanja zbog glomaznosti sustava, otvaranja i zatvaranja boca i hvatanje kapice sa stola bez ikakve pomoći ili uputa. Uz daljnja poboljšanja koja su naveli sudionici, ovaj sustav bi mogao omogućiti intenzivan funkcionalni trening ruku za pacijente s moždanim udarom bez potrebe za nadzorom terapeuta.

U Velikoj Britaniji autori Georgiou i sur. (2020) proveli su istraživanje čiji je cilj bio istražiti dizajn novih robotskih tehnologija koje bi mogle biti korisne u kućnom okruženju za podršku osobama koje su preživjele moždani udar. Istraživanje se sastojalo od radionica u četiri faze i sudjelovalo je deset osoba koje su preživjele moždani udar, a koje su bile nasumično podijeljene u male grupe kako bi svi mogli prisustvovati raspravama u svim fazama. Radionice su se provodile u laboratoriju za takvu vrstu istraživanja, gdje su sudionici živjeli u tom periodu (assistive living lab). U svakoj grupi bila su najmanje dva voditelja, jedan koji je postavljao pitanja, a drugi bilježio odgovore. U istraživanju je sudjelovalo sedam muškaraca i tri žene s rasponom godina od 49 do 85 godina. Svi sudionici imali su kognitivne i komunikacijske poteškoće kao posljedice moždanog udara. Rezultati istraživanja u prvoj fazi pokazali su da se sudionici suočavaju s poteškoćama u verbalnoj i pisanoj komunikaciji. Iako su neki pokazivali visok stupanj motiviranosti za oporavak, u nekim samorehabilitirajućim aktivnostima, upotreba tehnologije još uvijek ne zauzima veći dio njihovog života. Nemogućnost komunikacije s uređajem ograničila je sudionike u usvajanju rehabilitacijske

tehnologije i njihovu korištenju u svakodnevnim životnim aktivnostima. Stoga, svi postojeći asistivni roboti ne mogu uvijek univerzalno odgovarati svim osobama koje su preboljele moždani udar. Ovo ističe važnost uključivanja osoba koje su preživjele moždani udar (ili neke druge specifične populacije) u proces izrade novih tehnologija koje im mogu pomoći u svakodnevnom funkcioniranju. U četvrtoj fazi istraživanja sudionici su izrađivali vlastite prijedloge o izgledu asistivnih robota koji bi im mogli pomagati u svakodnevnom funkcioniranju. Svi prijedlozi sudionika bili su praktični i uzimali su u obzir korištenje sposobnosti robota, kako u rehabilitaciji tako i u obavljanju svakodnevnih aktivnosti. Jedan robot koji su smislili imao je mogućnost nošenja različitih alata, a drugi je bio interaktivan - aktivno je postavljao upite, slijedio osobu i podsjećao na neki zadatak sve dok nisu potvrdili da su ga učinili. Ovakvim načinom djelovanja robot postaje asistent u kući. Rezultati istraživanja ukazuju na potrebu za provođenje daljnjih istraživanja usmjerenih na kvalitetu svakodnevnog život osoba koje su preboljele moždani udar.

Wu i sur.(2020) su u svom istraživanju opisali razvoj i testiranje bežičnog kućnog pomoćnog sustava s različitim vrstama senzora za unos, Morseovim prevoditeljem koda i sučeljem između čovjeka i stroja kako bi se pomoglo teško onesposobljenima komunicirati s aparatima. Pod pojmom teško onesposobljenima u ovom istraživanju smatraju se osobe s visokim stupnjem govornog i motornog invaliditeta, koji leže u krevetu godinama, ne mogu se kretati niti govoriti i mogu raditi radnje poput treptanja očima, pomicanje obraza, prstiju itd. Osjetilni živci i autonomni živčani sustav nisu pogođeni tako da oni imaju sposobnost sluha, vida, dodira, mirisa, okusa, razmišljanja i spoznaje. Morseov prevoditelj koda implementiran je kao osnovni uređaj za pomoćnu komunikaciju kako bi se olakšao unos teško onesposobljenima. On prevodi Morseov kod u standardni američki kod za razmjenu informacija i zamjenjuje miš i tipkovnicu. Kako bi se poboljšala kvaliteta života, sučelje za kontrolu kućanskih aparata je razvijeno za izravnu kontrolu funkcija kućanskih aparata. Istraživači su razvili više načina kontrole Morseovog prevoditelja koda. Kada se koristi ulazni prekidač, usvaja se vremensko trajanje pritiska kako bi se razlikovali dugi i kratki tonovi Morseovog koda. Način upravljanja može biti mehanički, senzorni ili bioenergetski (npr kretanje očiju), ovisno o stupnju tjelesnog invaliditeta svakog korisnika. Eksperimentalni rezultati pokazali su da je predloženi WHAS (engl. wireless home assistive system) praktičan i izvediv te da može pomoći osobama s teškim invaliditetom da učinkovito komuniciraju sa svojom okolinom.

Cilj istraživanja autora Andreassen i sur. (2020) bio je istražiti mogućnosti korištenja interaktivnog digitalnog kalendara s podsjetnicima na mobilnom telefonu, kao pomoć u svakodnevnom životu. Kvalitativni i kvantitativni podaci prikupljeni su od osam pacijenata i sedam terapeuta iz tri rehabilitacijske klinike u Švedskoj. Intervencija se sastojala od uvođenja digitalnog kalendara RemindMe uz individualizirani uvod, pisani priručnik te provođenje individualnih tjednih razgovora tijekom dva mjeseca s naknadnim procjenama nakon dva i četiri mjeseca. Sudionici su izrazili interes i namjeru za korištenje RemindMe te potrebu za podsjetnicima i individualiziranom podrškom. Korištenjem podsjetnika u aktivnostima svakodnevnog života podržana je njihova autonomija. Također je utvrđena važnost podsjetnika za korisnika i stvaranje navike. Terapeuti su izjavili da je intervencija korisna za korištenje u klinikama za rehabilitaciju i da su tjedni razgovori podrške doprinijeli uspješnoj implementaciji.

Cilj istraživanja Jun i sur. (2020) bio je razviti uređaj tipa stolice s devet mehanizama i jednim stupnjem slobode u početku i dokazati mogućnost da se uređajem može upravljati prepoznavanjem ljudskog ponašanja preko senzora. Mehanizam sadrži pet veza za podizanje visine i četiri za rotiranje. Mehanički dio omogućuje da dvije ulazne veze za dva mehanizma istovremeno pokreću jedan linearni pokretač. Mjerenje infracrvenim senzorom omogućuje automatsko upravljanje uređajem dok uzorci pomažu aparatu da prepozna što korisnik želi učiniti; pokret sjedni-stani ili stani-sjedni. Kroz rezultate eksperimenta utvrđeno je da je uzorak za svaku fazu različit. Istraživanjem je potvrđeno da je senzor koji je osjetljiv na promjenu položaja dobro prepoznao ljudsko ponašanje. U mjerenjima mišićne aktivnosti sudjelovalo je 10 sudionika, sličnog indeksa tjelesne mase i mjerenja su obavljena tijekom izvršavanja pokreta sjedni-stani i stani-sjedni, sa i bez pomoći uređaja. Prema rezultatima mjerenja, dokazano je da predloženi uređaj omogućio svim sudionicima da smanje opterećenje mišićne aktivnosti tijekom vršenja ovog pokreta. Prema tome, smatra se da aparat pomaže odraslim osobama sa slabijom mišićnom snagom donjih udova da izvedu ovaj pokret. Nadalje, ova stolica olakšava život starijim osobama koji su ovisni o tuđoj njezi da im koriste u izvođenju pokreta sjedni-stani, stani-sjedni (Jun i sur., 2020).

