

Exopulse Mollii odijelo - moderni pristup neurorehabilitaciji

Matika, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:693990>

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

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

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJA

Martina Matika

EXOPULSE MOLLII ODIJELO - MODERNI PRISTUP
NEUROREHABILITACIJI

Diplomski rad

Rijeka, 2023.

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

Martina Matika

EXOPULSE MOLLII SUIT - A MODERN APPROACH TO
NEUROREHABILITATION

Master thesis

Rijeka, 2023.

Mentor: izv. prof. doc. dr. sc. Hari Jurdana, dr. med.

Komentor: Kristijan Zulle, mag. physioth.

Diplomski rad obranjen je dana _____ na Fakultetu zdravstvenih studija

Sveučilišta u Rijeci pred Povjerenstvom u sastavu:

1. doc.dr.sc. Mirela Vučković
2. doc.dr.sc. Hrvoje Vlahović
3. izv. prof. doc. dr. sc. Hari Jurdana, dr. med.

Izvješće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

Sastavnica	FZSRI
Studij	Diplomski sveučilišni studij fizioterapije
Vrsta studentskog rada	Diplomski rad
Ime i prezime studenta	Martina Matika
JMBAG	0351005069

Podatci o radu studenta:

Naslov rada	
Ime i prezime mentora	Hari Jurdana, komentor - Kristijan Zulle
Datum predaje rada	5.7.2023.
Identifikacijski br. podneska	2126781285
Datum provjere rada	5.7.2023.
Ime datoteke	Matika_Diplomski_rad
Veličina datoteke	744,58K
Broj znakova	70152
Broj riječi	11290
Broj stranica	43

Podudarnost studentskog rada:

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

Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	5.7.2023.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	-
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Rad je urađen u skladu s naputcima za izradu završnog rada FZSRI i zadovoljava uvjete izvornosti.

Datum
5.7.2023.

Potpis komentora

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Spastičnost	2
1.2. Primjena elektrostimulacije u neurorehabilitaciji	7
1.3. Exopulse Mollii odijelo	9
2. CILJEVI I HIPOTEZE	11
3. ISPITANICI I METODE	11
3.1. Ispitanici	11
3.2. Postupak i instrumentarij	11
3.3. Statistička obrada podataka	13
3.4. Etički aspekti istraživanja	14
4. REZULTATI	15
4.1. Rezultati testiranja prije i nakon intervencije Exopulse Mollii odijelom	15
4.2. Dob, spol i liječnička dijagnoza ispitanika	16
4.3. Rezultati procjene pokretljivosti Timed Up and Go testom prije i poslije intervencije Exopulse Mollii odijelom	18
4.4. Rezultati percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici prije i poslije intervencije Exopulse Mollii odijelom	19
4.5. Ispitivanje korelacije dobivenih rezultata	20
4.6. Rezultati anketnog upitnika	20
5. RASPRAVA	23
6. ZAKLJUČAK	28
LITERATURA	29
PRIVITCI	34
Privitak A: Anketni upitnik	34
Privitak B: Informirani pristanak	35
Privitak C: Popis tablica	36
Privitak D: Popis slika	36

SAŽETAK

Uvod: Vodeći problem kod neuroloških bolesnika je gubitak pokretljivosti, što često rezultira ovisnošću o pomagalima i tuđoj pomoći. Ključni uzroci gubitka pokretljivosti su mišićna slabost i pojava mišićne spastičnosti. One nastupaju kao posljedica ozljede središnjeg živčanog sustava, najčešće nakon moždanog udara, traumatskih ozljeda mozga, ozljede leđne moždine te kod bolesti poput multiple skleroze i cerebralne paralize. Brojna istraživanja ukazuju na učinkovitost elektrostimulacije kod smanjenja spastičnosti te poboljšanja kontrole voljnog pokreta i aktivnosti poput hoda. Vodeći se takvim saznanjima, razvijeno je Exopulse Mollii odijelo. Odijelo se sastoji od jakne, hlača i kontrolne jedinice koja se individualno programira po potrebama bolesnika. S unutarnje strane odijela ugrađeno je 58 elektroda preko kojih se stimuliraju odabrane mišićne skupine električnom stimulacijom niske frekvencije.

Ispitanici i metode: Istraživanje je provedeno na prigodnom uzorku od 28 ispitanika koji boluju od neuroloških bolesti. U svrhu procjene funkcionalnih sposobnosti ispitanika korišteni su *Timed Up and Go* test, dok je za procjenu percipirane razine zamora korištena modificirana Borgova ljestvica. Ispitanici su bili testirani prije i poslije jednog terapijskog tretmana koristeći Exopulse Mollii odijelo u trajanju od 60 minuta. Po završetku istraživanja, korišten je anketni upitnik u svrhu ispitivanja razine zadovoljstva ispitanika Exopulse Mollii odijelom. Dobiveni rezultati su se obradili odgovarajućim statističkim metodama.

Rezultati: Zabilježena je visoka statistička značajnost rezultata *Timed Up and Go* testa nakon intervencije Exopulse Mollii odijela ($p < 0,001$). Također, zabilježena je visoka statistička značajnost rezultata modificirane Borgove ljestvice nakon intervencije Exopulse Mollii odijelom ($p = 0,003$). Po završetku istraživanja, ispitanici su izrazili visoku razinu zadovoljstva Exopulse Mollii odijelom.

Rasprava i zaključak: Na temelju sakupljenih podataka i dobivenih rezultata u ovom istraživanju, može se zaključiti da je primjena elektrostimulacije Exopulse Mollii odijelom dovela do poboljšanja funkcionalnih sposobnosti ispitivanih neuroloških bolesnika. Utjecaj Exopulse Mollii odijela na razne neurološke bolesti i stanja nije još u potpunosti istražen. Potrebno je provođenje dodatnih istraživanja na homogenim skupinama ispitanika kako bi se utvrdila učinkovitost Exopulse Mollii odijela kod različitih dijagnoza.

Ključne riječi: elektrostimulacija, Exopulse Mollii odijelo, spasticitet

ABSTRACT

Introduction: The leading problem in neurological patients is the loss of mobility, which often results in dependence on aids and other people's help. The main causes for the loss of mobility are muscle weakness and of muscle spasticity. They occur as a result of an injury to the central nervous system, most often after a stroke, traumatic brain injury, spinal cord injury, and diseases such as multiple sclerosis and cerebral palsy. Numerous studies indicate the effectiveness of electrostimulation in reducing spasticity and improving control of voluntary movement and activities such as walking. Based on this knowledge, the Exopulse Mollii suit was developed. The suit consists of a jacket, trousers and a control unit that can be individually programmed according to the patient's needs. On the inside of the suit, 58 electrodes are installed, through which selected muscle groups are stimulated with low-frequency electrical stimulation.

Materials and methods: The research was conducted on a sample of 28 participants suffering from neurological diseases. The Timed Up and Go test was used to assess the participants functional abilities, while the modified Borg scale was used to assess the perceived level of fatigue. The participants were tested before and after one therapeutic treatment using the Exopulse Mollii suit for 60 minutes. At the end of the research, a questionnaire was used to examine the level of satisfaction with the Exopulse Mollii suit. The obtained results were processed using appropriate statistical methods.

Results: A statistically high significance of the results of the Timed Up and Go test was recorded after the intervention of the Exopulse Mollii suit ($p < 0.001$). Also, a statistically high significance of the results of the modified Borg scale was recorded after the Exopulse Mollii suit intervention ($p = 0.003$). The participants expressed a high level of satisfaction with the Exopulse Mollii suit.

Conclusion: Based on the collected data and the results obtained in this research, it can be concluded that the application of electrostimulation with the Exopulse Mollii suit led to an improvement in the functional abilities of the examined neurological patients. The impact of the Exopulse Mollii suit on various neurological diseases and conditions has not yet been fully investigated. Additional research on homogeneous groups of subjects is needed to determine the effectiveness of the Exopulse Mollii suit in different diagnoses.

Key words: electrostimulation, Exopulse Mollii Suit, spasticity

1. UVOD

Neurološke bolesti su rezultat širokog spektra patofizioloških poremećaja poput upalnih i neurodegenerativnih procesa različite etiologije. Neurološki poremećaji se također mogu pojaviti uslijed traumatskih ozljeda središnjeg i perifernog živčanog sustava. One su generalno karakterizirane oduzetošću dijelova tijela, promjenama mišićnog tonusa, poremećajima ravnoteže, govora, osjeta i pamćenja, inkontinencijom i mnogim drugim simptomima. Prevalencija neuroloških bolesti u općoj populaciji je sve veća, a njihova incidencija naglo raste s dobi. One predstavljaju veliki globalni zdravstveni problem (1). U proteklih 30 godina, stopa invaliditeta i smrtnih slučajeva povezanih s neurološkim bolestima znatno je porasla, a očekuje se daljnji porast na globalnoj razini kao rezultat ubrzanog rasta i starenja stanovništva. Neurološke bolesti su vodeći uzrok invaliditeta te drugi vodeći uzrok smrti u svijetu, odmah nakon srčanog udara (2).

Vodeći problem kod neuroloških bolesnika je gubitak pokretljivosti, što često rezultira ovisnošću o pomagalima i tuđoj pomoći. Ključni uzroci gubitka pokretljivosti su mišićna slabost i pojava mišićne spastičnosti. One nastupaju kao posljedica ozljede središnjeg živčanog sustava, najčešće nakon moždanog udara, traumatskih ozljeda mozga, ozljede leđne moždine te kod bolesti poput multiple skleroze i cerebralne paralize (3).

U liječenju neuroloških bolesti izrazito je bitan multidisciplinarni pristup. Najčešće primjenjivane intervencije su terapijske vježbe, lijekovi s oralnom primjenom koji utječu na mišićni tonus te upotreba ortoza i pomagala. Nadalje, spastična se mišićna masa često tretira invazivnim metodama poput injekcija *botulinum toksina A* i kirurškim zahvatima. Većina navedenih terapijskih intervencija može kod bolesnika uzrokovati široki spektar nuspojava, a većina navedenih tretmana ima kratkotrajni učinak (4,5). Brojna istraživanja ukazuju na učinkovitost elektrostimulacije kod smanjenja spastičnosti te poboljšanja kontrole voljnog pokreta. Zabilježeno je značajno povećanje statičke ravnoteže, poboljšanje kinematike i brzine hoda. Terapija elektrostimulacijom pokazala se kao isplativa metoda liječenja koja nosi mali broj nuspojava, a bolesnik ju može primijeniti i sam ako je za to adekvatno educiran i praćen od strane terapeuta (6–8).

Vodeći se takvim saznanjima, švedska medicinska tvrtka *Inerventions AB* razvila je Exopulse Mollii odijelo. Odijelo se sastoji od jakne, hlača i kontrolne jedinice. S unutarnje strane odijela ugrađeno je 58 elektroda preko kojih se stimuliraju odabrane mišićne skupine transkutanom električnom živčanom stimulacijom (eng. *transcutaneous electrical nerve stimulation* ili TENS) niske frekvencije (20 Hz). Kontrolna jedinica se programira

individualno prema potrebama bolesnika. Preporučuje se korištenje Exopulse Mollii odijela u sesijama od 60 minuta svaki drugi dan, a odijelo se može koristiti i tijekom vježbanja ili obavljanja svakodnevnih aktivnosti (9–13).

Exopulse Mollii odijelo predstavlja moderan modalitet terapije elektrostimulacijom koji bi mogao pružiti neurološkim bolesnicima obećavajuću terapijsku alternativu ili dopunu standardnim protokolima liječenja. No, potrebno je provesti još mnogo istraživanja kako bi se mogao utvrditi u potpunosti njegov učinak.

Unutar ovog istraživanja ispitivat će se akutni učinak Exopulse Mollii odijela na pokretljivost i opću funkcionalnost neuroloških bolesnika te njihovo zadovoljstvo uređajem.

1.1. Spastičnost

Spastičnost je senzorno-motorni poremećaj koji je Lance definirao kao "motorički poremećaj karakteriziran povećanjem toničkog refleksa istezanja (mišićnog tonusa) što je posljedica hiperekscitabilnosti refleksa istezanja". Lanceova je definicija i dan danas široko upotrijebljena u literaturi (14).

Spastičnost je česta pojava kod većine neuroloških poremećaja. Pojavljuje se u gotovo 85% bolesnika s multiplom sklerozom, oko 35% bolesnika s kroničnom hemiparezom uslijed moždanog udara i 65%-78% bolesnika s ozljedom leđne moždine (15–17).

