

# NEUROREHABILITACIJA KOD DJECE POMOĆU BOBATH KONCEPTA I ROBOTIKE

---

Krnjić, Ajla

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Visoka škola Ivanić-Grad / Visoka škola Ivanić-Grad**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:258:097791>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University of Applied Sciences Ivanić-Grad](#)



**VISOKA ŠKOLA IVANIĆ-GRAD**

**STRUČNI STUDIJ FIZIOTERAPIJE**

Studij za stjecanje akademskog naziva: Stručna prvostupnica (baccalaurea)  
fizioterapije, bacc. physioth.

**Ajla Krnjić**

**NEUROREHABILITACIJA KOD DJECE  
POMOĆU BOBATH KONCEPTA I ROBOTIKE**

**Završni rad**

**Mentor: Mark Tomaj, mag.physioth., pred.**

---

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u digitalni repozitorij Visoke škole Ivanić-Grad.

## SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	NEUROLOŠKE BOLESTI.....	2
2.1	CEREBRALNA PARALIZA.....	2
2.2	POROĐAJNA OZLJEDA BRAHIJALNOG PLEKSUSA.....	5
2.3	SPINA BIFIDA .....	7
3.	EPIDEMIOLOGIJA.....	9
4.	NEUROPLASTIČNOST MOZGA.....	10
5.	NEUROREHABILITACIJA DJECE.....	12
6.	BOBATH KONCEPT .....	14
7.	RADNA TERAPIJA KOD NEUROREHABILITACIJE DJECE.....	15
8.	UTJECAJ ROBOTIKE U NEUROREHABILITACIJI DJECE.....	17
8.1.	Robotika za gornje ekstremitete .....	18
8.2.	Robotika za donje ekstremitete.....	18
9.	RASPRAVA – USPOREDBA.....	20
10.	ZAKLJUČAK .....	22
11.	LITERATURA.....	23

## SAŽETAK

Neurorehabilitacija kod djece je od velike važnosti te je potrebno što ranije provođenje. Djeca mogu biti rođena s neurološkom bolesti ili je steći tijekom ili nakon poroda. Do neuroloških poremećaja dolazi kada se pojave abnormalnosti u mozgu, živčanom sustavu ili mišićnom sustavu. Također, uzroci mogu biti genetska predispozicija, infekcije, traume i metabolički poremećaji. Tijekom rehabilitacijskog pristupa djeci s neurološkim oboljenjima najčešće se primjenjuje Vojta terapija, Bobath koncept i robotika. Djeca s neurološkim oboljenjima zahtijevaju individualan pristup rehabilitacijskog stručnog tima neurologa, fizijatra, ortopeda, fizioterapeuta, psihologa. Roditelji su isto tako bitni faktori tima za rehabilitaciju. Tijekom trajanja rehabilitacije Bobath tehnikom dijete se uči pravilnom obrascu izvođenja pokreta. Uz Bobath koncept primjenjuje se i Vojta terapija koja za cilj ima stimuliranje i poticanje mozga na pravilne geste pomoću živaca. Robotikom se ostvaruje povećanje sposobnosti spoznaja mozga i daje se povratna informacija. Proučavanjem istraživanja utjecaja Bobath koncepta i robotike u neurorehabilitaciji djece dolazi se do zaključka da najbolje rezultate imaju osobe kojima su tijekom rehabilitacije bile omogućene obje terapije.

Ključne riječi: spinalne ozljede, neuroplastičnost mozga, cerebralna paraliza, brahijalni pleksus, epidemiologija