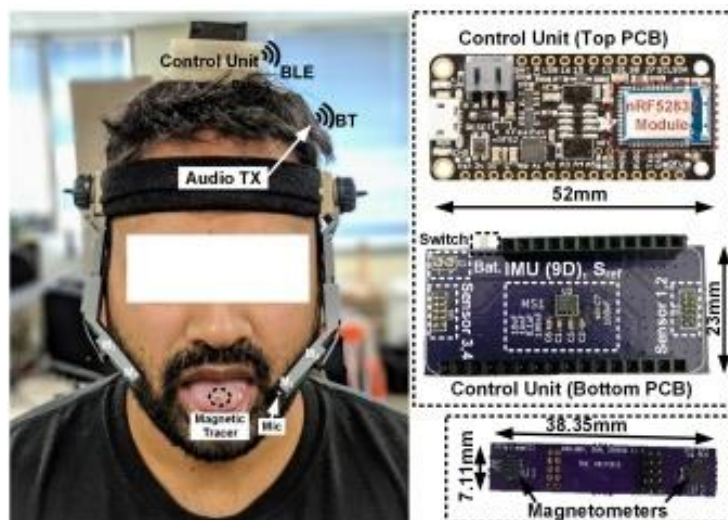
Autori Khan i sur. (2021) bavili su se proučavanjem fleksibilne tehnologije u rehabilitaciji. Navode pet faza nakon moždanog udara; hiperakutna, 24 sata nakon moždanog udara, akutna koja traje od jedan do sedam dana nakon, rana subakutna u trajanju od 7 dana do 3 mjeseca i

kasna subakutna koja traje tri do šest mjeseci poslije moždanog udara i kronična koja je duža od šest mjeseci. Navode kako je među preživjelim najčešća pareza gornjih ekstremiteta, slabost ili nemogućnost kretanja. Stoga je najvažniji daljnji cilj asistencija pacijentu u njegovom svakodnevnom funkcioniranju i rehabilitaciji u svrhu učinkovitog oporavka izgubljenih funkcija. To će im povratiti samostalnost i reintegrirati ih u društvenu zajednicu. Najčešće rehabilitacijske metode za preživjele od moždanog udara su fizikalna i radna terapija. Napretkom znanosti i tehnologije, uvode se nove rehabilitacijske metode, a odnose se na funkcionalnu električnu stimulaciju (FES) i robotsku asistenciju. Cilj rada ovih autora bio je pregledom dostupne literature utvrditi praktične primjere uvođenja fleksibilne tehnologije za primjenu kod osoba nakon moždanih udara. Rezultati su pokazali da je njihova primjena najučinkovitija u rehabilitacijskom sustavu i da je njihov napredak u rapidnom rastu s ciljem pružanja kompaktnih, prijenosnih, laganih i nosivih zdravstvenih rješenja za pacijente s moždanim udarom. Više studija potvrdilo je efikasnost FES-a u oporavku različitih mišićnih pokreta, hodanje, stajanje, rehabilitaciju gornjih ekstremiteta, vraćanje i povećanje dosega ruke. S druge strane, glavni cilj robotski usmjerenog rehabilitacijskog sustava je osigurati asistenciju u obnavljanju oslabljenih pokreta udova. Prethodno spomenuti sustavi su vrlo učinkoviti no potrebno ih je unaprijediti u smislu veće fleksibilnosti, dostupnosti, kompaktnosti, jednostavnije upotrebe. Napredak u fleksibilnoj tehnologiji nudi različita inovativna rješenja. U neurorehabilitacijskoj znanosti termin fleksibilna tehnologija uglavnom uključuje razvoj: fleksibilnog/rastezljivog elektroničkog biosenzornog sustava/elektroda, sustava elektroničkog tekstila i meke robotike u smislu fleksibilnih ortoza i egzoskeleta. Fleksibilna elektronika napredna je tehnologija koja omogućuje izradu i ugradnju senzora i elektroničkih krugova na fleksibilnim, savitljivim i rastezljivim podlogama. Meka robotika donosi veći stupanj slobode i raspon pokreta zajedno s postignutom fleksibilnošću i prenosivošću koja krutim vezama nikada nije mogla biti postignuta (Khan i sur., 2021).

U istraživanju provedenom u Kliničkom bolničkom centru Rijeka, sudionici su bili nasumično podijeljeni u eksperimentalnu (n=10) i kontrolnu skupinu (n=10). Eksperimentalna skupina je uz konvencionalnu terapiju sudjelovala u terapiji robotskim uređajem Arneo Power koja je trajala četiri tjedna pet puta tjedno u trajanju od 45 minuta. Terapija se provodila na robotskom uređaju Arneo Power dok je kontrolna skupina provodila samo konvencionalnu terapiju. Terapije su u obje skupine bile vremenski usklađene, a procjena se vršila putem kliničkih skala Fugl- Meyerova (FMA), funkcionalna mjera neovisnosti (FIM-

engl Functional Independence Measure) i mjerenje radnog učinka (COPM- engl Canadian Occupational Performance Measure). Na kraju provođenja istraživanja zabilježena su značajna poboljšanja u obe skupine, na svim skalama, osim kod procjene senzorne funkcije u kontrolnoj skupini gdje nije došlo do značajnijeg poboljšanja. Kada su usporedili rezultate između skupina, utvrdili su da je statistički značajna razlika na kraju liječenja samo u rezultatima COPM-a dok na skali FMA i FIM nisu utvrđene statistički značajne razlike. Dobiveni rezultati ukazuju da terapija robotskim uređajem Armeo Power sigurno i učinkovito poboljšava funkcionalni oporavak nakon moždanog udara, ali da nije superiornija u usporedbi s konvencionalnom terapijom (Barišić, 2021).

Sahadat i suradnici (2021) su uređaj mTDS (Slika 1) testirali na tjelesno zdravim sudionicima. Uređaj mTDS koristi tri sposobnosti za interakciju čovjeka s računalom koje su tipične za osobe s tetraplegijom (govor, pokreti jezika i djelomično kretanje glave). Senzori ugrađeni u mTDS snimaju te pokrete i pretvaraju u specifične naredbe na ciljani uređaj (Sahabat i sur., 2018 prema Sahabat i sur., 2021). Napravljeno je pilot istraživanje, u tri sesije čiji je primarni cilj bio pokazati izvedivost korištenja ovog uređaja za olakšavanje interakcije čovjeka i računala. U pilot istraživanju sudjelovalo je 14 osoba s tetraplegijom i zadatak im je bio dovršiti pet zadataka s pristupom računalu uz povećanje razine složenosti (navigacija labirintom, centriranje, igranje igre gađanja mjehurića, peg pasijans i slanje elektronske pošte). Mjereni su brzina i točnost izvođenja radnji i utvrđeno je da su one rasle od prve do treće sesije, što ukazuje na moguće postojanje faze učenja čijim bi daljnjim provođenjem moglo doći do poboljšanja učenja i performansi.



Slika 1 mTDS uređaj (Sahadat i sur., 2021)

Cilj istraživanja Morrissa, Crampa i Turtona (2022) bio je ispitati iskustva ljudi s motoričkim oštećenjima o korištenju asistivne i rehabilitacijske tehnologije i koliko onautječena kvalitetu njihova života. U istraživanju je sudjelovalo osam sudionika i ispitivani su polustrukturiranim intervjuom. Uvjet sudjelovanja bio je postojanje smanjene pokretljivosti kao posljedice moždanog udara, amputacija donjih ekstremiteta ili slabost povezana s dobi. Provedena je tematska analiza. Nakon obrade rezultata zaključeno je kako je skupina sudionika dijelila iskustvo pada ili strah od mogućeg pada. Svi sudionici iskazali su želju za povećanom brzinom hodanja. Također su izrazili kako bi htjeli da asistivni uređaji budu prilagodljivi njihovim svakodnevnim potrebama u skladu s njihovim sposobnostima.

U istraživanju Thiel i Conroy (2022) sudjelovalo je osam osoba s afazijom koji su 2016. godine sudjelovali u istraživanju Thiela i Conroya u kojem su podučavani o korištenju Co:Writera, asistivne tehnologije za pisanje. Kriterij za uključivanje u prethodno istraživanje bio je da sudionici imaju disgrafiju kao posljedicu moždanog udara, dovoljno su motorički sposobni i dobro vizualno funkcioniranje da mogu pisati na računalu i govornici su engleskog jezika. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti iskustva ljudi s afazijom s poteškoćama povezanim s pisanjem, kroz polustrukturirani intervju. Dobiveni su rezultati prema kojima su sudionici opisali da se pisanje nakon moždanog udara poboljšalo zbog strategija i podrške, ali ipak im je ono bilo teško i frustrirajuće (misle da su prespori i da presporo napreduju ili da neuredno pišu). S druge strane, sudionici su naveli kako smatraju da je pisanje općenito vrlo važno za komunikaciju s obitelji, prijateljima, organizacijama, ali s obzirom da im se zbog bolesti smanjila društvena uloga imali su i manju potrebu za pisanjem. Poteškoće u pisanju



utjecale su na njihovo sudjelovanje u društvu, samopoštovanje i samopouzdanje, ali su sudionici izrazili da su i dalje bili motivirani raditi na poboljšanju svoga pisanja (Thiel i Conroy, 2022).