Spastičnost je jedan od kliničkih znakova sindroma gornjeg motornog neurona. Ovdje nabrajamo i povišeni mišićni tonus, klonus, spazme, spastičnu distoniju i ko-kontraksije. Spastičnost se u kliničkoj slici može pojaviti samostalno ili udruženo s jednim ili više od navedenih kliničkih znakova. Klinička slika se razlikuje od osobe do osobe. Stupanj spastičnosti može varirati, tako da je u nekim slučajevima ona prisutna samo kao klinički znak koji nema velikog utjecaja na funkcionalnost bolesnika, dok u drugim slučajevima ona može značajno utjecati na pokretljivost osobe i tako izrazito otežati transfere, obavljanje osobne njege i općenito participaciju u svakodnevnim životnim aktivnostima. Ako spastičnost nije pravilno praćena i tretirana, ona može dovesti do skraćivanja mišića i tetiva, što dovodi do nastanka kontraktura. Optimalno upravljanje spasticitetom zahtijeva koordinirani pristup svih rehabilitacijskih stručnjaka koji surađuju i timu (18).

Sam mehanizam pojave spastičnosti nije još u potpunosti jasan. Dosadašnja saznanja ukazuju na stanje dezinhibicije spinalnih refleksa koje nastaje kao posljedica poremećaja komunikacije između mozga i leđne moždine. Kada se mišić ekstremiteta istegne, mišićna vretena reagiraju slanjem akcijskih potencijala u leđnu moždinu preko senzoričkih neurona.

Međutim, kad je sustav negativne povratne sprege između mišićnih vretena i alfa-motornih neurona poremećen zbog lezije gornjeg motornog neurona, dolazi do abnormalne aktivacije mišića. Postoje još mnogi mehanizmi koji mogu objasniti pojavu spastičnosti. Na primjer, lezije gornjeg motornog neurona uzrokuju poremećaj u inhibicijskom mehanizmu u kortikospinalnom traktu, što može utjecati na ekscitabilnost alfa-motornog neurona uzrokujući tako povećanu kontrakciju mišića, osobito u mišićima fleksorima. Također, promjene u interneuronskoj inhibiciji mišića antagonista ili povećani akcijski potencijali u senzoričkim neuronima iz mišićnog vretena mogu dovesti do hipertoniije (19).

Patofiziologija spasticiteta, klonusa i ostalih kliničkih znakova sindroma gornjeg motoneurona je raznolika. Klonus je fenomen koji se manifestira u obliku nevoljnih ritmičkih kontrakcija koje se pojave kao odgovor na iznenadno trajno istežanje. Naglo istežanje aktivira mišićno vreteno, što rezultira refleksom istežanja (eng. *stretch reflex*). Napetost nastala kontrakcijom mišića aktivira Golgijeve tetivne organe, koji zauzvrat aktiviraju 'obrnuti refleks istežanja' (eng. „*inverse stretch reflex*“), opuštajući mišić. Pri produženom istežanju, mišićna vretena se ponovno aktiviraju uzrokujući ciklus izmjeničnih kontrakcija i opuštanja. Klonus može biti potaknut aktivnim ili pasivnim istežanjem te može ometati hod i ostale svakodnevne aktivnosti (19,20). Spazmi se definiraju kao iznenadne nevoljne kontrakcije mišića i pokreti koji često uključuju više mišićnih skupina i zglobova. Oni predstavljaju pretjerani refleksni odgovor na nociceptivne podražaje (19). Spastična distonija je prekomjerna tonična aktivnost mišića koja se javlja bez ikakvih okidača. Nastaje zbog poremećaja u motoričkim jedinicama, koje ne mogu prestati s aktivacijom nakon voljne ili refleksne kontrakcije, što rezultira stalnim nevoljnim kontrakcijama mišića. Dok je spastična ko-kontrakcija definirana kao neodgovarajuća aktivacija antagonističkih mišića tijekom voljnog pokreta zbog gubitka sposobnosti recipročne inhibicije tijekom voljne kontrakcije (18,21).

Spastičnost može uzrokovati jaku i dugotrajnu nelagodu kod bolesnika, dok spazmi i drugi udruženi klinički znakovi mogu biti izrazito neugodni i bolni te mogu uvelike ometati funkcionalnost. Kao što je već spomenuto, stanje spastičnosti može značajno utjecati na kvalitetu života bolesnika i na svakodnevne aktivnosti poput hodanja, premještanja, obavljanja osobne higijene, hranjenja i oblačenja. Naime, spastičnost ne mora uvijek imati isključivo negativne posljedice za bolesnika. Na primjer, kod bolesnika s hemiparezom, spasticitet može doprinijeti do bolje funkcionalnosti, omogućavajući hodanje i transfere te može tako zaštititi osobu od duboke venske tromboze (22).

Ne smije se izostaviti psihološka komponenta osobe koja boluje od neuroloških bolesti. Sama bolest ima značajni utjecaj na emocionalni aspekt osobe. Ona može uvelike utjecati na

njene reakcije, raspoloženje, sliku o sebi i motivaciju. Kod osoba koje boluju od neuroloških bolesti česta je pojava anksioznih poremećaja i depresije (23).

Liječenje spastičnosti ovisi o samoj kliničkoj slici. Klinička procjena uključuje postupke identificiranja mogućih razloga zbog kojih se spastičnost razvila te identifikaciju potencijalnih okidača, mjerenje stupnja same spastičnosti te procjenu utjecaja spastičnosti na bolesnikovu svakodnevnu funkcionalnost (18,22).

U svrhu procjene stupnja spasticiteta u kliničkoj praksi koristi se modificirana Ashworthova skala (eng. *modified Ashworth scale* ili MAS). Ovu ljestvicu je izvorno osmislio Ashworth 1964. godine, a kasnije su je *Bahannon i Smith* modificirali 1987. godine. Modificiranom Ashworthovom skalom ocjenjuje se stupanj spastičnosti kroz procjenu otpora kojeg spastičnost uzrokuje tijekom pasivnog pokreta. Navedeno se ocjenjuje brojevima od 0 do 4 (24). Još jedna često korištena metoda procjene stupnja spasticiteta je Tardieu skala (eng. *Tardieu scale*) ili modificirana Tardieu skala (eng. *modified Tardieu scale* ili MTS). One kvantificiraju spastičnost procjenjujući reakciju mišića na istežanje primijenjeno zadanim brzinama. Pasivni opseg pokreta, kvaliteta mišićne reakcije pri određenim brzinama i kut pod kojim dolazi do mišićne reakcije uključeni su u mjerenje spastičnosti (25). Nešto rjeđe korištena metoda mjerenja spastičnosti je *Wartenbergov pendulum test*. Test se izvodi s ispitanikom u sjedećem položaju. Ispitanikova potkoljenica se pasivno dovede u vodoravni položaj te se pusti da pasivno njiše. Opseg pokreta njenja može se mjeriti kutomjerom. Što je veći stupanj spasticiteta to će mogućnost opuštenog njenja ekstremiteta biti ograničena (26). Negativan aspekt navedenih kliničkih testova je to da dobiveni rezultati ovise u potpunosti o subjektivnoj procjeni spasticiteta od strane terapeuta. Stoga, potrebno je korištenje i drugih metoda kako bi se objektivizirali rezultati (27).

U svrhu procjene utjecaja spastičnosti na bolesnikovu svakodnevnu funkcionalnost koriste se razni anketni upitnici poput *Rekand upitnika za invaliditet i spasticitet* (eng. *Rekand disability and spasticity score*) (22). Za objektivnu procjenu stupnja spasticiteta koristi se elektromiografija (EMG). Uz pomoć EMG-a može se razlikovati spastičnost od drugih kliničkih znakova i oblika hipertonusa poput distonične hipertonije (28).

Kvalitetna procjena zahtijeva doprinos pacijenata, njegovatelja, obitelji, terapeuta i drugih stručnjaka rehabilitacijskog tima. Ciljevi rehabilitacije moraju biti postavljeni sukladno kliničkoj slici te bolesnikovim željama i ambicijama (18,22).

Fizioterapija ima izuzetno bitnu ulogu u rehabilitaciji neuroloških bolesnike te u tretiranju spastičnosti. Ključno je provođenje vježbi održavanja aktivnog ili pasivnog opsega pokreta

kako bi se smanjio spasticitet, održala razina funkcionalnosti te spriječilo nastajanje kontraktura.

Pasivno istezanje smanjuje ekscitabilnost motornih neurona i održava elasticitet mišića i zglobova. Pasivno istezanje moguće je raditi uz pomoć terapeuta ili koristeći aparate poput kineteka ili izokinetičkih sprava. Intenzitet primijenjene sile, trajanje istezanja i broj ponavljanja po sesiji se određuju individualno. Mišići i zglobovi mogu se držati u istegnutom položaju pomoću gipsa ili udlaga, koji se ponekad koriste uz tretmane s injekcijama botulinum toksina. Vježbe istezanja i održavanja opsega pokreta mogu spriječiti nastanak kontraktura (18,22,29).

Aktivno vježbanje poboljšava motoričku kontrolu i kardiovaskularnu kondiciju. U programu vježbanja potrebno je staviti naglasak na jačanje antagonista kako bi se smanjio spasticitet kroz mehanizam recipročne inhibicije. Potrebno je osnažiti mišiće trupa, zdjelice i ramenog obruča kako bi se ostvarila stabilnost potrebna za preciznu kontrolu pokreta. Vježbe proprioceptije i ravnoteže pridonose boljoj motoričkoj kontroli i izvedbi tijekom hoda i aktivnosti svakodnevnice. Izrazito je bitna vertikalizacija bolesnika. Uz učinak na spastičnost, stajanje pomaže u poboljšanju psihološke dobrobiti, povećanju mineralne gustoće kostiju, olakšava plućnu drenažu i pomaže u radu probavnog trakta. (18,22).

Pravilan položaj udova i trupa tijekom stajanja, sjedenja ili ležanja ključan je za sprječavanje pogoršanja spastičnosti i razvoja kontraktura. Kako bi se spriječili deformiteti i dekubitusi, važno je pravilno pozicioniranje bolesnika u krevetu ili kolicima pomoću jastuka i udlaga. Preporučuje se korištenje ortopedskih pomagala i ortoza uvijek u svrhu smanjivanja spasticiteta, održavanja opsega pokreta i posture, sprječavanja deformiteta i kontraktura te olakšavanja procesa hranjenja, oblačenja, obavljanja osobne higijene i sudjelovanja u svakodnevnim aktivnostima (18,29).

U liječenju spastičnosti i njenih posljedica koriste se i razne procedure fizikalne terapije poput termoterapije, ultrazvuka i elektrostimulacije mišića (22,23).

Spastičnost je u većini slučajeva farmakološki tretirana. Izrazito je bitno birati lijek i dozu ovisno o kliničkoj slici te u skladu s rehabilitacijskim ciljevima. Bolesnici ne reaguju jednako na sve lijekove, stoga je često potrebno isprobati više lijekova te pronaći odgovarajuću dozu koja će djelovati na spasticitet i specifične tegobe bolesnika. U nekim slučajevima potrebno je paralelno primijeniti i dva lijeka kako bi se dobio željeni učinak (18). Najčešće korišteni lijek protiv spastičnosti je baclofen. On djeluje izravno na gama aminomaslačnu kiselinu, odnosno GABA-ergički sustav. U istu kategoriju lijekova po djelovanju spadaju gabapentin i benzodiazepin. Nadalje jedan od češće korištenih lijekova je

tizanidin koji utječe na α -2 adrenergički sustav te dantrolen koji blokira otpuštanje kalcija u mišiće. Nažalost, svi lijekovi za liječenje spasticiteta mogu uzrokovati razne nuspojave. Gotovo svi antispastični lijekovi uzrokuju kod bolesnika osjećaj pospanosti i slabosti zbog njihovog djelovanja na centralni živčani sustav. Nadalje, česte nuspojave su parestezija, mučnina i povraćanje. Bolesnik mora biti adekvatno praćen i educiran o utjecaju i načinu primjene farmakološke terapije (4,18,29).

Često se neurološki bolesnici podliježu i raznim invazivnim ortopedskim zahvatima na mišićima, tetivama i koštanim segmentima. Cilj ortopedskih zahvata je lokalno smanjenje spastičnosti te ispravak ili sprječavanje deformiteta skeleta koje spastičnost može uzrokovati (4,29). Nadalje, jedan od najčešće prakticiranih kirurških zahvata je selektivna dorzalna rizotomija. Ovaj postupak uključuje kirurški presjek korijena dorzalnih živaca lumbosakralne leđne moždine. To smanjuje senzorni unos prema spinalnim motoričkim neuronima, smanjujući tako i njihovu ekscitabilnost. Obično se koristi za liječenje spastičnosti kod osoba s cerebralnom paralizom te pokazuje dobre dugoročne ishode (18).