Autorica Antea Sunara (2022) u svom preglednom radu utvrdila je pregledom 16 istraživačkih radova (ne starijih od 2008. godine) kako upotreba robotike u rehabilitaciji osoba nakon moždanog udara nije prepoznato kao najprimjereniji i najučinkovitiji oblik rehabilitacije. Ističe kako je rehabilitacija najbolja u kombinaciji robotske rehabilitacije s konvencionalnom rehabilitacijom. Nadalje, navela je kako je napredak robotske rehabilitacije dobar za pacijente, kojima se olakšava provođenje nekih vježbi i zanimljivije je, ali i za terapeute kojima se smanjuje opterećenje u radu.

Cilj istraživanja Zorkot i sur. (2022) bio je razviti financijski dostupniju ortozu gležnja, G-Exos, nosivi egzoskelet za povećanje motoričkih sposobnosti koji potpomaže fleksiju stopala i stabilnost gležnja. Hibridni sustav pružio je gotovo prirodne pokrete hoda koristeći aktivnu, motoričku i pasivnu pomoć, elastičnu traku. Ovaj sistem je validiran s deset volontera koji su imali dijagnozu pada stopala (sedam kao posljedicu moždanog udara, dvoje s nepotpunom ozljedom leđne moždine i jedan s akutnim upalnim poprečnim mijelitisom). G-Exos je pružio pomoć u provođenju funkcionalnog pokreta hoda. Friedmanov test je pokazao značajnu razliku u amplitudi fleksije stopala prema gležnju uz upotrebu G-Exosa u usporedbi s hodom bez upotrebe G-Exosa. Osim toga, postojala je i značajna razlika u everziji ili inverziji stopala kod onih koji su hodali s robotom i koji nisu. G-Exos je robustan, lagan i fleksibilan asistivni uređaj za precizno detektiranje faze hoda i pružanje bolje interakcije čovjeka i stroja. Trening G-Exosom pokazao se korisnim u suočavanju s poremećajima hoda, lako upotrebljiv i dostupan te koristan u pružanju motoričkog i funkcionalnog oporavka. Autori ističu kako nosive asistivne tehnologije vode boljoj kvaliteti života i doprinose aktivnostima svakodnevnog života (Zorkot i sur., 2022)

Cilj istraživanja Rulik i sur. (2022) bio je razviti multimodalni sustav kontrole koji bi pomogao pojedincima s ograničenom pokretljivošću u izvođenju svakodnevnih dnevnih aktivnosti kako bi imali kontrolu nad svojom mobilnošću i okolinom. Osmišljena su invalidska kolica i invalidska kolica s montiranim robotskom rukom (xArm6 Robot), a kontrolne naredbe se prevode u ručno upravljanje. Predloženi sustav kontrole testiran je na

deset zdravih osoba. Zbog sigurnosti, radni prostor robotske ruke bio je ograničen kako bi se izbjegao kontakt s korisnikom. Rezultati eksperimenata pokazuju da se predloženi upravljački okvir može prikladno koristiti za manevriranje invalidskim kolicima s pogonom i pomoćnog robota za pomoć pri obavljanju svakodnevnih aktivnosti pomoću integriranih joysticka za invalidska kolica. Ovim istraživanjem doprinijelo se tehnološkom razvoju kojim je dobivena mogućnost upravljanja na dva različita načina, pomoću prsta i brade. Ovaj način upravljanja je pokazao stopostotni učinak kod zdravih sudionika i oni su uspješno završili zadatke koji su uključivali svakodnevne aktivnosti. Usporedba u upotrebi jednog i drugog joysticka pokazala je da je sudionicima bilo lakše koristiti upravljanje prstom od brade (Ruliki sur., 2022).

U doktorskoj disertaciji autorice Dimkić Tomić (2022) istraživana je utjecaj potpomognute antigravitacijske kineziterapije korištenjem jednostavnog robotskog uređaja AA uz konvencionalnu kinezioterapiju. U eksperiment su bili uključeni pacijenti koji su prvi put doživjeli moždani udar u subakutnoj fazi. Metodom slučajnog odabira pacijenti su bili svrstani u eksperimentalnu (15 sudionika) i kontrolnu skupinu (15 sudionika). U prvoj skupini bila je primjenjivana potpomognuta antigravitacijska kinezioterapija korištenjem jednostavnog robotskog uređaja uz konvencionalnu kinezioterapiju. U kontrolnoj grupi primjenjivana je samo konvencionalna terapija. Prva mjerenja su napravljena prije početka terapije, a zatim po završetku provođenja (nakon tri tjedna).

Primarni parametar ishoda rehabilitacije je funkcionalna sposobnost mjerena Volfovim motornim funkcionalnim testom i skalom funkcionalne sposobnosti (WMFT FAS), a sekundarni parametri ishoda rehabilitacije su: razina motornog oštećenja mjerena Fugl Meyer-ovim testom za motorna oštećenja gornjih ekstremiteta (FMA-UE motor) i aktivnosti svakodnevnog života mjerene Barthel-ovim indeksom (BI). Statističkom analizom ispitanici eksperimentalne skupine imali su značajno više bodova na primarnom mjernom instrumentu WMFT FAS nakon provedenih 15 tretmana u odnosu na ispitanike kontrolne skupine. U analizi sekundarnih parametara utvrđena je statistički značajan porast vrijednosti FMA-UE motor kod ispitanika grupe A. Rezultati su pokazali da konvencionalna kineziterapija robotskim uređajem efikasnije poboljšava funkciju ruke i reducira motorni deficit gornjih ekstremiteta nego konvencionalna kineziterapija istog vremenskog trajanja. Uređaj je pokazao i pozitivne efekte u smislu smanjenja motornog oštećenja i funkcionalnih sposobnosti gornjih ekstremiteta kod pacijenata u subakutnoj fazi nakon moždanog udara, koji su imali srednje teško do teško oštećenje ruke.

Ventura i suradnici (2023) u svom istraživanju navode kako motorička disfunkcionalnost narušava autonomiju pacijenta koji je prebolio moždani udar i njegovog njegovatelja ili skrbnika. U svrhu podrške toj autonomiji i poboljšanju drugih osobnih i socijalnih potreba, moguće rješenje vidjeli su u multifunkcionalnoj, prilagođenoj i interaktivnoj asistivnoj opremi/tehnologiji. Uloga sustava umjetne inteligencije MAIA bila bi tumačiti namjere korisnika i prevesti ih u radnje koje bi izvodili asistivni uređaji. Smatraju da je zbog toga važno razviti MAIA sustav koji će biti u skladu s potrebama pacijenta i njegovatelja/skrbnika, što je više moguće. Istraživanje se provodilo tako da su provoditelji intervjuirali dvanaest pacijenata koji su preboljeli moždani udar i četiri njegovatelja/skrbnika, a intervjuom su ispitivali utjecaj motoričkog invaliditeta na njihove živote, prethodna iskustva s asistivnom tehnologijom, mišljenja i stavove o MAIA-i i njihovim potrebama. Generalno, rezultati su pokazali da su pacijenti više usmjereni na rehabilitacijsku tehnologiju, a njegovatelji/skrbnici navode potrebu za asistivnom tehnologijom za pomoć u svakodnevnim aktivnostima. Preferiraju ergonomsku i tehnologiju koja je jednostavna za korištenje. Zaključak istraživanja je da je napretkom tehnologije i uređaja temeljenih na umjetnoj inteligenciji omogućen pronalazak novih rješenja za tehnologiju namijenjenu oporavku pacijentu, poboljšanju autonomije i kvalitete života nakon moždanog udara.

Autori Rosinski i sur.(2023) s Fakulteta za računalne znanosti poljskog Sveučilišta u svom su istraživanju naveli kako je vrlo važno pacijentima s preboljenim moždanim udarom omogućiti brz pristup asistivnoj tehnologiji koja im je prilagođena kako bi se povećala njihova neovisnost, mobilnost i sudjelovanje. Odabir asistivne tehnologije uz pomoć umjetne inteligencije mogao bi ubrzati proces i poboljšati točnost. Također bi se time smanjilo opterećenje dijagnostičara i terapeuta i ubrzalo uvođenje novih rješenja automatizacijom baze podataka. U ovom članku napravljena je usporedba metoda automatske klasifikacije odabira uređaja nakon moždanog udara. Rad obuhvaća specifičnosti odabira, izbor metoda klasifikacije i identifikacija najbolje. Odabir odgovarajuće metode klasifikacije, utječe i na odabir medicinskih materijala na sveobuhvatan način. Osim kliničke i znanstvene važnosti, stvaranje odgovarajućeg uređaja imalo bi i ekonomsku i društvenu važnost jer bi se time smanjilo opterećenje zdravstvenog sustava i pojedinac bi se brže vratio u zajednicu. Rezultati istraživanja su se također mogli usporediti s izborima koje su za pacijente donijeli stvarni stručnjaci. U aplikaciju su se unosile ulazne vrijednosti (kao npr. spol, dob i koliko je tjedana

prošlo od moždanog udara), a zatim ona koristeći tri različita modela, predviđa tri različita rezultata u odnosu na odabir uređaja uz prikaz vremenskog trajanja provođenja vježbi i točnost previđanja. Tri modela su nazvali: Random Forest, Decision tree, C&RT i MLP metode neuronske mreže. Stvorena je aplikacija za usporedbu odabranih metoda u svrhu odabira najprikladnijeg asistivnog uređaja za korištenje nakon moždanog udara. Za skup podataka najbolja je bila metoda Random Forest. Sustavi za strojni odabir asistivnih uređaja su rijetki i trenutno imaju ulogu „drugog mišljenja“. Njihov daljnji razvoj i napredak bit će potrebni jer se svake godine povećava broj ljudi koji su preživjeli moždani udar. Potrebno je napraviti programe u koje će se unositi i drugi ulazni podaci, ali konačnu odluku uvijek će donositi čovjek. Uloga ovakvog načina odabira asistivnog uređaja je pomoć manje iskusnim terapeutima u odluci i odgovornosti.

U svom radu Giroux sa suradnicima (2022) navode kako je s obzirom na sve veći razvoj asistivne tehnologije za pristupačnost informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji potreban sve veći broj istraživanja u kojima bi trebale sudjelovati osobe s invaliditetom . S obzirom da se stručnjaci suočavaju s teškoćama u pronalasku osoba s invaliditetom za sudjelovanje u istraživanjima, ponekad uključuju zdrave pojedince kod kojih se simulira invalidnost i na taj način sudjeluju u prepoznavanju preliminarnih problema i sudjeluju u dizajniranju tehnologije za osobe s invaliditetom. Korisnost ili upotrebljivost asistivne tehnologije određuje se prema internacionalnim standardima (ISO-9241) procjenjivanjem učinkovitosti, djelotvornosti i zadovoljstva s tehnologijom (ISO 9241–11, 2018, prema Giroux i sur., 2022). U prvoj studiji ovog istraživanja sudjelovale su 22 osobe, dešnjaci, bez invaliditeta i bez neuroloških oštećenja. Istraživanje se odvijalo u kontroliranim uvjetima u laboratoriju u Sjevernoj Americi. Za ove sudionike simulacijska udlaga za invalidnost ruku (Slika 2) dizajnirana je od 3D isprintanih plastičnih i gumenih traka za kako bi replicirala stisnuti položaj ruke i ručnog zgloba osoba sa spazmom gornjih ekstremiteta nakon moždanog udara (Bhakta, 2000 prema Giroux i sur., 2022) .



Slika 2 Simulacijska udlaga dizajnirana od 3D isprintanih plastičnih i gumenih traka (Gorux i sur., 2022)

U drugoj studiji izabrano je pet sudionika koji su preživjeli moždani udar, putem online platforme u Velikoj Britaniji, “My stroke guide“ (<https://www.stroke.org.uk/> prema Giroux i sur., 2022) 37. Different Strokes (<https://differentstrokes.co.uk/i> prema Giroux i sur., 2022) i iz baze podataka sudionika prethodnog istraživanja u Wellcome Centre for Integrative Neuroimaging i testiran je neoptimalni miš.

Miš je kompjuterski ulazni uređaj s dva ili više gumba, s kojim se može upravljati pokazivačem na monitoru. Konvencionalni miševima se upravlja prstima i zglobovima. Mogu predstavljati problem osobama sa spazmom ruku. Kao alternative koristili su se joystick i trackball i s njima je bilo lakše kontrolirati pokazivač na računalu (Pousada i sur., 2014 prema Giroux i sur., 2022). Jedna obećavajuća, ali još neistražena asistivna tehnologija za upravljanje pokazivačem je sučelje za geste (engl. Leap Motion Controller-LMP) (ISO 9241–171, 2007 prema Giroux i sur., 2022).



Slika 3 LMC kontrolor (Goriux i sur., 2022)

LMC je USB uređaj prikazan na slici broj 3, koji ima tri infracrvena LED svjetla i dvije infracrvene kamere koje prate položaj gornjih udova i omogućuju pomicanje pokazivača na zaslonu pokretima gornjih udova (Bachmann, i sur., 2015 prema Giroux i sur., 2022). Ovaj uređaj se intenzivno koristi u rehabilitacijskoj terapiji za pacijente koji su preboljeli moždani udar i imaju motoričke teškoće gornjih ekstremiteta (Giroux, 2022). Do sada nije napravljeno istraživanje o potencijalima ovog uređaja kao alternativni mišu. Upotrebljivost uređaja kao što su miš, joystick ili LMC uređaj procjenjuje se pomoću standardiziranog multidimenzionalnog upitnika ISO-9241-9 pomoću jednodimenzionalnih i dvodimenzionalnih Fitts zadataka. Ovi zadaci sastoje se od pomicanja pokazivača što preciznije i brže od jedne fiksne točke do druge. Dok su Fittsovi zadaci procjenjivali brzinu i točnost postizanja pokreta treći zadatak praćenja spirale bio je procjena fine motorike s pokazivačem (Giroux i sur., 2022).

Sudionici prve skupine, njih 22, izmjenjivali su se u 10 jednodimenzionalnih Fittsovih zadataka, dvodimenzionalnih 10 i 15 zadataka sa spiralom na LMC-u ili s mišem, ovisno kojoj grupi su nasumično pripali. Nakon svakog ispita, sudionicima su predstavljene povratne informacije o izvedbi kako bi u sljedećem zadatku pokušali poboljšati rezultat. Nakon svakog zadatka sudionici su ispunjavali upitnike. Na kraju eksperimenta sudionici su procijenili sve uređaje koje su koristili. Eksperiment je trajao oko 60 minuta, a završen je s 15- minutnim intervjuom.

U studiji dva sudjelovalo je pet učesnika, od kojih jedan u Klinici za neuroznanosti, a četiri sudionika u njihovim domovima. Koristili su dva mjerna instrumenta pri procjeni; Fugl Meyerovom skalom procijenili su razinu motoričkog oštećenja gornjih ekstremiteta i

Montrealsku kognitivnu procjenu. Pacijenti su prvo rješavali šest jednodimenzionalnih Fitts zadataka, a nakon toga šest dvodimenzionalnih te dvanaest zadataka s praćenjem spirale na oba uređaja, nasumičnim odabirom. Nakon svakog zadatka sudionici su dali svoju procjenu uređaja, eksperiment je trajao 90 minuta i završio je 15-minutnim intervjuom. Sudionici su imali mogućnost odmora kad god im je bio potreban i bili su upoznati s činjenicom da mogu odustati od sudjelovanja ako žele (Pernice i Nielsen, 2001 prema Giroux i sur., 2022). Rezultati istraživanja ukazali su na preliminarnu probleme s upotrebljivošću i preporuke za dizajn uređaja (npr povećanje osjetljivosti LMCa kako bi se omogućila kontrola pokazivača s manjim pokretima). Isto je potvrđeno u studiji dva. Ovi uvidi koristit će se u budućim istraživanjima u koja će se uključiti osobe s preboljenim moždanim udarom. Rezultati su također ukazali na to da simulacija spazma u prvoj studiji nije bila dovoljno vjerodostojna, točnije, simulacija invaliditeta nije uzela u obzir ograničenja kretanja ruku i ramena i u budućim istraživanjima potrebno je razmotriti različite intenzitete i razine oštećenja kako bi uzorak bio reprezentativniji. Osim motoričkih funkcija poput spastičnosti udova, pacijenti s moždanim udarom mogu imati i druge poteškoće poput mentalnog i kognitivnog zamora, komunikacijske ili govorne poteškoće, oštećenja vida i poremećaji kognitivnih funkcija poput ograničenja u zapamćivanju ili održavanju pažnje (Giroux i sur., 2022).