Otkrivanje i uvođenje *botulinum neurotoksina tipa A* (BoNT-A) i *botulinum neurotoksina tipa B* (BoNT-B) krajem prošlog stoljeća revolucioniralo je liječenje spasticiteta. Svi oblici botulinum toksina koji se koriste u terapijske svrhe dobiveni su od bakterije *Clostridium botulinum* koja uzrokuje neuromuskularnu paralizu, odnosno botulizam. Botulinum toksin inhibira oslobađanje acetilkolina čime se blokira neuromuskularni prijenos te se na taj način smanjuje mišićni spazam. Prednost tretmana injekcijama botulinum toksina je u tome što je učinak ograničen isključivo na tretiranu mišićnu skupinu i nema štetan učinak na ostale mišićne skupine i općenito na CNS za razliku od lijekova s oralnom primjenom. Negativni aspekt tretmana botulinum toksinom je da su injekcije izrazito bolne i često se rade pod lokalnom anestezijom. Također, važno je naglasiti da učinak botulinum toksina traje u prosjeku samo 3-4 mjeseci zbog prirodnog procesa reinervacije koji se počinje odvijati u tretiranom mišiću nakon tretmana, stoga bi se tretmani trebali redovito ponavljati (5,18).

1.2. Primjena elektrostimulacije u neurorehabilitaciji

U liječenju spastičnosti pokazala se učinkovita terapija elektrostimulacijom. Transkutana električna živčana stimulacija (eng. *transcutaneous electrical nerve stimulation* ili TENS) je neinvazivna tehnika periferne stimulacije koja se u pravilu koristi za ublažavanje boli (30).

Smatra se da TENS smanjuje spastičnost na način da utječe na mehanizam recipročne inhibicije, smanjuje ekscitabilnosti refleksa rastezanja (eng. *stretch reflex*) i poboljšava mehanizam presinaptičke inhibicije. Mehanizam djelovanja elektrostimulacije na spastičnost je područje koje je potrebno znatnije istražiti. Brojna istraživanja ukazuju na učinkovitost elektrostimulacije kod smanjenja spastičnosti, poboljšanja kontrole pokreta, propiocepcije, statičke ravnoteže te kinetike hoda. Izrazito dobri rezultati su zabilježeni u istraživanjima gdje se elektrostimulacija koristila uz individualiziran program vježbanja i druge modalitete fizikalne terapije (6–8,31,32).

Kod primjene elektrostimulacije koristeći TENS potrebno je uzet u obzir i jasno definirati parametre, odnosno položaj elektroda, valni oblik, frekvenciju i dužinu impulsa, intenzitet struje te vremensko trajanje i učestalost tretmana. Optimiziranje ovih parametara ključno je za postizanje željenih rezultata. To naglašavaju meta-analize *Fernández-Tenorio i sur.* (2019.) i *Mahmood i sur.* (2019.) (6,7)

Meta-analiza *Fernández-Tenorio i sur.* uključuje 10 radova. Ukupna ispitivana skupina tvorena je od 84 bolesnika s multiplom sklerozom, 39 s ozljedom leđne moždine te 207 ispitanika s moždanim udarom. *Mahmood i sur.* su u svoju meta-analizu uključili 15 radova s ukupnim brojem od 516 ispitanika. Autori iskazuju kako način primjene elektrostimulacije, intenzitet te trajanje terapijskih tretmana razlikuju se iz istraživanja u istraživanje. U većini radova uključenih u navedene meta-analize primijenjena je elektrostimulacija frekvencije 100 Hz. U pravilu su se koristili pravokutni impulsi, a trajanje impulsa variralo je između 100 i 300 μ s. Intenzitet stimulacije određivao se individualno prema subjektivnom osjećaju ispitanika, ostajući uvijek ispod motornog praga. Također, u istraživanjima se razlikovao položaj elektroda. Ovisno o protokolu istraživanja, elektrode su bile postavljene na trbuh mišića spastične skupine, na antagonističku skupinu, duž živca ili po akupresurnim točkama. Trajanje terapijskih tretmana elektrostimulacijom je bilo raznoliko. Većina istraživanja provodilo je terapiju elektrostimulacijom u trajanju od 30 do 60 minuta. Manji broj radova je provodilo elektrostimulaciju u trajanju od 15 do 20 minuta ili 90 i više minuta. Nadalje, samo trajanje terapijskih tretmana odnosno istraživanja je varirala. Broj provedenih terapijskih tretmana je također varirao. Pojedini su autori istraživala akutni učinak TENS-a nakon jednog

tretmana, dok su drugi autori ispitivali učinak TENS-a nakon 20 ili više tretmana. U nekim radovima su bile uključene kontrolne skupine u kojima se primjenjivala placebo elektrostimulacija, ili su se primjenjivali drugi modaliteti fizikalne terapije, terapijske vježbe ili tretmani botulinum toksinom A. Autori ukazuju na poboljšanje rezultata većine proučavanih varijabli. Zabilježeni rezultati ukazuju na učinkovitost elektrostimulacije na smanjenje spastičnosti kod ispitanika u ispitivanim skupinama u odnosu na kontrolne skupine u kojima se primjenjivala placebo stimulacija. Obećavajući rezultati su se pokazali kod skupina ispitanika u kojoj je primjenjivana terapija elektrostimulacijom u trajanju od 30 minuta ili više. Zabilježeno je značajno poboljšanje u istraživanim varijablama kod ispitanika kod kojih su se provodile terapijske vježbe uz tretmane elektrostimulacijom. Međutim, upravo zbog značajnih razlika u primijenjenim protokolima, autori navedenih meta-analiza naglašavaju da dobivene rezultate istraživanja nije moguće u potpunosti usporediti (6,7).

Do sličnih zaključaka dolaze *Lin i sur.* (2018.) u njihovoj meta-analizi. Meta-analizi je uključivala 7 istraživanja s ukupnim brojem od 214 ispitanika s moždanim udarom. Dobiveni rezultati ukazuju na značajno poboljšanje stupnja spastičnosti mjerenim modificiranom Ashworthovom skalom ($p=0,006$), poboljšanje statičke ravnoteže s otvorenim ($p<0,0001$) i zatvorenim očima ($p<0,0001$). Zabilježeno je i povećanje brzine hoda ($p=0,03$)(8).

Pregledom literature primjećuje se pozitivan učinak elektrostimulacije na različita stanja, međutim postoje razne nesuglasice među autorima. Potrebna je provedba dodatnih istraživanja kako bi se u potpunosti utvrdio učinak elektrostimulacije na različita stanja i dijagnoze. Terapija elektrostimulacijom se pokazala kao učinkovita metoda liječenja.

Oslanjajući se na dosadašnja saznanja, možemo zaključiti da terapija elektrostimulacijom nosi dugoročne benefite i izrazito mali broj nuspojava. Bolesnik može elektrostimulaciju primijeniti i sam, ako je za to adekvatno educiran i praćen od strane terapeuta i liječnika. Terapija elektrostimulacijom predstavlja obećavajuću metodu liječenja koja se može integrirati u standardne protokole rehabilitacije neuroloških bolesnika.

1.3. Exopulse Mollii odijelo

Exopulse Mollii odijelo je uređaj kojeg je razvila švedska tvrtka *Inventions AB*. Odijelo se sastoji od jakne, hlača i kontrolne jedinice. Ono predstavlja inovativnu neinvazivnu metodu liječenja neuroloških bolesnika (9). Odijelo dolazi u raznim veličinama počevši od dječjeg broja 104 do odraslih veličina 5XL za muškarce i za žene. S unutarnje strane odijela ugrađeno je 58 elektroda preko kojih se stimuliraju odabrane mišićne skupine. Odijelo je uskog kroja s obzirom na to da elektrode moraju prianjati uz kožu kako bi stvorile adekvatan kontakt s tkivom za što bolju provodljivost struje. Kako bi se olakšalo oblačenje i svlačenje, na jakni i hlačama ugrađeno je nekoliko dodatnih patentnih otvarača (Slika1.).



Slika 1. Postupak oblačenja Exopulse Mollii odijela

Za stimulaciju mišića koristi se TENS niske frekvencije i niskog intenziteta kako bi se utjecaju na senzoričke putove ostajući ispod motornog praga, odnosno bez izazivanja mišićne kontrakcije. Kontrolna jedinica generira struju jačine od 2 mA, frekvencije 20 Hz, dužine impulsa od 25 do 170 μ s te amplitude 20 V (10,11). Ona se programira individualno prema potrebama bolesnika. Prije samog programiranja kontrolne jedinice, potrebno je odraditi set kliničkih testova u svrhu procjene stupnja spastičnosti te identificiranja specifičnih teškoća bolesnika. Parametre elektrostimulacije moguće je zasebno programirati po određenim mišićnim skupinama. Mišićne skupine koje će biti tretirane se određuju po lokalizaciji većeg stupnja spastičnosti te po pokretu ili funkciji na koju se želi utjecati (10,11,33).

Princip rada odijela oslanja se na mehanizam recipročne inhibicije. Stimuliranjem antagonista spastičnih mišića, dolazi do smanjenja pretjerane aktivnosti u spastičnom mišiću i smanjenja hiperekscitabilnosti refleksa istezanja. Istovremeno dolazi do jačanja slabih antagonista kako bi se postigla bolja ravnoteža mišićnih sila (11,34).

Ciljevi terapije pomoću Exopulse Mollii odijela su smanjenje spastičnosti mišićne mase, održavanje ili povećanje opsega pokreta, aktivacija i re-edukacija mišića, prevencija atrofije mišićne mase, poboljšanje periferne cirkulacije, smanjenje simptoma i kronične boli. Terapija Exopulse Mollii odijelom kontraindicirana je u slučaju prisustva elektroničkih uređaja potrebni za održavanje vitalnih funkcija, npr. *pacemaker*. Potrebno je savjetovanje s liječnikom u slučaju epilepsije, povišene tjelesne temperature, malignih bolesti, infekcija i kožnih iritacija. Potrebno je također izbjeći korištenje odijela van kuće, u uvjetima visoke vlage ili temperature. Elektrostimulacija može izazvati blago crvenilo i kožne iritacije.

Odiijelo se može koristiti prilikom vježbanja i izvođenja svakodnevnih aktivnosti. Preporučuje se korištenje odijela u sesijama po 60 minuta, svaki drugi dan, odnosno s razmakom od 48 h između sesija. Ključno je redovito korištenje Exopulse Mollii odijela kako bi se postigli najbolji rezultati te kako bi se dugoročno održala funkcionalnost.

2. CILJEVI I HIPOTEZE

CILJ 1: istražiti učinak Exopulse Mollii odijela na pokretljivost ispitanika.

CILJ 2: ispitati učinak Exopulse Mollii odijela na subjektivnu procjenu zamora ispitanika.

CILJ 3: ispitati razinu zadovoljstva ispitanika Exopulse Mollii odijelom.

Sukladno postavljenim ciljevima i dosadašnjim spoznajama iz ovog područja rehabilitacije postavljene su sljedeće hipoteze:

HIPOTEZA 1: ispitanici pokazuju bolju pokretljivost nakon uporabe Exopulse Mollii odijela u odnosu na prije njegove uporabe.

HIPOTEZA 2: ispitanici navode nižu razinu zamora nakon uporabe Exopulse Mollii odijela u odnosu na prije njegove uporabe.

HIPOTEZA 3: ispitanici pokazuju visoku razinu zadovoljstva Exopulse Mollii odijelom.

3. ISPITANICI I METODE

3.1. Ispitanici

Istraživanje je provedeno na prigodnom uzorku od 28 ispitanika koji boluju od neuroloških bolesti. Ispitivanje je provedeno u prostorima kompanije Ottobock Adria, točnije u prostorima poslovne jedinice Rijeka u vremenskom periodu od veljače 2023. godine do svibnja 2023. godine. Ispitanici su bili testirani individualno prema dogovorenim terminima.

U istraživanje su bili uključeni ispitanici koji boluju od neuroloških bolesti i koji su bili motivirani za sudjelovanje u istom. Iz istraživanja su bili isključeni svi ispitanici koji nisu bili u mogućnosti izvesti testove zbog fizičkih ograničenja.