U studiji dva svi su sudionici izjavili da im je eksperiment bio naporan, fizički i mentalno. Potkrijepili su ovo osjećajem umora, a tri pacijenta su tražila prijevremeni prekid eksperimentalnih zadataka. U završnom intervjuu se čak jedan pacijent nije mogao sjetiti zadatka s početka sudjelovanja. Iz ovog se može zaključiti kako bi buduća istraživanja s kliničkom populacijom trebala biti kraća i da bi intervjui trebali biti provedeni odmah po završetku korištenja uređaja. Ovo istraživanje podržava navode prethodne literature o prednostima rada sa zdravim sudionicima sa simulacijama invaliditeta kako bi se utvrdili preliminarni problemi upotrebljivosti u procjeni asistivne tehnologije no, naglašava pouzdanost procjene subjektivnih ocjena od strane ove grupe (Giroux i sur., 2022).

Ovo istraživanje se od do sada opisanih razlikuje s obzirom da je tema istraživanja asistivna tehnologija u pripremanju jela, točnije upotreba pomagala COOK u zajednici za osobe s oštećenjem mozga. Sudionica istraživanja je bila jedna 47- godišnja žena s kognitivnim smetnjama uzrokovanih moždanim udarima poslala je 21 sesijski trening za upotrebu COOK-a u zajedničkom kuhinjskom prostoru. Tijekom pripreme jela mjerena su tri ciljana ponašanja;

traženje pomoći, bilježenje pogrešaka i odgovori na sigurnosne probleme. Dobrobiti i prepreke procjenjivane su kroz tri individualna intervjua s klijentima i tri fokus grupe s članovima njegovateljskog tima. Kvalitativna i kvantitativna analiza pokazale su da je COOK značajno povećao neovisnost i sigurnost tijekom pripreme jela, ali ne i u kontrolnom zadatku. Stručnjaci koji su sudjelovali u istraživanju sugerirali su kako bi dostupnost alata za obuku većem broju terapeuta i instalacija COOK-a u klijentov prostor pomogla u uspješnoj adaptaciji ove tehnologije. Na kraju istraživanja zaključeno je kako je COOK obećavajuće asistivno pomagalo za pojedince s kognitivnim poteškoćama koji žive u podražavajućim zajednicama (Zarshenas i sur., 2023).

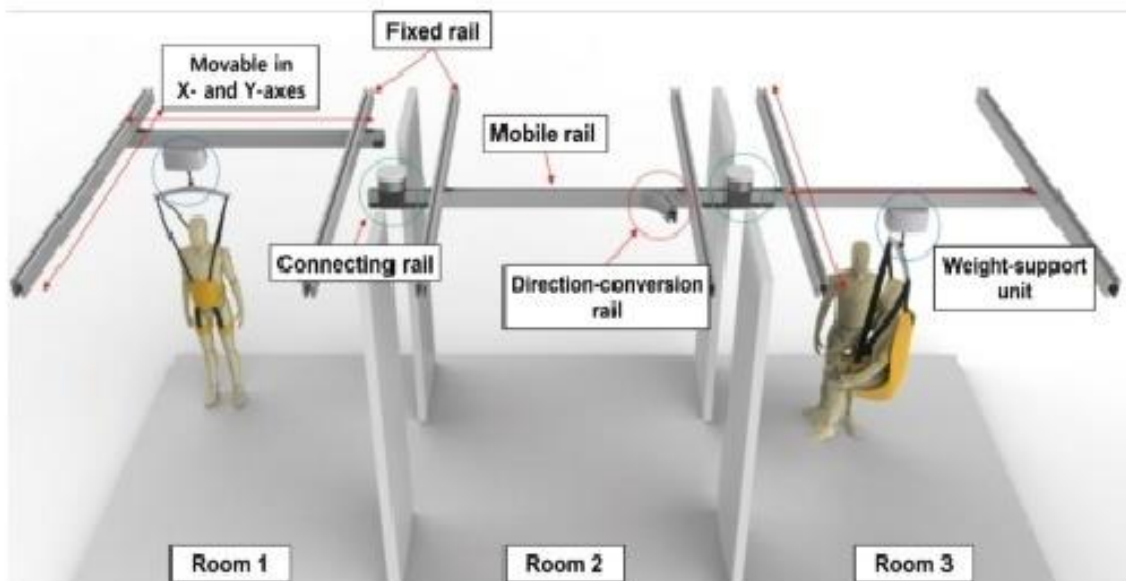
U istraživanje Mossa i suradnika (2023) bilo je uključeno šest muškaraca i četiri žene u dobi od 44 do 75 godina. Svi su odgovarali kriteriju da je od moždanog udara prošlo šest mjeseci i da su zdravstveno stabilni. Ciljevi istraživanja bili su: ispitati može li trening o korištenju asistivne tehnologije osoba s disgrafijom poboljšati pisanje i je li ostvarenje cilja moguće isključivo uz asistivnu tehnologiju, poboljšati razumijevanje čitanja i ispitati je li ostvarenje cilja moguće isključivo uz AT i koji utjecaj trening AT ima na socijalno uključivanje, volju i kvalitetu života. Mjerenja su se provodila različitim metodama i ponovljenim mjerenjima. Sudionici su sudjelovali u individualnoj terapiji sedam do deset sati tjedno i imali podršku e-mailom. Prošli su trening upravljanja Dragon Naturally Speaking (paket: govorom do teksta) i ClaroRead (čitanje i pisanje naglas). Rezultati su pokazali da se računalno narativno pisanje značajno poboljšalo nakon treninga, koji je bio prihvatljiv sudionicima. Iako se razumijevanje čitanja poboljšalo u računalnim uvjetima, navedeno se ne može pripisati asistivnoj tehnologiji. Ciljevi su postignuti samo onda kada su se mjerili na tipkovnici, bez asistivne tehnologije. Zaključili su kako su intervencije koje uključuju asistivnu tehnologiju korisne kao korektivni dodatak tijekom pisanja te osobito može podržati funkcionalno pisanje. Društvenu povezanost su sudionici procijenili većom, a pri ocjenjivanju kvalitete života nisu zabilježene značajne promjene.

Autori ovog istraživanja bavili su se proučavanjem ITDS-a, intraoralnog sustava koji pokreće jezik, a pripada bežičnoj asistivnoj tehnologiji i zauzima oralni prostor bez ograničavanja pokreta jezika. Budući da su mišići jezika jaki i spretni i ne umaraju se brzo jezik je izvrstan za kontrolu asistivne tehnologije. Pored toga, kroz kranijalne živce jezik je povezan s mozgom. Nadalje, budući da pokreti jezika mogu biti potpuno skriveni od pogleda, AT



temeljen na TDSu štiti privatnost korisnika. Kako bi se osiguralo učinkovito rješenje, u ovom radu predložen je novi dvofrekventni i implanatibilni dizajn antene. Antena je modelirana u jednoslojni ljudski mišić uzimajući u obzir provedivost i vrijeme izračuna. Uspostavljen je višeslojni model usne šupljine za provođenje simulacija antene u dva slučaja otvorenih i zatvorenih usta, a rezultati su pokazali da antena ima dobre performanse u ta dva slučaja. Zbog sigurnosti, SAR vrijednosti antene se izračunavaju i rezultati su pokazali da su vrijednosti u svim slučajevima u dopuštenim sigurnosnim standardima. Eksperimentima je utvrđeno da predložena antena ima prednosti u usporedbi s prethodnim dostignućima zbog veličine, propusnosti, sigurnosti i stabilnosti. Performanse antene se provjeravaju mjerenjem koeficijenta refleksije antene u svježem svinjskom tkivu i u pripremljenoj simuliranoj tekućini. U budućim istraživanjima moguće je antenu i uređaj s jezičnim pogonom integrirati zajedno tako da pouzdana veza između postignuta između intraoralnih uređaja i na primjer vanjskih invalidskih kolica, a evaluacija se može provesti na ljudima (Alsaraira i sur., 2023).

Svrha sljedeće studije bila je pronalazak sustava za lakše kretanje nakon otpusta na kućnu rehabilitaciju iz bolnice. Sastoji se od asistivnog kućnog mobilnog sustava omogućujući pacijentima da kod kuće provode rehabilitacijski trening hoda. Ovaj sustav se sastoji od mobilne tračnice koja prolazi oko cijele prostorije, okretnog stola za kretanje između tračnica i komponentu za podržavanje težine (slika 4). Provedena je analiza mjerenja za provjeru sigurnosti uređaja u odnosu na tračnice i jedinice za okretanje. Opterećenje je primijenjeno okomito kako bi održavalo težinu potencijalnih korisnika. Sigurnosni čimbenici su procijenjeni kao prihvatljivi s obzirom na to da su dokazali je ovaj uređaj siguran za upotrebu u kućnom rehabilitacijskom treningu hoda (Kim i sur, 2023).



Slika 4 Skica kućnog mobilnog asistivnog sustava za kretanje (Kim i sur., 2023)

#### 4. ZAKLJUČAK

Učestalost moždanog udara s godinama raste s obzirom da naše društvo stari, ali i zdravstvena skrb je kvalitetnija i postoje bolje mogućnosti liječenja moždanog udara. Ipak, kod preživjelih ostavlja značajne posljedice i narušava njihovu kvalitetu života. Cilj ovog preglednog rada bio je upoznati se s novijim istraživanjima koja se bave asistivnom tehnologijom kod osoba nakon moždanog udara i odgovoriti na postavljena problemska pitanja. Prikazan je veći broj istraživanja i isto tako dobiven veći broj odgovora. Zaključci do kojih se došlo nakon pregleda novijih istraživanja su da je doprinos asistivne tehnologije i robotike kod osoba nakon moždanog udar vrlo značajan, ali i da primjena robotike tijekom rehabilitacije ima smisla isključivo kada se primjenjuje uz konvencionalne metode liječenja. Ipak, sva istraživanja ukazuju na to da razvoj tehnologije doprinosi kvaliteti razvoja asistivne tehnologije, a time i kvaliteti života osoba s invaliditetom, nakon moždanog udara, a ono što se smatra daljnjim izazovima u ovom području je usklađivanje asistivne tehnologije sa svakodnevnim životnim potrebama osoba koje su preživjele moždani udar, u skladu s njihovim mogućnostima i da ih, što je više moguće koriste u njihovom kućnom okruženju. Iz nekih istraživanja može se zaključiti kako je nove uređaje u području asistivne tehnologije potrebno testirati na većem uzorku ispitanika, a da ti ispitanici budu osobe koje su preživjele moždani udar, što istraživači smatraju izazovom jer je teško pronaći veliki broj ovih sudionika. Uglavnom u svim istraživanjima u kojima su predstavljeni novo osmišljeni uređaji, temeljeni na robotici, od strane ispitivača ocijenjeni su kao dobri ili korisni, uz određene preporuke za napredak. Primjer za to je robotska rukavica čiji je nedostatak glomaznost koja ograničava osobu pri korištenju u kućnom okruženju te na primjer ne može obavljati radnje poput oblačenja. Korisnici i njegovatelji u jednom istraživanju izrazili su da je napretkom tehnologije i uređaja temeljenih na umjetnoj inteligenciji omogućen pronalazak novih tehnoloških rješenja namijenjenih oporavku pacijenta, poboljšanju autonomije i kvalitete života nakon moždanog udara. Neka istraživanja bavila su se proučavanjem aplikacija u koje bi se unosili podaci o pacijentu, a zatim bi aplikacija odredila daljnji tijek rehabilitacije i intenzitet rada. Međutim, do sada se aplikacija pokazala korisnom u vidu pomoći ili drugog mišljenja pri procjeni odabira liječenja i rehabilitacije. Ova saznanja otvaraju put osmišljavanju novih aplikacija u području liječenja i rehabilitacije. U nekoliko istraživanja prikazivani su uređaji ili programi koji se odnose na svladavanje komunikacije kroz čitanje i pisanje, pri čemu su se sudionici svih istraživanja složili da im pomoć i podrška kroz razne

uređaje, alate ili aplikacije olakšava svladavanje vještina. Korištenje tehnologije pri svladavanju vještine čitanja je značajno doprinijelo razvoju njihovog samopouzdanja i jačanju volje za čitanje, osobito kod sudionika koji su uređaje počele koristiti ranije u rehabilitaciji. Kada je riječ o pisanju, sudionici istraživanja su izrazili da su primijetili napredak i poboljšanje zbog podrške koju dobivaju, ali ono je za njih i dalje teško i frustrirajuće jer misle da su prespori, da neuredno pišu i da vrlo sporo napreduju. Sve ovo može biti sugestija za osmišljavanje novih uređaja i provođenje novih istraživanja povezanih s pisanjem.

## 5. LITERATURA

Alsaraira, A., Saraereh, O.A., Ali, A., Alabed, S. (2023). Design of LoRa Antenna for Wearable Medical Applications. IEEE ACCESS 11 Pages: 23886-23895 DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3254916 Preuzeto 28.4.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/369124158\\_Design\\_of\\_LoRa\\_Antenna\\_for\\_Wearable\\_Medical\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/369124158_Design_of_LoRa_Antenna_for_Wearable_Medical_Applications)

Adomavičiene, A., Daunoravičiene, K., Kubilius, R., Varžaityte, L., Raistenskis, J., (2019) Influence of New Technologies on Post-Stroke Rehabilitation: A Comparison of ArmeoSpring to the Kinect System. Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University. Medicina (Kaunas) 55(4): 98;doi: 10.3390/medicina55040098. Preuzeto 28.4.2024. s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30970655/>

Andreassen, M., Hemmingsson, H., Boman, I.L., Danielsson, H., Jaarsma, T. (2020). Feasibility of an Intervention for Patients with Cognitive Impairment Using an Interactive Digital Calendar with Mobile Phone Reminders (RemindMe) to Improve the Performance of Activities in Everyday Life. International journal of environmental research and public health. 17 (7). DOI: 10.3390/ijerph17072222 Preuzeto 28.4.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/340329309\\_Feasibility\\_of\\_an\\_Intervention\\_for\\_Patients\\_with\\_Cognitive\\_Impairment\\_Using\\_an\\_Interactive\\_Digital\\_Calendar\\_with\\_Mobile\\_Phone\\_Reminders\\_RemindMe\\_to\\_Improve\\_the\\_Performance\\_of\\_Activities\\_in\\_Everyday\\_Li](https://www.researchgate.net/publication/340329309_Feasibility_of_an_Intervention_for_Patients_with_Cognitive_Impairment_Using_an_Interactive_Digital_Calendar_with_Mobile_Phone_Reminders_RemindMe_to_Improve_the_Performance_of_Activities_in_Everyday_Li)

Barišić, T. (2021) Procjena učinkovitosti robotike u neurorehabilitaciji gornjih ekstremiteta kod pacijenata nakon moždanog udara. Diplomski rad. Fakultet zdravstvenih studija. Katedra za fizioterapiju. Sveučilište u Rijeci.urn:nbn:hr:184:527909 Preuzeto 20.4.2024. s <https://repository.fzsri.uniri.hr/islandora/object/fzsri%3A1482>

Bakran Ž., Dubroja I, Habus S, Varjačić M. (2012). Rehabilitacija osoba s moždanim udarom. Medicina Fluminensis. 4:380-94. Preuzeto 20.4.2024. s <https://hrcak.srce.hr/95724>

Bryant, B. R., Bryant, D. P., Shih, M., Seok, S. (2010). Assistive technology and supports provision: A selective review of the literature and proposed areas of application. A Special Education Journal 18(4), 203-213. Preuzeto 20.4.2022. s: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09362835.2010.513925>

Čičak, V. (2018). Koncipiranje instrumenta procjene za odabir asistivne tehnologije. Diplomski rad, mentorica: Pinjateja, R.). Zagreb. Sveučilište u Zagrebu. Edukacijsko – rehabilitacijski fakultet.

Dimkić Tomić, T. (2022). Uticaj potpomognute antigravitacione kineziterapije na motornu funkciju gornjih ekstremiteta kod pacijenata nakon moždanog udara. Medicinski fakultet univerzitet u Beogradu. Doktorska disertacija Beograd.