3.2. Postupak i instrumentarij

U cilju prikupljanja potrebnih podataka za provedbu istraživanja koristio se anketni upitnik izrađen za potrebe ovog istraživanja (Privitak A). Anketni upitnik se sastoji od dva djela. Prvi dio obuhvaća pitanja vezana uz opće podatke ispitanika, točnije godinu rođenja, spol i liječničku dijagnozu. Drugi dio anketnog upitnika se sastoji od pitanja kojima se procjenjuje ispitanikova razina zadovoljstva Exopulse Mollii odijelom. Na početku

istraživanja ispitanici su bili zamoljeni da ispune prvi dio anketnog upitnika, dok su drugi dio anketnog upitnika ispunjavali po završetku testiranja.

Za procjenu pokretljivosti ispitanika koristio se *Timed Up and Go test* (TUG) po uzoru na istraživanja *Bakaniene i sur.* i *Ertzgaard i sur.* (10,12). *Timed Up and Go* je test procjene vremena koje je ispitaniku potrebno da ustane sa stolca, prehoda 3 metra, okrene se, vrati se do stolca i ponovno sjedne. Najčešće se koristi za procjenu pokretljivosti ispitanika (hodanje, okretanje i tranzicije) te za identificiranje osoba s povećanim rizikom od pada. Ispitanici prilikom testiranja nose svoju svakodnevnu obuću te mogu koristiti bilo koje pomagalo za hodanje koje inače koriste u svakodnevnicima. Test nema vremenskog ograničenja (13,14). Rezultat ovisi o vremenu koje je ispitaniku potrebno da izvrši prethodno navedeni zadatak izraženo u sekundama. Referentne vrijednosti *Timed Up and Go* testa po *Svinøy i sur.* (2021.) su 7,8-8,2 sekundi za osobe u dobi od 60 godina, 8,4-8,7 sekundi za osobe u dobi od 70 godina te 10,2-10,6 sekundi za osobe u dobi od 80 godina. Prekomjerno odskakanje rezultata od referentnih vrijednosti može se protumačiti kao deficit pokretljivosti, povećani rizik od pada ili potrebom osobe za pomagalom ili pratnjom (15).

Odmah po završetku *Timed Up and Go* testa, ispitanici su morali procijeniti percipiranu razinu zamora. Za procjenu percipirane razine zamora ispitanika, u ovom istraživanju koristila se modificirana Borgova ljestvica (eng. *modified Borg scale* ili MBS). To je brojana ljestvica koja opisuje percipiranu razinu zamora brojkama od 0 do 10, gdje broj 0 predstavlja najnižu razinu zamora, a broj 10 predstavlja najveću moguću razinu zamora (16). Ispitanicima osigurao se i vizualni prikaz modificirane Borgove ljestvice za lakšu interpretaciju iste.

Borgova ljestvica i modificirana Borgova ljestvica su standardizirane metode mjerenja percipirane razine zamora i dispneje. One su često korištene u kliničkoj praksi, u svim područjima fizioterapije i rehabilitacije. Koriste se u svrhu početne procjene bolesnika te bilježenja njegovog napretka tijekom rehabilitacijskog procesa (35). Iako je Borgova ljestvica subjektivna metoda procjene percipirane razine zamora, literatura ukazuje na visoku validnost i pouzdanost. Nerijetko se Borgova ljestvica koristi udruženo s funkcionalnim testovima poput *Timed Up and Go testa*, 6-minutnim testom hoda (eng. *6min walking test* ili 6MWT) ili testom brzine hoda na 10 m (eng. *10m walking test*) (36–38).

Ispitanici su zatim odradili jedan terapijski tretman Exopulse Mollii odijelom u trajanju od 60 minuta. Po završetku tretmana odijelom ponovila su se mjerenja koristeći iste testove. Ispitanici su tijekom oba mjerenja bili izloženi istim uvjetima, oba su mjerenja bila provedena u istoj prostoriji te ispitanici su koristili istu obuću i pomagala.

Kao posljednja stavka u istraživanju, ispitanici su bili upućeni na ispunjavanje drugog dijela gore spomenutog anketnog upitnika, u kojemu se ispitala njihova razina zadovoljstva Exopulse Mollii odijelom. Koristio se upitnik „Zadovoljstvo klijenta uređajem“ (eng. „*The Client Satisfaction with Device*“ questionnaire ili CSD), jedan od pet modula koji tvore „Anketu za korisnike ortoza i proteza“ (eng. „*Orthotics and Prosthetic Users' Survey*“ ili OPUS). U CSD modulu traži se od ispitanika da zaokruže broj koji najbolje opisuje u kojoj se mjeri slažu ili ne slažu s nizom izjava koje opisuju različite aspekte uređaja. Odgovori se ocjenjuju na Likertovoj ljestvici brojevima od 1 do 4, gdje broj 1 označava „U potpunosti se slažem“ a broj 4 označava „Uopće se ne slažem“. Sukladno tome, niži broj ostvarenih bodova ukazuje na veće zadovoljstvo uređajem. Revidirana verzija CSD-OPUS upitnika sadrži 8 pitanja (39,40). S obzirom da ispitanici ne posjeduju odijelo i nisu ga koristili prije ovog istraživanja, pitanje pod brojem 5, koje glasi „Uređaj je izdržljiv“, nije bilo uzeto u obzir jer ispitanici nisu bili u mogućnosti procijeniti navedeno. Shodno tome to je pitanje bilo izuzeto iz upitnika.

Ograničenje ovog istraživanja je mali uzorak koji nije reprezentativan u odnosu na populaciju. Također, u ovom istraživanju nije bila uključena kontrolna skupina s kojom bi se mogli usporediti dobiveni rezultati.

3.3. Statistička obrada podataka

Po završetku istraživanja, dobiveni rezultati su se obradili odgovarajućim statističkim metodama. Zavisnu varijablu predstavljaju vrijeme potrebno za izvođenje *Timed Up and Go* testa izraženo u sekundama i vrijednost percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici izražena brojkama od 1 do 10. Nezavisne varijable obuhvaćaju dob, spol i liječničku dijagnozu ispitanika. Vrijednosti *Timed Up and Go* testa i vrijednost subjektivnog osjećaja zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici bit će izražene intervalnom ljestvicom, dob ispitanika će biti prikazana omjernom ljestvicom, a spol i liječnička dijagnoza ispitanika bit će izražene nominalnom ljestvicom. Metodama deskriptivne statistike izračunala se aritmetička sredina i medijan dobi ispitanika.

Normalnosti raspodjele podataka *Timed Up and Go* testa i modificirane Borgove ljestvice testirale su se Kolmogorov-Smirinoveljevim testom. Raspodjela podataka *Timed Up and Go* testa prikazala se kao normalna te se obradila parametrijskim Student t-testom za zavisne uzorke. Podaci o percipiranoj razini zamora po modificiranoj Borgovoj nisu se pokazali kao normalni te se za njihovu obradu koristio neparametrijski Wilcoxon test za

zavisne uzorke. Kako bi se ispitala povezanost vrijednosti Timed up and Go testa i percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj prije i nakon tretmana odijelom, koristio se test korelacije. Statistička značajnost prikazana je kao $p < 0,05$.

Podaci dobiveni anketnim upitnikom prikazani su intervalnom ljestvicom. Deskriptivnom statistikom izračunala se aritmetička sredina, najviša i najniža vrijednost te standardna devijacija zasebno za svako pitanje te ukupno za sva pitanja obuhvaćena u anketnom upitniku.

Dobiveni podaci obradili su se ručno i uz pomoć programa *Statistica 13.3*. Podaci pohranjeni su u *Microsoft Office Excel* programu, brojučano, tabelarno te uz pomoć grafikona zbog lakše interpretacije rezultata.

3.4. Etički aspekti istraživanja

Istraživanja je provedeno u skladu s Etičkim kodeksom i pravilnikom o izradi završnih radova Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci. Prije početka istraživanja upoznalo se sudionike sa cjelokupnim protokolom istraživanja. Od sudionika ishodila se suglasnost o sudjelovanju u istraživanju usmeno te pomoću pisanog obrasca o informiranom pristanku (Privitak B). Sudjelovanje u istraživanju je bilo u potpunosti dobrovoljno uz mogućnost odustajanja u bilo kojem trenutku tijekom provedbe istraživanja. Osigurana je zajamčena diskrecija i anonimnost dobivenih podataka. Rezultati studije bit će prezentirani na obrani diplomskog rada, te moguće objavljeni u nekom od stručnih ili znanstvenih časopisa, bilo u papirnatom ili online obliku. U istraživanju ne postoji sukob interesa.

4. REZULTATI

4.1. Rezultati testiranja prije i nakon intervencije Exopulse Mollii odijelom

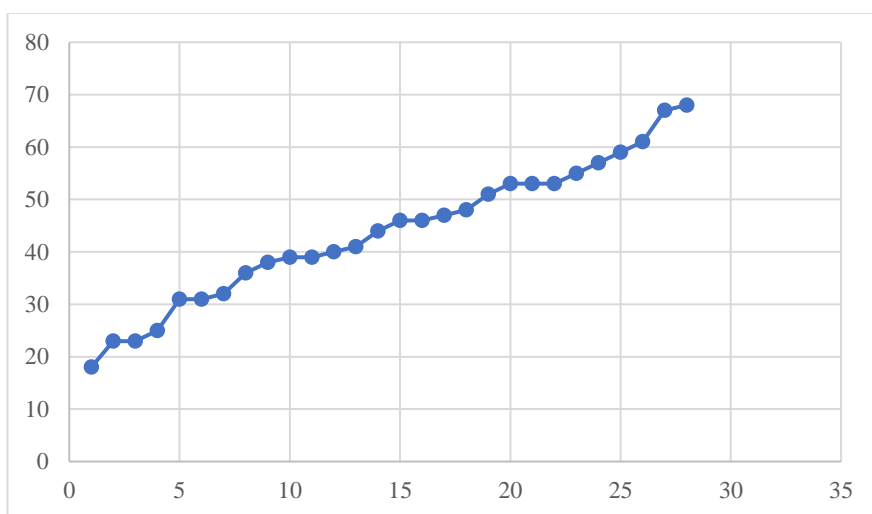
Tablica 1. Rezultati Timed Up and Go testa (TUG) i vrijednosti percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici (MBS)

	Dob	Spol	Dijagnoza	TUG prije	MBS prije	TUG poslije	MBS poslije
1.	41	Ž	Multipla skleroza	13,27 sek.	2	11,97 sek.	2
2.	61	M	Moždani udar	45,61 sek.	3	42,12 sek.	3
3.	51	M	Moždani udar	25,34 sek.	2	22,16 sek.	2
4.	53	Ž	Multipla skleroza	27,21 sek.	2	19,73 sek.	2
5.	40	Ž	Multipla skleroza	69,23 sek.	4	47,53 sek.	3
6.	55	M	Moždani udar	109,56 sek.	5	97,05 sek.	3
7.	38	M	Cerebralna paraliza	66,89 sek.	3	47,56 sek.	3
8.	47	M	Ozljeda kralježnice	19,5 sek.	3	13,92 sek.	2
9.	46	M	Multipla skleroza	12,41 sek.	3	9,63 sek.	3
10.	39	Ž	Multipla skleroza	47,08 sek.	4	23,82 sek.	2
11.	39	Ž	Multipla skleroza	14,79 sek.	2	10,9 sek.	2
12.	36	Ž	Multipla skleroza	75,57 sek.	4	68,91 sek.	3
13.	23	Ž	Cerebralna paraliza	13,46 sek.	3	9,87 sek.	3
14.	23	Ž	Cerebralna paraliza	27,34 sek.	4	21,69 sek.	3
15.	18	M	Cerebralna paraliza	39,58 sek.	4	28,97 sek.	4
16.	31	M	Ozljeda kralježnice	41,16 sek.	4	36,91 sek.	3
17.	67	M	Moždani udar	56,33 sek.	4	42,21 sek.	4
18.	44	M	Multipla skleroza	23,3 sek.	4	19,27 sek.	2

19.	53	M	Multipla skleroza	15,65 sek.	3	10,87 sek.	2
20.	57	M	Ozljeda kralježnice	28,54 sek.	3	18,52 sek.	3
21.	48	Ž	Multipla skleroza	21,45 sek.	2	16,34 sek.	2
22.	31	Ž	Multipla skleroza	17,28 sek.	2	10,16 sek.	2
23.	59	Ž	Parkinson	38,1 sek.	5	32,28 sek.	3
24.	53	Ž	Multipla skleroza	28,75 sek.	3	17,36 sek.	3
25.	32	Ž	Multipla skleroza	24,56 sek.	2	20,31 sek.	2
26.	68	M	Moždani udar	27,98 sek.	4	19,24 sek.	3
27.	46	Ž	Multipla skleroza	20,11 sek.	2	15,48 sek.	2
28.	25	M	Ozljeda kralježnice	34,67 sek.	3	30,76 sek.	3