Dnevni centar za rehabilitaciju Veruda. Posjećeno 18.4.2024. na mrežnoj stranici <https://www.hzjz.hr/sluzbaepidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/hrvatski-dan-mozdanog-udarahttps://dczr-veruda.hr/kabinet-za-asistivnu-tehnologiju>

Edyburn, D.L. (2004). Rethinking assistive technology. *Special Education Technology Practice*, 5(4), 16-23. Preuzeto 15.4.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/288635873\\_Rethinking\\_assistive\\_technology](https://www.researchgate.net/publication/288635873_Rethinking_assistive_technology)

Erjavec, L., Delaš, K., Grozdek Čovčić G., Telebuh, M., (2019). Robotika i neurofizioterapija nakon moždanog udara *Journal of Applied Health Sciences = Časopis za primijenjene zdravstvene znanosti*, 5 (2) Preuzeto 20.4.2024. s <https://hrcak.srce.hr/226595>

Fasoli, S.E., Adans.Dester, C.P. (2019). A Paradigm Shift: Rehabilitation Robotics, Cognitive Skills Training, and Function After Stroke. doi: 10.3389/fneur.2019.01088. Preuzeto 23.4.2024. s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31681154/>

Georgiou, T., Ross, M., Baillie, L., Broz, F. (2020) Applying the Participatory Design Workshop Method to Explore how Socially Assistive Robot Could Stroke Survivors. DO: 10.1145/3371382.3378232. Preuzeto 21.4.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/339237285\\_Applying\\_the\\_Participatory\\_Design\\_Workshop\\_Method\\_to\\_Explore\\_how\\_Socially\\_Assistive\\_Robots\\_Could\\_Assist\\_Stroke\\_Survivors](https://www.researchgate.net/publication/339237285_Applying_the_Participatory_Design_Workshop_Method_to_Explore_how_Socially_Assistive_Robots_Could_Assist_Stroke_Survivors)

Giroux., F., Couture, L., Lasbareille, C., Boasen, J., Stagg, C.J., Fleming M.K., Senecal, S., Leger, P-M. (2022). Usability Evaluation of Assistive Technology for ICT Accessibility: Lessons Learned with Stroke Patients and Able-Bodied Participants Experiencing a Motor Dysfunction Simulation. U: Davis, F.D., Riedl, R., vom Brocke, J., Léger, P-M., Randolph, A.B., Müller-Putz, G.R. (ur.): *Information Systems and Neuroscience* ( str 349-359). Springer Nature Switzerland AG. Preuzeto 28.4.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/365949185\\_Usability\\_Evaluation\\_of\\_Assistive\\_Technology\\_for\\_ICT\\_Accessibility\\_Lessons\\_Learned\\_with\\_Stroke\\_Patients\\_and\\_Able-Bodied\\_Participants\\_Experiencing\\_a\\_Motor\\_Dysfunction\\_Simulation](https://www.researchgate.net/publication/365949185_Usability_Evaluation_of_Assistive_Technology_for_ICT_Accessibility_Lessons_Learned_with_Stroke_Patients_and_Able-Bodied_Participants_Experiencing_a_Motor_Dysfunction_Simulation)

Ienca, M., Kressig, R.W., Jotterand, F., Elger, B. (2017). Proactive Ethical Design for Neuroengineering, Assistive and Rehabilitation Technologies: the Cybathlon Lesson *J Neuroeng Rehabil.* 14(1):115.doi: 10.1186/s12984-017-0325-z. Preuzeto 26.4.2024. s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29137639/>

Jun, M., Jeong, H., Ohno, Y. (2020). Operation of assistive apparatus through recognition of human behavior: Development of experimental evaluation of chair-type assistive apparatus of nine-link mechanism with 1 degree of freedom. *Advances in Mechanical Engineering.* 12(7), 1-14. DOI: 10.1177/1687814020938899. Preuzeto 26.4.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/342086675\\_Operation\\_of\\_assistive\\_apparatus\\_through\\_recognition\\_of\\_human\\_behavior\\_development\\_and\\_experimental\\_evaluation\\_of\\_chair-type\\_assistive\\_apparatus\\_comprising\\_a\\_nine-link\\_mechanism\\_with\\_one\\_degree\\_of\\_freedom](https://www.researchgate.net/publication/342086675_Operation_of_assistive_apparatus_through_recognition_of_human_behavior_development_and_experimental_evaluation_of_chair-type_assistive_apparatus_comprising_a_nine-link_mechanism_with_one_degree_of_freedom)

Kelliher, A., Choi, J. Huang, J.B. , Rikakis, T. Kitani, K. (2017). HOMER: An Interactive System for Home Based Stroke Rehabilitation. Proceedings of the 19th International Acm Sigaccess Conference on computers and accessibility (ASSETS'17) (379-380)  
DOI: 10.1145/3132525.3134807. Preuzeto 26.4.2024. s  
[https://www.researchgate.net/publication/320543126\\_HOMER\\_An\\_Interactive\\_System\\_for\\_Home\\_Based\\_Stroke\\_Rehabilitation](https://www.researchgate.net/publication/320543126_HOMER_An_Interactive_System_for_Home_Based_Stroke_Rehabilitation)

Khan, M.A., Saibene, M., Das, R., Brunner, I., Puthusserypady , S. (2021). Emergence of flexible technology in developing advanced systems for post-stroke rehabilitation: a comprehensive review. Journal of Neural Engineering. 18 (6). <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ac36aa>. Preuzeto 12.5.2024. s <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-2552/ac36aa>

Kim, J.N., Shin, M.Y., Seo, J.S., Yu, C.H., Kim, K. (2023). A structural analysis of the rail unit of an on door assistive mobility system. Technology and health care .31(S1). 373-S38, DOI: 10.3233/THC-236032 Preuzeto 28.4.2024. s  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37066937/>

Kravarščan, J. (2019). Asistivna tehnologija za oboljele od Parkinsonove bolesti. (Diplomski rad). Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

Marshall, J.,Caute, A., Chadd, K., Cruice, M., Monnelly, K., Wilson, S., Woolf, C. (2019). Technology-enhanced writing therapy for people with aphasia: results of quasi-randomized waitlist controlled study. International journal of language and communication disorders. 54(2). 203-220. DOI: 10.1111/1460-6984.12391. Preuzeto 29.4.2024. s  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29749112/>

Morris, L., Cramp, M., Turton, A. (2022). User perspectives on the future of mobility assistive devices: Understanding users' assistive device experiences and needs  
DOI: 10.1177/20556683221114790. Preuzeto 28.4.2024. s  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35983071/>

Moss, B., Marshall, J. Woolf, C., Hilari, K. (2023). Can a writing intervention using mainstream Assistive Technology software compensate for dysgraphia and support reading comprehension for people with aphasia? International journal of language&communication disorders. 59(6). 1090-1109 DOI: 10.1111/1460-6984.12975 Preuzeto 28.4.2024. s  
[https://www.researchgate.net/publication/375670274\\_Can\\_a\\_writing\\_intervention\\_using\\_mainstream\\_Assistive\\_Technology\\_software\\_compensate\\_for\\_dysgraphia\\_and\\_support\\_reading\\_comprehension\\_for\\_people\\_with\\_aphasia](https://www.researchgate.net/publication/375670274_Can_a_writing_intervention_using_mainstream_Assistive_Technology_software_compensate_for_dysgraphia_and_support_reading_comprehension_for_people_with_aphasia)

Pantović, A., Zdravković, R., Kovačević, J., Žigić, V., Maćešić Petrović, D., Stavovim studenta Fakulteta za Specijanu edukaciju i rehabilitaciju o upotrebi računara u radu sa učenicima sa intelektualnom ometenošću, XXIV Skup Trendovi razvoja- Digitalizacija visokog obrazovanja, Kopaonik Kopaonik, 21-23. februara 2018  
[https://www.researchgate.net/publication/355008333\\_UPOTREBA\\_ASISTIVNE\\_TEHNOLOGIJE\\_U\\_SLUZBI\\_STICANJA\\_ZNANJA\\_KOD\\_OSOBA\\_SA\\_POREMECAJIMA\\_IZ\\_SP](https://www.researchgate.net/publication/355008333_UPOTREBA_ASISTIVNE_TEHNOLOGIJE_U_SLUZBI_STICANJA_ZNANJA_KOD_OSOBA_SA_POREMECAJIMA_IZ_SP)

## EKTRA\_AUTIZMA\_THE\_USE\_OF\_ASSISTIVE\_TECHNOLOGY\_IN\_THE\_PROCESS\_OF\_TEACHING\_STUDENTS\_WITH\_AUTISM

Pinjatela, R., Bonetti, L., Martinec, R., Stančić, Z. (2023). Asistivna tehnologija u 21.stoljeću-primjena i perspektive. Prikaz rezultata istraživanja. Sveučilište u Zagrebu. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.