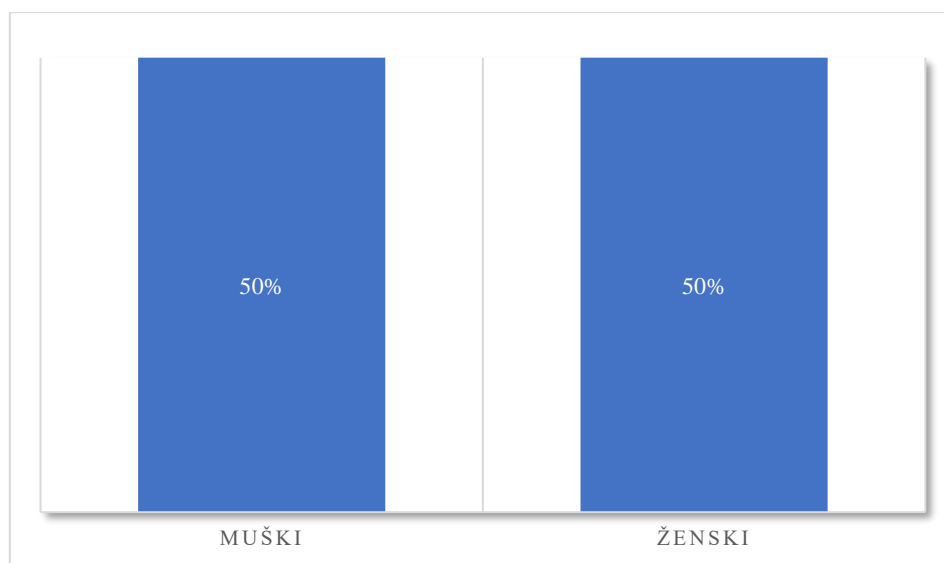
4.2. Dob, spol i liječnička dijagnoza ispitanika

U provedenom istraživanju su sudjelovali ispitanici starosne dobi od 18 do 68 godina. Najmlađi ispitanik je imao 18 godina, dok najstariji ispitanik je u dobi od 68 godina (Slika 1).



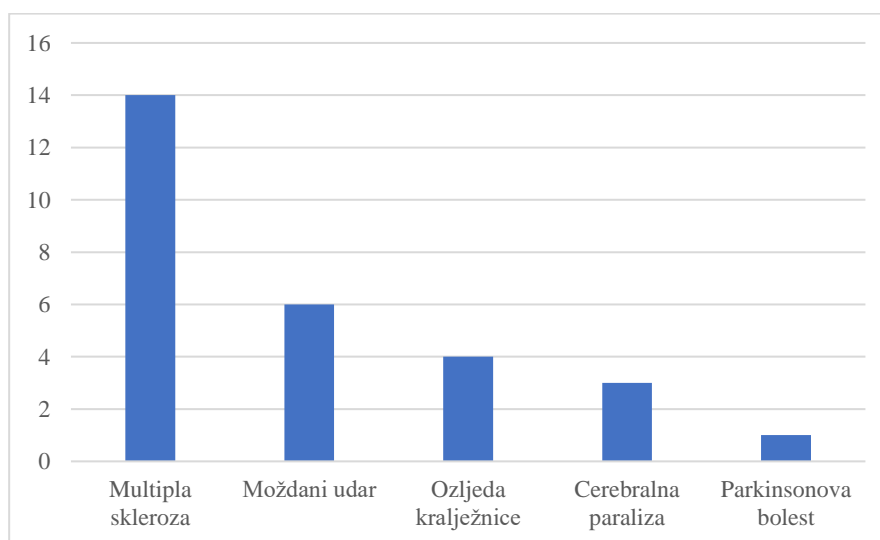
Slika 2. Dob ispitanika

Od ukupno 28 ispitanika uključenih u istraživanje, 14 ispitanika (50%) je bilo muškoga spola i 14 ispitanika (50%) je bilo ženskoga spola (Slika 2.).



Slika 3. Spol ispitanika

Ispitivana skupina je bila sastavljena od 14 ispitanika koji boluju od multiple skleroze, 6 je ispitanika s moždanim udarom, 4 ispitanika s ozljedom kralježnice, 3 ispitanika boluje od cerebralne paralize te jedan ispitanik koji boluje od Parkinsonove bolesti (Slika 3.).



Slika 4. Liječnička dijagnoza ispitanika

4.3. Rezultati procjene pokretljivosti *Timed Up and Go* testom prije i poslije intervencije *Exopulse Mollii* odijelom

U provedenom istraživanju promatralo se vrijeme potrebno ispitanicima za izvođenje *Timed Up and Go* testa (TUG) u svrhu procjene pokretljivosti ispitanika.

Aritmetička sredina rezultata *Timed Up and Go* testa prije intervencije *Exopulse Mollii* odijelom iznosi $35,17 \pm 22,73$ sekundi. Najniži dobiveni rezultat *Timed Up and Go* testa prije intervencije *Exopulse Mollii* odijelom testa iznosi 12,41 sekundi. Najviši dobiveni rezultat *Timed Up and Go* testa prije intervencije *Exopulse Mollii* odijelom iznosi 109,56 sekundi.

Aritmetička sredina rezultata *Timed Up and Go* testa nakon intervencije *Exopulse Mollii* odijelom iznosi $27,35 \pm 19,81$ sekundi. Najniži dobiveni rezultat *Timed Up and Go* testa nakon intervencije *Exopulse Mollii* odijelom iznosi 9,63 sekundi. Najviši dobiveni rezultat *Timed Up and Go* testa nakon intervencije *Exopulse Mollii* odijelom iznosi 97,05 sekundi (Tablica 1., Tablica 2.).

Normalnost raspodjele podataka testirana je Kolmogorov-Smirinovičevim testom. S obzirom da se raspodjela podataka prikazala kao normalna ($p < 0,15$), vrijednosti *Timed Up and Go* testa prije i poslije intervencije *Exopulse Mollii* odijelom obradile su se parametrijskim Student t-testom za zavisne uzorke.

Statističkom analizom podataka pronađena je visoka statistička značajnost ($p < 0,001$) u rezultatima *Timed Up and Go* testa nakon intervencije *Exopulse Mollii* odijelom (Tablica 2.).

Tablica 2. Rezultati *Timeu Up and Go* testa

	Broj ispitanika	Aritmetička sredina (sek.)	Najniža vrijednost	Najviša vrijednost.	Standardna devijacija (sek.)	P
TUG prije	28	35,16857	12,41	109,56	22,73245	0,000000
TUG poslije	28	27,34071	9,63	97,05	19,80841	

4.4. Rezultati percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici prije i poslije intervencije Exopulse Mollii odijelom

U provedenom istraživanju se također bilježila percipirana razina zamora ispitanika po modificiranoj Borgovoj ljestvici (MBS) prije i nakon intervencije Exopulse Mollii odijelom te ispitivala se statistička značajnost zabilježenih rezultata.

Aritmetička sredina percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici prije intervencije Exopulse Mollii odijelom iznosi $3,18 \pm 0,94$. Najniža zabilježena vrijednost percipirane razine zamora prije intervencije Exopulse Mollii odijelom je 2. Najviša zabilježena vrijednost percipirane razine zamora prije intervencije Exopulse Mollii odijelom je 5.

Aritmetička sredina percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici nakon intervencije Exopulse Mollii odijelom iznosi $2,64 \pm 0,62$. Najniža zabilježena vrijednost percipirane razine zamora nakon intervencije Exopulse Mollii odijelom je 2. Najviša zabilježena vrijednost percipirane razine zamora nakon tretmana Exopulse Mollii odijelom je 4 (Tablica 1, Tablica 3).

Normalnost raspodjele podataka testirana je Kolmogorov-Smirinoveljevim testom. S obzirom da se raspodjela podataka nije prikazala kao normalna ($p < 0,05$), vrijednosti percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici obradile su se koristeći Wilcoxon test za zavisne uzorke.

Statističkom analizom podataka pronađena je statistički značajna razlika ($p = 0,003$) u vrijednostima percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici tretmana nakon terapijskog tretmana Exopulse Mollii odijelom (Tablica 3.).

Tablica 3. Rezultati percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici

	Broj ispitanika	Aritmetička sredina (sek.)	Najniža vrijednost.	Najviša vrijednost.	Standardna devijacija (sek.)	P
MBS prije	28	3,178571	2	5	0,944911	0,003346
MBS poslije	28	2,642857	2	4	0,621485	

4.5. Ispitivanje korelacije dobivenih rezultata

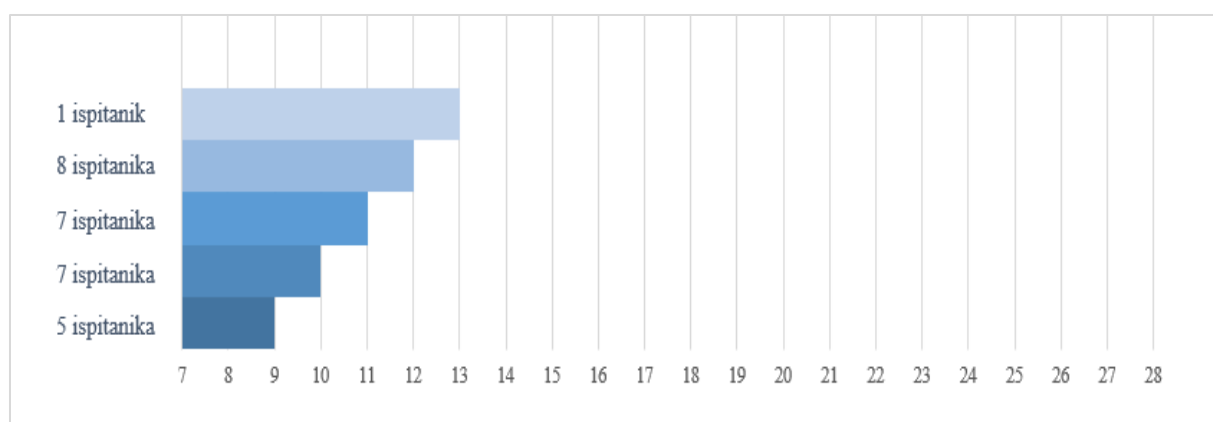
U svrhu ispitivanja povezanosti dobivene razlike u rezultatima *Timed Up and Go* testa i percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj prije i nakon intervencije odijelom, koristio se Spearmanov test korelacije. Pronašla se slaba povezanost ($R=0,296$; $p>0,05$) razlika vrijednosti *Timed Up and Go* testa te percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici prije i nakon intervencije Exopulse Mollii odijelom (Tablica 4.).

Tablica 4: Ispitivanje korelacije dobivenih rezultata

	Broj ispitanika	Spearman R	p
Rezultati TUG i MBS	28	0,296026	0,126136

4.6. Rezultati anketnog upitnika

Anketni upitnik koji je bio korišten u ovom istraživanju se sastajao od 7 pitanja. Najniži broj bodova koji su ispitanici mogli ostvariti je 7, dok je najviši broj bodova 28. Najniži broj bodova koji su ispitanici ostvarili je 9, dok je najviši broj bodova ostvaren u ovom istraživanju 13. Od ukupno 28 ispitanika koji su sudjelovali u ovom istraživanju 5 ispitanika je ostvarilo 9 bodova (17,86), 7 ispitanika je ostvarilo 10 bodova (25%), 7 ispitanika je ostvarilo 11 bodova (25%), 8 ispitanika je ostvarilo 12 bodova (28,57%), dok je samo 1 ispitanik ostvario 13 bodova (3,57%) (Slika 4.).



Slika 5. Ostvareni bodovi u anketnom upitniku

Tablica 5. Deskriptivna statistika odgovora na pitanja anketnog upitnika

Pitanja anketnog upitnika	Broj ispitanika	Odgovori na pitanja				Aritmetička sredina	Standardna devijacija
		1	2	3	4		
1. Ortoza dobro pristaje	28	20	8	/	/	1,285714	0,460044
2. Težina ortoze je podnošljiva	28	28	/	/	/	1,000000	0,00
3. Ortoza je udobna	28	11	15	2	/	1,678571	0,611832
4. Ortoza dobro izgleda	28	20	6	/	/	1,214286	0,417855
5. Lako mi je staviti ortožu	28	/	/	12	16	3,571429	0,503953
6. Nema prisustva crvenila ili iritacija	28	28	/	/	/	1,000000	0,00
7. Nošenje/poraba ortože je bezbolno	28	28	/	/	/	1,000000	0,00

Aritmetička sredina odgovora na prvo pitanje iznosi $1,29 \pm 0,46$. Od ukupno 28 ispitanika koji su sudjelovali u ovom istraživanju, 20 ispitanika je na prvo pitanje odgovorilo ocjenom 1 (71,43%), dok je 8 ispitanika odgovorilo ocjenom 2 (28,57%). Aritmetička sredina odgovora na drugo pitanje iznosi $1,00 \pm 0,00$. Svi su ispitanici na drugo pitanje odgovorili jednakom ocjenom (100%). Aritmetička sredina odgovora na treće pitanje iznosi $1,68 \pm 0,61$. Na treće pitanje 11 ispitanika je odgovorilo ocjenom 1 (39,28%), 15 ispitanika je odgovorilo ocjenom 2 (53,57%), dok je 3 ispitanika odgovorilo ocjenom 3 (10,71%). Aritmetička sredina odgovora na četvrto pitanje iznosi $1,21 \pm 0,41$. Na četvrto pitanje je 22 ispitanika odgovorilo ocjenom 1 (78,57%), dok je 6 ispitanika odgovorilo ocjenom 2 (21,43%). Aritmetička sredina svih odgovora na peto pitanje iznosi $3,57 \pm 0,50$. Na peto pitanje je 16 ispitanika odgovorilo ocjenom 4 (57,14%) te 12 je ispitanika odgovorilo ocjenom 3 (42,86%). Aritmetička sredina odgovora na šesto i sedmo pitanje iznosi $1,00 \pm 0,00$. Svi su ispitanici odgovorili jednakom ocjenom (100%) (Slika 5.; Tablica 5.).

Tablica 6. Rezultati anketnog upitnika

	1. pitanje	2. pitanje	3. pitanje	4. pitanje	5. pitanje	6. pitanje	7. pitanje	Zbroj
1.	1	1	1	1	3	1	1	9
2.	1	1	2	2	4	1	1	12
3.	1	1	1	1	4	1	1	10
4.	2	1	2	2	3	1	1	12
5.	1	1	1	2	3	1	1	10
6.	1	1	3	1	4	1	1	12
7.	1	1	1	2	4	1	1	11
8.	1	1	2	1	4	1	1	11
9.	1	1	2	1	4	1	1	11
10.	1	1	2	2	4	1	1	12
11.	1	1	1	1	3	1	1	9
12.	1	1	2	2	3	1	1	11
13.	2	1	2	1	4	1	1	12
14.	1	1	2	1	4	1	1	11
15.	2	1	3	1	4	1	1	13
16.	1	1	1	1	4	1	1	10
17.	2	1	2	1	4	1	1	12
18.	1	1	1	1	3	1	1	9
19.	2	1	2	1	3	1	1	11
20.	1	1	1	1	3	1	1	9
21.	1	1	2	1	3	1	1	10
22.	2	1	1	1	3	1	1	10
23.	2	1	2	1	4	1	1	12
24.	1	1	1	1	3	1	1	9
25.	1	1	2	1	4	1	1	11
26.	1	1	1	1	4	1	1	10
27.	1	1	2	1	3	1	1	10
28.	2	1	2	1	4	1	1	12

5. RASPRAVA

Dobiveni rezultati u ovom istraživanju ukazuju na povećanje pokretljivosti ispitanika kroz statistički značajno poboljšanje rezultata *Timed Up and Go* testa nakon primjene terapije Exopulse Mollii odijelom ($p < 0,001$), čime se potvrđuje prva hipoteza. Navedeno je prikazano *Tablicom 2*. Takvi rezultati su u skladu s istraživanjem *Bakaniene i sur.* (2018.). Istraživanje je provedeno na skupini od 16 ispitanika s cerebralnom paralizom. *Bakaniene i sur.* bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata *Timed Up and Go* testa ($p < 0,001$) nakon odrađenih terapijskih tretmana koristeći Exopulse Mollii odijelo (12). Suprotno tome, *Ertzgaard i sur.* (2018.) u njihovom istraživanju nisu zabilježili statistički značajnu razliku u rezultatima *Timed Up and Go* testa nakon uporabe Exopulse Mollii odijela, kao ni u drugim ispitivanim varijablama poput opsega pokreta te procjene grubih motoričkih funkcija (10). Istraživanje je provedeno na uzorku od 27 ispitanika, od kojih 15 ispitanika s moždanim udarom i 12 ispitanika s cerebralnom paralizom. U njihovom radu, autori naglašavaju kako nehomogenost uzorka značajno utječe na konačne rezultate istraživanja. Navedeno vrijedi i za naše istraživanje. Terapija elektrostimulacijom koristeći Exopulse Mollii odijelo može dovesti do različitih ishoda kod različitih kliničkih slika i dijagnoza. Osim toga, kao što je već spomenuto, kontrolna jedinica se programira individualno po potrebama bolesnika, a različite dijagnoze će kod bolesnika izazvati različite teškoće. Stoga, potrebno je povodenje dodatnih istraživanja na homogenim skupinama ispitanika kako bi se u potpunosti utvrdio učinak Exopulse Mollii odijela i kako bi takvi rezultati mogli biti pravedno uspoređeni. Također, potrebno je uzeti u obzir razlike u intervencijskim protokolima navedenih radova koje mogu značajno utjecati na rezultate istih. Istraživanja *Bakaniene i sur.* i *Ertzgaard i sur.* su se provodila kroz duži vremenski period (3-6 tjedna) te je bilo odrađen veći broj terapijskih tretmana, dok se u našem istraživanju ispitivao akutni učinak Exopulse Mollii odijela nakon samo jednog terapijskog tretmana u trajanju od 60 minuta. Nadalje, u istraživanju *Ertzgaard i sur.*, uz terapijske tretmane Exopulse Mollii odijelom, primijenjen je i program terapijskih vježbi kojeg su ispitanici pratili tijekom cijelog istraživanja. Suprotno tome, u istraživanju *Bakaniene i sur.* te u našem, osim terapije Exopulse Mollii odijelom nisu bile provedene ikakve druge terapijske metode te su ispitanici tijekom primjene terapije većinom mirovali.

Pozitivne učinke terapije koristeći Exopulse Mollii odijelo opisuje i nekolicina drugih autora u njihovim istraživanjima. Utjecaj Exopulse Mollii odijela na pokretljivost neuroloških bolesnika bilježi se u istraživanju objavljenom od strane *Wagner i sur.* (2023.). Radi se o prikazu slučaja ispitanika s cerebelarnom ataxiom uslijed moždanog udara. Za procjenu

mobilnosti korišteni su funkcionalni testovi *Sit to Stand test* te *10m walking test*. Rezultati istraživanja nisu izravno usporedivi s rezultatima našeg istraživanja s obzirom na to da su za procjenu pokretljivosti korišteni različiti funkcionalni testovi. Međutim, u navedenim funkcionalnim testovima su prisutni elementi prisutni i u *Timed Up and Go* testu (ustajanje, sjedanje, hod). Razumno je stoga pretpostaviti da bi testiranje *Timed Up and Go* testom također pokazalo značajne rezultate (41).

Nekolicina istraživanja ističe da primjena elektrostimulacije može značajno utjecati na stupanj spastičnosti. Niži stupanj spastičnosti dozvoljava kvalitetnije izvođenje voljnog pokreta, što utječe na složenije aktivnosti poput hoda (6,7,18,22,42). Vodeći se takvim saznanjima, moglo bi se zaključiti da je smanjenje stupnja spastičnosti jedan od razloga koji mogu doprinosti povećanju opće pokretljivosti. Sukladno tome, rezultati mjerenja koristeći funkcionalne testove poput *Timed Up and Go* testa mogli bi biti značajno bolji. U našem istraživanju nije bio mjeren stupanj spastičnosti, međutim, ova izjava može biti potkrijepljena istraživanjima *Hedin i sur. (2020.)* i *Flodström i sur. (2022.)*. U navedenim radovima autori opisuju smanjenje stupnja spastičnosti kod ispitanika s cerebralnom paralizom uslijed intervencije Exopulse Mollii odijelom (11,43).

Hedin i sur. utvrđuju statistički značajnu razliku u rezultatima mjerenja stupnja spasticiteta koristeći modificiranu Ashworthovu skalu nakon jednog ($p=0,007$) i šest mjeseci ($p=0,011$), ali ne nakon tri mjeseca ($p=0,076$) korištenja Exopulse Mollii odijela. U svrhu mjerenja stupnja spastičnosti autori su se također koristili modificiranom Tardieu skalom te je zabilježena statistički značajna razlika u rezultatima nakon mjesec dana ($p=0,030$), ali ne i nakon tri ($p=0,392$) ili šest mjeseci ($p=0,426$). Osim promjena u stupnju spastičnosti, autori su ispitali i promjene u vrijednostima mjerenja pasivnog opsega pokreta. Zabilježeno je statistički značajno poboljšanje vrijednosti pasivnog opseg pokreta nakon jednog ($p=0,000$), tri ($p=0,001$) i šest ($p=0,014$) mjeseci korištenja odijela. Dodatno, kod pojedinih ispitanika primijećeno je značajno poboljšanje rezultata procjene grubih motoričkih funkcija (eng. *Gross Motor Function Measure - GMFM-66*) (11). S takvim rezultatima se parcijalno slažu *Flodström i sur. (2022.)* koji također bilježe promjene mišićnog tonusa, poboljšanje vrijednosti pasivnog opsega pokreta i procjene grubih motoričkih funkcija. Kod pojedinih ispitanika zabilježeno je smanjenje boli i bolja razina participacije u svakodnevnim aktivnostima. Međutim, iako je terapija Exopulse Mollii odijelom izazvala pozitivne promjene i značajne rezultate kod pojedinih ispitanika, nije bilo značajnih razlika na razini skupine. Autori studije izjavljuju da je percipirani utjecaj Exopulse Mollii odijela u ovoj studiji bio veći od mjerljivog utjecaja. Navedeno objašnjavaju činjenicom da instrumenti

korišteni u studij nisu dovoljno osjetljivi za mjerenje malih promjena u pasivnom opsegu pokreta i mišićnom tonusu. Kao što je prethodno već spomenuto, jedan od nedostataka kliničkih testova poput modificirane Ashworthove skale je činjanica da dobiveni rezultati ovise u potpunosti o subjektivnoj procjeni terapeuta. To može uvelike utjecati na rezultate mjerenja i posljedično tome na ishod istraživanja (43). Do istih zaključaka su došli *Palmcratz i sur.* (2020.) u njihovom istraživanju u kojemu su koristili modificiranu Ashworthovu skalu i *NeuroFlexor* tehnologiju u svrhu mjerenja stupnja spastičnosti. Uz pomoć *NeuroFlexor* tehnologije zabilježeno je značajno poboljšanje stupnja spasticiteta palmarnih fleksora šake ($p=0,023$), dok se isto nije zabilježilo tijekom procijene modificiranom Ashworthovom skalom (9). Kako bi objasnili takve rezultate, autori se pozivaju na studiju *Andrige i sur.* u kojoj se dokazuje validnost *NeuroFlexor* tehnologije u usporedbi s manualnim testovima poput modificirane Ashworthove skale ili modificirane Tardieu skale. Koristeći se modernom tehnologijom poput *NeuroFlexor* moguće je razlikovati različite komponente samog spasticiteta, dobivajući na taj način preciznije i kvalitetnije rezultate (44).

NeuroFlexor tehnologijom služili su se *Pennati i sur.* u njihovom istraživanju provedenim 2021. godine, u kojemu su sudjelovali neki od autora istraživanja *Flodström i sur.* Međutim za razliku od istraživanja *Flodström i sur.*, u ovom slučaju nije zabilježena statistički značajna razlika u stupnju spasticiteta na razini skupine. U istraživanju *Pennati i sur.*, kao i u našem istraživanju, ispitivan je akutni učinak Exopulse Mollii odijela nakon jednog terapijskog tretmana u trajanju do 60 minuta. Naime, autori zaključuju kako jedan terapijski tretman nije dovoljan da bi se dokazao utjecaj odijela na spasticitet te da bi moglo doći do boljih rezultata nakon dužeg vremena korištenja odijela. Unatoč dobivenim rezultatima, autori ističu kako je terapija Exopulse Mollii odijelom dovela do poboljšanja stanja u pojedinim ispitanika, i to se većinom očitovalo kroz povećanje pasivnog opsega pokreta i smanjenje spasticiteta šake (33).