Radder, B., Prange-Lasonder, G.B., Kottink, A.I.R., Melendez-Calderon, A. Buurke, J.H., Rietman, J.S. (2018). Feasibility of a wearable soft-robotic glove to support impaired hand function in stroke patients. *Journal of rehabilitation medicine*. 50(7) .598-606. DOI: 10.2340/16501977-2357. Preuzeto 28.4.2024. s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30003268/>

Rodgers H, Bosomworth H, Krebs HI, van Wijck F, Howel D, Wilson N, Aird L, Alvarado N, Andole S, Cohen DL, Dawson J, Fernandez-Garcia C, Finch T, Ford GA, Francis R, Hogg S, Hughes N, Price CI, Ternent L, Turner DL, Vale L, Wilkes S, Shaw L. (2019). Robot assisted training for the upper limb after stroke (RATULS): a multicentre randomised controlled trial. 94(10192). 51-62. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31055-4. Preuzeto 11.4.2024. s [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(19\)31055-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)31055-4/fulltext)

Rosiński, J., Kotlarz, P., Rojek, I., Mikołajewski, D. (2023). Machine Learning Classification for a Second Opinion System in the Selection of Assistive Technology in Post-Stroke Patients. *Applied Sciences*. 13(9), 5444; <https://doi.org/10.3390/app13095444> Preuzeto 21.4.2024. s <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/9/5444>

Rulik, I., Sunny, S.M., Sanjuan., J., Islam., I. (2022). Control of a Wheelchair-Mounted 6DOF Assistive Robot with Chin and Finger Joysticks DOI:10.3389/frobt.2022.885610. Preuzeto 21.4.2024. s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35937617/>

Sahadat, N., Sebkhani, N., Bhavsar, A., Walling, A., Hoefnagel, M., Chris, F., Kong, F., Tonuzi, G., Raine, O., Ghovanloo, M., Anderson, D. (2021). Evaluation of Multimodal Tongue Drive System by People with Tetraplegia for Computer Access DOI:10.36227/techrxiv.14388113.v1 Preuzeto 11.5.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/350786110\\_Evaluation\\_of\\_Multimodal\\_Tongue\\_Drive\\_System\\_by\\_People\\_with\\_Tetraplegia\\_for\\_Computer\\_Access/link/6079a0998ea909241e03d7ee/download?\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmXPY2F0aW9uIn19](https://www.researchgate.net/publication/350786110_Evaluation_of_Multimodal_Tongue_Drive_System_by_People_with_Tetraplegia_for_Computer_Access/link/6079a0998ea909241e03d7ee/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmXPY2F0aW9uIn19)

Sahadat, M.N., Alreja, A., Ghovanloo, M. (2018). Simultaneous Multimodal PC Access for People With Disabilities by Integrating Head -Tracking, Speech Recognition, and Tongue Motion. <IEEE Transactions on biomedical circuit sand system. 12 (1). 192-201. DOI:10.1109/TBCAS.2017.2771235 Preuzeto 12.5.2024. s <https://ieeexplore.ieee.org/document/8222963>



Schnurrer-Luke-Vrbanić, T., Avancini-Dobrović, V., Bakran, Ž., Kadojić, M. (2015) Smjernice za rehabilitaciju osoba nakon moždanog udara. *Fiz. rehabil. med.* 2015; 27 (3-4): 237-269 Preuzeto 21.4.2024. s <https://hrcak.srce.hr/file/240724>

Stanković, Ž. (2015). Primena informaciono-komunikacionih i asistivnih tehnologija za podršku učenicima u inkluzivnom obrazovanju. *IAS Tehnika i informatika*. Preuzeto 23. travnja 2022. s <https://shift.org.rs/pdf2.pdf>

Sunara, A. (2022) Učinkovitost primjene robotike u rehabilitaciji osoba nakon moždanog udara. (Završni rad). Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci urn:nbn:hr:184:400455

Telebuh, M., Dašek, M., Grozdek Čovčić, G. (2018). Kvaliteta života osoba u subakutnoj i kroničnoj fazi oporavka nakon moždanog udara. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*. 54 (2). 49-58.

Thiel, L., Conroy, P. (2022). I think writing is everything: An exploration of the writing experience of people with aphasia. *International Journal of Language & Communication Disorders*. 57(6). 1381-1398. DOI: 10.1111/1460-6984.12762. Preuzeto 28.4.2024. s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35929726/>

Tomšić, M., Domjanko, B., Zajc, M. (2017). Topics in Stroke Rehabilitation The use of assistive technologies after stroke is debunking the myths about the elderly DOI:10.1080/10749357.2017.1376845 Preuzeto 29.4.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/319980466\\_Topics\\_in\\_Stroke\\_Rehabilitation\\_The\\_use\\_of\\_assistive\\_technologies\\_after\\_stroke\\_is\\_debunking\\_the\\_myths\\_about\\_the\\_elderly\\_The\\_use\\_of\\_assistive\\_technologies\\_after\\_stroke\\_is\\_debunking\\_the\\_myths\\_about\\_the\\_](https://www.researchgate.net/publication/319980466_Topics_in_Stroke_Rehabilitation_The_use_of_assistive_technologies_after_stroke_is_debunking_the_myths_about_the_elderly_The_use_of_assistive_technologies_after_stroke_is_debunking_the_myths_about_the_)

UNICEF i WHO. (2020). Assistive Technology for Children with Disabilities: Creating Opportunities for Education, Inclusion and Participation. Pristupljeno 20.4.2024. na web stranici <https://www.unicef.org/documents/assistive-technology-children-disabilities>

Van Ommeren, A.L., Radder, B., Buurke, J.H., Kottink, A.I.R., Holmberg, J., Sletta, K., Prange-Lasonder, G.B., Rietman, J.S. (2018). The effect of prolonged use of a wearables soft-robotic glove post stroke - a proof-of-principle Technology-enhanced writing therapy for people with aphasia: results of a quasi-randomized wait list controlled study DOI:10.1109/BIOROB.2018.8487906. Preuzeto 29.4.2024. s <https://ieeexplore.ieee.org/document/8487906>

Ventura, S., Ottoboni, G., Lullini, G., Chattat, R., Simoncini, L., Magni, E., Piperno, R., La Porta, F., Tessari, A. (2023). Co-designing an interactive artificial intelligent system with post-stroke patients and caregivers to augment the lost abilities and improve the irquality of life: a human-centric approach. Preuzeto 21.4.2024. s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37808976/>

Vinceković, I. (2021). Usvajanje korištenja asistivne tehnologije kod djeteta s višestrukim teškoćama. (Diplomski rad). Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

World Health Organisation, 2024. Posjećeno 18.4.2024. na web stranici <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology>

Wu, C.M., Chen, Y.J., Chen, S.C., Yeng, C.H. (2020). Wireless Home Assistive System for Severely Disabled People. *Applied Sciences* 10(15). doi: <https://doi.org/10.3390/app10155226>. Preuzeto 28.4.2024. s <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/15/5226>

Zallio, M. i Ohashi, T. (2020). The Evolution of Assistive Technology: A Literature Review of Technology Developments and Applications. *Human Factors in Accessibility and Assistive Technology*, 37. 85–93. <https://doi.org/10.54941/ahfe1001646>. Preuzeto 5.5.2024. s [https://www.researchgate.net/publication/357953227\\_The\\_Evolution\\_of\\_Assistive\\_Technology\\_A\\_Literature\\_Review\\_of\\_Technology\\_Developments\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/357953227_The_Evolution_of_Assistive_Technology_A_Literature_Review_of_Technology_Developments_and_Applications)

Zarshenas, S., Couture, M., Bier, N., Giroux, S., Nalder, E., Lemsky, C., Pigot, H., Dawson, D.R., Gosselin, N., LeDorze, G., Gagnon-Roy, M., Hendryckx, C., Bottari, C. (2023). Implementation of an assistive technology for meal preparation within a supported residence for adults with acquired brain injury: a mixed-methods single case study. *Disability and rehabilitation-assistive technology*. 18(8). 1330-1346.