U radu *Pennati i sur.*, kao i u našem istraživanju, po završetku istraživanja ispitivano je zadovoljstvo ispitanika Exopulse Mollii odijelom koristeći anketni upitnik. Od ukupno 20 ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju, 75% ispitanika je opisalo sveukupni osjećaj dobrobiti tijekom primjene stimulacije, a 25% pacijenata je izjavilo učinak opuštanja mišića na zahvaćenoj ruci i/ili stopalu nakon prijeme terapije (33).

Navedeni rezultati su u skladu s rezultatima dobivenim u našem istraživanju. Većina je ispitanika pokazala visoku razinu zadovoljstva Exopulse Mollii odijelom. Navedeno je prikazano *Slikom 4.* te *Tablicom 5.* Ispitanici su po završetku tretmana izjavili subjektivni osjećaj olakšanja tijekom ponavljanja *Timed Up and Go* testa. Uz to ispitanici su prijavili nižu razinu percipiranog osjećaja zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici u usporedbi s

početkom istraživanja ($p=0,003$), što potvrđuje drugu hipotezu. Navedeno je prikazano *Tablicom 3*. Osim niže razine percipiranog zamora, ispitanici su izjavili nižu razinu percipirane boli. Niža razina percipirane boli mogla bi imati pozitivan utjecaj na pokretljivost ispitanika. U našem istraživanju se nije uzela u obzir razina percipirane boli, međutim, navedeno bi bilo zanimljivo ispitati u budućim istraživanjima. Pregledom literature primjećujemo da primjena terapije Exopulse Mollii pokazuje dobre rezultate u smanjenju percipirane boli kod ispitanika. Navedeno nam potvrđuju istraživanja poput onog *Riachi i sur.* (2019.) te *Rubio-Zarapuz i sur.* (2023.), provedenim na skupinama ispitanika koji boluju od fibromialgije i Parkinsonove bolesti. U oba istraživanja bilježi se statistički značajna razlika u razini percipirane boli nakon odrađene terapije Exopulse Mollii odijelom (45,46).

Ispitanici su prijavili visoku razinu zadovoljstva u vezi iskustva Exopulse Mollii odijelom, čime se potvrđuje treća hipoteza (*Tablica 5., Tablica 6.*). Gotovo svi ispitanici su izjavili zadovoljstvo njegovom udobnošću. Manji se broj ispitanika požalilo na činjenicu da je odijelo prilično uskog kroja te su neki osjećali da im to ograničava pokrete. U većini slučajeva su se ispitanici s vremenom navikli na opisani osjećaji ili im je bila dodijeljena druga veličina jakne ili hlača. Primjena elektrostimulacije je bila u potpunosti bezbolna. Nakon primjene terapije elektrostimulacijom na koži ispitanika nije bilo prisustvo crvenila ni iritacija. Gotovo svi ispitanici su pozitivno reagirali na izgled odijela. Pojedini ispitanici su izjavili da se osjećaju poput „superjunaka“. Navedeni rezultati su u skladu s rezultatima radova *Nordstrom i sur.* (2019.) te *Jonasson i sur.* (2022.) provedenim na ispitanicima s cerebralnom paralizom. Autori u svojim istraživanjima navode pozitivna i negativna iskustva ispitanika Exopulse Mollii odijelom. Većina ispitanika u oba istraživanja pokazuje zadovoljstvo Exopulse Mollii odijelom, međutim, pojedini ispitanici izjavljuju nezadovoljstvo u određenim aspektima odijela i terapije (13,47). *Nordstrom i sur.* navode kako je većina ispitanika iskazala pozitivne osjećaje prema izgledu odijela te da je ono pozitivno utjecalo na samopouzdanje ispitanika. Većina ispitanika je čak izjavilo kako žele čim prije pokazati odijelo prijateljima i vršnjacima. No, pojedini ispitanici su izjavili osjećaj srama ili straha da ih vršnjaci percipiraju „drugačije“ te odijelo nije imalo pozitivan utjecaj na njihovo samopouzdanje (13).

U oba istraživanja ističe se utjecaj Exopulse Mollii odijela na motivaciju ispitanika. U većini slučajeva odijelo je imalo vrlo pozitivan utjecaj na motivaciju ispitanika, međutim motivacija je usko povezana s ispunjenjem očekivanja ispitanika. Pojedini ispitanici izjavljuju kako terapija Exopulse Mollii odijelom nije zadovoljila njihova početna očekivanja. To se može objasniti činjenicom da su očekivanja ispitanika bila izrazito visoka i nisu bila u skladu s njihovim mogućnostima. Rehabilitacijske ciljeve i očekivanja potrebno je prilagoditi

bolesnikovoj kliničkoj slici i njegovim realnim mogućnostima. Pojedini ispitanici su uz terapiju Exopulse Mollii odijelom dostigli svoje ciljeve, međutim to nije bilo dovoljno da bi ispitanici u potpunosti bili zadovoljni napretkom, odijelom i iskustvom. Psihološki aspekt bolesnika je izrazito kompleksan i igra veliku ulogu u procesu rehabilitacije. Stoga, potrebno ga je njegovati pružajući bolesniku psihološku pomoć i potporu tijekom cijelog procesa rehabilitacije. Tijekom provedbe našeg istraživanja susreli smo se s istom problematikom. S obzirom da je Exopulse Mollii odijelo tehnologija s kojom se bolesnici još nisu imali prilike susretati, njihova očekivanja su bila izrazito visoka. Suprotno tome, pojedini ispitanici su pristupili istraživanju s dozom skeptičnosti i sumnjičavosti. Iz navedenih razloga potrebno je upoznati bolesnike s načinom djelovanja odijela prije provedbe terapije, stavljajući naglasak na učinke koje je opravdano očekivati.

Jedini aspekt iskustva Exopulse Mollii odijelom u kojem su ispitanici iskazali nezadovoljstvo jest oblačenje i svlačenje istog. Dobiveni rezultati su u skladu s istraživanjima *Jonasson i sur.*, *Nordstrom i sur.* te *Pennati i sur.* (13,33,47). U navedenim istraživanjima također se bilježe velike poteškoće ispitanika te roditelja i skrbnika prilikom oblačenja i svlačenja odijela. Kao što je prethodno opisano, odijelo je uskog kroja, što osigurava prijanjanje ugrađenih elektroda uz kožu. Stoga, ovisno o funkcionalnom statusu bolesnika, postoji mogućnost da će isti biti primoran zatražiti tuđu pomoć prilikom oblačenja i svlačenja odijela. To predstavlja ograničenje u korištenju Exopulse Mollii odijela, pogotovo s obzirom na to da je odijelo osmišljeno i namijenjeno za kućnu upotrebu. S obzirom na dobivene rezultate i na ustanovljenu poteškoću korisnika, pretpostavlja se da će se ubuduće proizvođači posvetiti otklanjanju opisanih poteškoća.

Pregledom literature primjetne su razne odstupanja u rezultatima dostupnih istraživanja. Učinak Exopulse Mollii odijela nije u potpunosti utvrđen. Nekolicina istraživanja ukazuje na pozitivan utjecaj odijela na spasticitet, dok se druga istraživanja ne slažu sa tom tvrdnjom. Neki su autori zabilježili pozitivne učinke odijela na neurološke bolesnike koristeći niz funkcionalnih testova, dok drugi autori navedeno opovrgavaju. Gotovo svi autori ističu potrebu provođenja dodatnih istraživanja na homogenim skupina ispitanika kako bi se u potpunosti utvrdio učinak Exopulse Mollii odijela na različita stanja (9,10,12,33,48).

6. ZAKLJUČAK

Na temelju sakupljenih podataka u ovom istraživanju, zaključuje se da je primjena elektrostimulacije Exopulse Mollii odijelom pozitivno utjecala na naše ispitanike. Dobiveni rezultati ukazuju na poboljšanje funkcionalnih sposobnosti ispitivanih neuroloških bolesnika.

Sve postavljene hipoteze u ovom istraživanju su potvrđene. Zabilježena je visoka statistička značajnost ($p < 0,001$) rezultata *Timed Up and Go* testa nakon upotrebe Exopulse Mollii odijela. Nadalje, zabilježena je visoka statistička značajnost ($p = 0,003$) vrijednosti percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici nakon terapijskog tretmana Exopulse Mollii odijelom. Po završetku istraživanja, ispitanici su izrazili visoku razinu zadovoljstva Exopulse Mollii odijelom. Jedina zabilježena manjkavost jest potreba za tuđom pomoći prilikom oblačenja i svlačenja odijela. S obzirom na to da su i drugi autori ustanovili istu poteškoću, pretpostavlja se da će se ubuduće proizvođači posvetiti otklanjanju iste.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem su pretežno u skladu s dostupnom literaturom. Sve navedeno govori u prilog implementacije ovog modaliteta terapije u rehabilitaciji neuroloških pacijenata. Međutim, učinci Exopulse Mollii odijela na razne neurološke bolesti i stanja nisu u potpunosti istraženi. Pregledom literature primjetno je prisustvo nesuglasica među autorima. Potrebno je provođenje dodatnih istraživanja na homogenim skupinama ispitanika kako bi se utvrdila učinkovitost Exopulse Mollii odijela kod različitih dijagnoza i kliničkih slika.

LITERATURA

1. Dumurgier J, Tzourio C. Epidemiology of neurological diseases in older adults. *Rev Neurol (Paris)*. 2020 Nov 1;176(9):642–8.
2. Feigin VL, Nichols E, Alam T, Bannick MS, Beghi E, Blake N, et al. Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol* [Internet]. 2019 May 1 [cited 2023 Jan 11];18(5):459–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30879893/>
3. Sainz-Pelayo MP, Albu S, Murillo N, Benito-Penalva J. [Spasticity in neurological pathologies. An update on the pathophysiological mechanisms, advances in diagnosis and treatment]. *Rev Neurol* [Internet]. 2020 Jun 16 [cited 2023 Jan 11];70(12):453–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32500524/>
4. Bakheit AMO. The pharmacological management of post-stroke muscle spasticity. *Drugs Aging* [Internet]. 2012 Dec [cited 2023 Jan 11];29(12):941–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23138834/>
5. Jefferson RJ. Botulinum toxin in the management of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2004 Jul [cited 2023 Jan 11];46(7):491–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15230464/>
6. Fernández-Tenorio E, Serrano-Muñoz D, Avendaño-Coy J, Gómez-Soriano J. Transcutaneous electrical nerve stimulation for spasticity: A systematic review. *Neurol (English Ed)*. 2019;34(7):451–60.
7. Mahmood A, Veluswamy SK, Hombali A, Mullick A, N M, Solomon JM. Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Spasticity in Adults With Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2019;100(4):751–68. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.10.016>
8. Lin S, Sun Q, Wang H, Xie G. Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity, balance, and walking speed in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med* [Internet]. 2018 [cited 2023 Jan 11];50(1):3–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28862711/>
9. Palmcrantz S, Pennati GV, Bergling H, Borg J. Feasibility and potential effects of using the electro-dress Mollii on spasticity and functioning in chronic stroke. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2020 Aug 10 [cited 2023 Jan 11];17(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32778118/>

10. Ertzgaard P, Alwin J, Sörbo A, Lindgren M, Sandsjö L. Evaluation of a self-administered transcutaneous electrical stimulation concept for the treatment of spasticity: a randomized placebo-controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2023 Jan 11];54(4):507–17. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29072043/>
11. Hedin H, Wong C, Sjärdén A. The effects of using an electrodress (Mollii®) to reduce spasticity and enhance functioning in children with cerebral palsy: a pilot study. <https://doi.org/10.1080/2167916920201807602> [Internet]. 2020 [cited 2023 Jan 11];24(3):134–43. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21679169.2020.1807602>
12. Bakaniene I, Urbonaviciene G, Janaviciute K, Prasauskiene A. Effects of the Inventions method on gross motor function in children with spastic cerebral palsy. *Neurol Neurochir Pol* [Internet]. 2018;52(5):581–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pjnns.2018.07.003>
13. Nordstrom B, Prellwitz M. A pilot study of children and parents experiences of the use of a new assistive device, the electro suit Mollii. *Assist Technol* [Internet]. 2021;33(5):238–45. Available from: <https://doi.org/10.1080/10400435.2019.1579267>
14. Lance JW. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology* [Internet]. 1980 [cited 2023 May 12];30(12):1303–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7192811/>
15. Rizzo MA, Hadjimichael OC, Preiningerova J, Vollmer TL. Prevalence and treatment of spasticity reported by multiple sclerosis patients. *Mult Scler* [Internet]. 2004 Oct [cited 2023 May 12];10(5):589–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15471378/>
16. Sommerfeld DK, Eek EUB, Svensson AK, Holmqvist LW, Von Arbin MH. Spasticity after stroke: its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke* [Internet]. 2004 Jan [cited 2023 May 12];35(1):134–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14684785/>
17. Maynard FM, Karunas RS, Waring WP. Epidemiology of spasticity following traumatic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 1990 Jul 1 [cited 2023 May 12];71(8):566–9. Available from: <https://europepmc.org/article/med/2369291>
18. Kheder A, Nair KPS. Spasticity: Pathophysiology, evaluation and management. *Pract Neurol*. 2012;12(5):289–98.
19. Bhimani R, Anderson L. Clinical Understanding of Spasticity: Implications for

- Practice. *Rehabil Res Pract* [Internet]. 2014 [cited 2023 May 12];2014:1–10. Available from: [/pmc/articles/PMC4168242/](#)
20. Cook WA. Antagonistic muscles in the production of clonus in man. *Neurology* [Internet]. 1967 [cited 2023 May 12];17(8 Pt 1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15088538/>
 21. Yelnik AP, Simon O, Parratte B, Gracies JM. How to clinically assess and treat muscle overactivity in spastic paresis. *J Rehabil Med* [Internet]. 2010 Oct [cited 2023 May 13];42(9):801–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20878038/>
 22. Rekan T. Clinical assessment and management of spasticity: A review. *Acta Neurol Scand*. 2010;122(SUPPL. 190):62–6.
 23. Thompson AJ, Jarrett L, Lockley L, Marsden J. Spasticity Clinical management of spasticity Physical and pharmacological treatments can reduce pain and discomfort without compromising function. [cited 2023 May 13]; Available from: www.jnnp.com
 24. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* [Internet]. 1987 [cited 2023 May 15];67(2):206–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3809245/>
 25. Morris S. Ashworth And Tardieu Scales: Their Clinical Relevance For Measuring Spasticity In Adult And Paediatric Neurological Populations. *Phys Ther Rev* [Internet]. 2002 Mar 1 [cited 2023 May 15];7(1):53–62. Available from: https://www.researchgate.net/publication/233493219_Ashworth_And_Tardieu_Scales_Their_Clinical_Relevance_For_Measuring_Spasticity_In_Adult_And_Paediatric_Neurological_Populations
 26. Wartenberg R. Pendulousness of the legs as a diagnostic test. *Neurology* [Internet]. 1951 [cited 2023 May 15];1(1):18–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14785753/>
 27. Biering-Sørensen F, Nielsen JB, Klinge K. Spasticity-assessment: A review. *Spinal Cord*. 2006;44(12):708–22.
 28. Beattie C, Gormley M, Wervey R, Wendorf H. An electromyographic protocol that distinguishes spasticity from dystonia. *J Pediatr Rehabil Med* [Internet]. 2016 May 31 [cited 2023 May 15];9(2):125–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27285805/>
 29. Graham LA. Management of spasticity revisited. 2013 [cited 2023 May 13]; Available from: <https://academic.oup.com/ageing/article/42/4/435/10433>
 30. Johnson PM. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: Mechanisms, Clinical

- Application and Evidence. *Rev Pain* [Internet]. 2007 Aug [cited 2023 May 14];1(1):7. Available from: [/pmc/articles/PMC4589923/](#)
31. Mills PB, Dossa F. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Management of Limb Spasticity: A Systematic Review. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2023 May 14];95(4):309–18. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26829077/>
 32. Ng SSM, Hui-Chan CWY. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task-related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke. *Stroke* [Internet]. 2007 Nov [cited 2023 May 14];38(11):2953–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17901383/>
 33. Pennati GV, Bergling H, Carment L, Borg J, Lindberg PG, Palmcrantz S. Effects of 60 Min Electrostimulation With the EXOPULSE Mollii Suit on Objective Signs of Spasticity. *Front Neurol*. 2021 Oct 15;12.
 34. Perez MA, Field-Fote EC, Floeter MK. Patterned sensory stimulation induces plasticity in reciprocal inhibition in humans. *J Neurosci* [Internet]. 2003 Mar 15 [cited 2023 May 14];23(6):2014–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12657659/>
 35. Wilson RC, Jones PW. A comparison of the visual analogue scale and modified Borg scale for the measurement of dyspnoea during exercise. *Clin Sci* [Internet]. 1989 Mar 1 [cited 2023 May 24];76(3):277–82. Available from: [/clinsci/article/76/3/277/74502/A-comparison-of-the-visual-analogue-scale-and](#)
 36. Gearhart RF, Goss FL, Lagally KM, Jakicic JM, Gallagher J, Robertson RJ. Standardized Scaling Procedures for Rating Perceived Exertion during Resistance Exercise. *J Strength Cond Res*. 2001;15(3):320–5.
 37. Penko AL, Barkley JE, Miller M, †1 K, Alberts JL. Borg scale is valid for ratings of perceived exertion for individuals with Parkinson’s disease. *Int J Exerc Sci* [Internet]. 2017 [cited 2023 May 28];10(1):76. Available from: [/pmc/articles/PMC5213192/](#)
 38. Hampton S, Armstrong G, Ayyar M, Li S. Quantification of Perceived Exertion During Isometric Force Production With the Borg Scale in Healthy Individuals and Patients With Chronic Stroke. <https://doi.org/10.1310/tsr2101-33> [Internet]. 2014 Jan 1 [cited 2023 May 28];21(1):33–9. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1310/tsr2101-33>
 39. Bravini E, Franchignoni F, Ferriero G, Giordano A, Bakhsh H, Sartorio F, et al. Validation of the Italian version of the Client Satisfaction with Device module of the Orthotics and Prosthetics Users’ Survey. *Disabil Health J* [Internet]. 2014 [cited 2023

- Jan 11];7(4):442–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25224984/>
40. Jarl G, Holmefur M, Hermansson LMN. Test-retest reliability of the Swedish version of the Orthotics and Prosthetics Users' Survey. *Prosthet Orthot Int* [Internet]. 2014 Feb [cited 2023 Jan 11];38(1):21–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23652919/>
 41. Wagner V, Knudsen MS, Curtis DJ, Riberholt CG. Use of the EXOPULSE Mollii for severe ataxia in an adult male 4 months after cardiac arrest. *BMJ Case Rep* [Internet]. 2023 Mar 24 [cited 2023 Jun 22];16(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36963762/>
 42. J P, D S, W C, S L. The effects of exercise with TENS on spasticity, balance, and gait in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Med Sci Monit* [Internet]. 2014 [cited 2023 May 27];20:1890–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25300431/>
 43. Flodström C, Viklund Axelsson SA, Nordström B. A pilot study of the impact of the electro-suit Mollii® on body functions, activity, and participation in children with cerebral palsy. *Assist Technol* [Internet]. 2022;34(4):411–7. Available from: <https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1837288>
 44. Andringa A, Van Wegen E, Van De Port I, Kwakkel G, Meskers C. Measurement properties of the NeuroFlexor device for quantifying neural and non-neural components of wrist hyper-resistance in chronic stroke. *Front Neurol* [Internet]. 2019 [cited 2023 Jul 1];10(JUL). Available from: [/pmc/articles/PMC6618514/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34618514/)
 45. Riachi N, Khazen G, Ahdab R, Jörgen S. Pain reducing properties of the Mollii suit on adults with chronic pain syndromes. *J Neurol Sci*. 2019;405:138–9.
 46. Rubio-Zarapuz A, Apolo-Arenas MD, Clemente-Suárez VJ, Costa AR, Pardo-Caballero D, Parraca JA. Acute Effects of a Session with The EXOPULSE Mollii Suit in a Fibromyalgia Patient: A Case Report. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2023 May 30];20(3). Available from: [/pmc/articles/PMC9915440/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40615440/)
 47. Jonasson LL, Sörbo A, Ertzgaard P, Sandsjö L. Patients' Experiences of Self-Administered Electrotherapy for Spasticity in Stroke and Cerebral Palsy: a Qualitative Study. *J Rehabil Med*. 2022;54.
 48. Arkkukangas M, Hedberg Graff J, Denison E. Evaluation of the electro-dress Mollii® to affect spasticity and motor function in children with cerebral palsy: Seven experimental single-case studies with an ABAB design. *Cogent Eng* [Internet]. 2022;9(1). Available from: <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2064587>

PRIVITCI

Privitak A: Anketni upitnik

Poštovani/poštovana, molimo Vas da u nastavku odgovorite na nekoliko pitanja.

I. OPĆI PODACI:

1. Godina rođenja: _____
2. Spol: M Ž
3. Liječnička dijagnoza: _____

II. UPUTA - zaokružite jedan broj koji najbolje opisuje u kojoj mjeri se slažete s idućim tvrdnjama pri čemu brojevi znače sljedeće:

1 - U potpunosti se slažem; 2 - Slažem se u većoj mjeri;

3 - Slažem se u manjoj mjeri; 4 - Uopće se ne slažem

1.	Ortoza dobro pristaje	1	2	3	4
2.	Težina ortoze je podnošljiva	1	2	3	4
3.	Ortoza je udobna	1	2	3	4
4.	Ortoza dobro izgleda	1	2	3	4
5.	Lako mi je staviti ortozu	1	2	3	4
6.	Nema prisustva crvenila i iritacija na mojoj koži nakon uporabe ortoze	1	2	3	4
7.	Nošenje/uporaba ortoze je bezbolno	1	2	3	4

Zahvaljujemo Vam na suradnji!

Privitak B: Informirani pristanak

INFORMIRANI PRISTANAK

Poštovani/poštovana,

pozivamo Vas na sudjelovanje u istraživanju u kojem se ispituje terapijski učinak Exopulse Mollii odijela u neurorehabilitaciji. Istraživanje se provodi u svrhu izrade diplomskog rada studentice Martine Matika, studentice druge godine Sveučilišnog diplomskog studija Fizioterapija, Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, na temu „Exopulse Mollii odijelo - moderni pristup neurorehabilitaciji“

Cilj rada je istražiti utjecaj Exopulse Molli odijela na funkcionalnost neuroloških bolesnika. Od ispitanika će se zahtijevati ispunjavanje kratkog anketnog upitnika sastavljenog za potrebe ovog istraživanja. Nadalje, testirat će se pokretljivost *Timed Up and Go* testom i procijenit će se subjektivna razina zamora Borgovom ljestvicom (brojkama od 0 do 10). Zatim će se ispitanici uputiti na tretman Exopulse Mollii odijelom u trajanju od 60 minuta, nakon čega će se ponoviti navedeni testovi.

Istraživanje je anonimno, a Vaše sudjelovanje dobrovoljno i možete se slobodno i bez ikakvih posljedica povući u bilo koje vrijeme, bez navođenja razloga. Rezultati istraživanja koristiti će se u svrhu pisanja diplomskog rada te moguće objavljeni u nekom od stručnih ili znanstvenih časopisa, bilo u papirnatom ili online obliku.

Potvrđujem da sam dana pročitao/pročitala obavijest za gore navedeno istraživanje, te sam imao/imala priliku postavljati pitanja. Znam da je moje sudjelovanje dobrovoljno te da se mogu povući u bilo koje vrijeme, bez navođenja razloga i bez ikakvih posljedica. Obzirom da je cilj istraživanja isključivo istražiti utjecaj Exopulse Molli odijela na funkcionalnost neuroloških bolesnika bez štetnih učinaka i upotrebe podataka u neke druge svrhe, spreman/spremna sam sudjelovati u navedenom istraživanju.

Navedeno potvrđujem vlastoručnim potpisom _____

Privitak C: Popis tablica

Tablica 1. Rezultati Timed Up and Go testa (TUG) i vrijednosti percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici (MBS)	15
Tablica 2. Rezultati Timeu Up and Go testa	18
Tablica 3. Rezultati percipirane razine zamora po modificiranoj Borgovoj ljestvici	19
Tablica 4: Ispitivanje korelacije dobivenih rezultata	20
Tablica 5. Deskriptivna statistika odgovora na pitanja anketnog upitnika	21
Tablica 6. Rezultati anketnog upitnika.....	22

Privitak D: Popis slika

Slika 1. Postupak oblačenja Exopulse Mollii odijela	9
Slika 2. Dob ispitanika	16
Slika 3. Spol ispitanika.....	17
Slika 4. Liječnička dijagnoza ispitanika.....	17
Slika 5. Ostvareni bodovi u anketnom upitniku	20