# **NEUROREHABILITATION IN CHILDREN WITH BOBATH CONCEPT AND ROBOTICS**

## **ABSTRACT**

Neurorehabilitation with children is of great importance and it should start implementing as soon as possible. Children could be born with neurological disease or they could acquire it during or after childbirth. Neurological disorders occur when there are abnormalities in the brain, nervous system or muscular system. Genetic predisposition, infections, trauma and metabolic disorder can also be the cause. Most commonly applied in rehabilitation approach with children who have neurological diseases are Bobath approach, Vojta-Therapy and robotics. Children with neurological diseases require an individual approach from rehabilitation team who consists of neurologist, physiatrist, orthopedist, physiotherapist and psychologist. Parents are extremely important members of rehabilitation team. During rehabilitation with Bobath technique child is learning proper movement management pattern. With Bobath concept Vojta therapy is also used whose goal is provoking and stimulating the brain to proper movements through the nerves. Robotics increases the cognitive ability of the user and provides feedback. By studying research into the impact of Bobath concept and robotics in neurorehabilitation the conclusion is that the best results are in children which were enabled both therapies.

Key words: spinal injury, neuroplasticity, cerebral palsy, brachial plexus, epidemiology

## 1. UVOD

U prošlosti su se primjenjivali različiti načini liječenja neuroloških bolesnika. Medicinska rehabilitacija je bila poznata u daljnjoj prošlosti pa tako rehabilitacija obuhvaća implementaciju svih sredstava u namjerom reduciranja utjecaja patologa i retardacija. U zdravstvenom smislu pojam rehabilitacija se definira kao postupak aktivne izmjene kojim onesposobljena osoba stiče iskustvo znanja i vještine koje su neophodne za učinkovito fiziološko, psihološko i egzistencijalno funkcioniranje. Naknadno tokom vremena su se uvodili moderni postupci fizikalne medicine, a toplice ili kupališta ili lječilišta su se razvijala u rehabilitacijske ustanove. Time s vremenom se počela razvijati i neurorehabilitacija. Neurorehabilitacija je prvo započela na neurološkim odjelima, a kasnije se nastavlja u rehabilitacijskim centrima pa i u kući bolesnika (Schnurrer, Luke i Vrbančić, 2018). Motorički deficit kod djece često uslijedi kao rezultat raznih neuroloških disbalansa kao primjerice traumatsko oštećenje mozga, degenerativne bolesti, cerebralna paralize. Kod djece se javlja smanjenje jednostavne motorike, njene snage i pokretljivosti ekstremiteta, te djeca mogu imati ograničenja kod sudjelovanja u svakodnevnim aktivnostima bilo to u vlastitom domu ili u školi. Jako je bitan oporavak senzomotornih aktivnosti uslijed oštećenja središnjeg živčanog sustava te se on temelji na neuroplastičnosti. Neurorehabilitacija pomoću robota dozvoljava visoke količine i intenzitete treninga čime se snažno stimulira neuroplastičnost mozga. Kod pacijenta sa motoričkim deficitom koji je nastao kao posljedica bilo kakve neurološke bolesti koristi se robotska neurorehabilitacija (Mehrholz, Pohl, Platz i sur., 2015).

## **2. NEUROLOŠKE BOLESTI**

Neurološki poremećaji kod djece nastaju kada se pojavi abnormalnost u mozgu, živčanom sustavu ili mišićnom sustavu. Bolesti do kojih dolazi mogu biti prirodne, dijete je rođeno s određenom bolesti, ili stečene kao rezultat traume ili infekcije.

S obzirom da dolazi do disfunkcije mozga ili živčanog sustava, koji kontroliraju cijeli organizam, dolazi i do psihičkih i fizičkih simptoma. Osim odstupanja u razvoju, neki od najčešćih simptoma su mišićne bolesti, epilepsije, glavobolje, vrtoglavice, metaboličke bolesti i cerebrovaskularne bolesti. Simptomi ovise o djelu mozga koji je oštećen. Također, ovise i o dobi djeteta.

Uzroci neuroloških poremećaja mogu biti genetska predispozicija, traume, infekcije, metabolički poremećaji i neurodegenerativni uzroci.

Najčešće bolesti su cerebralna paraliza, spina bifida i traumatska ozljeda mozga.

### **2.1 CEREBRALNA PARALIZA**

Cerebralna paraliza stanje u kojoj se mozak razvija i koje se često nalazi u pedijatriji. To je doživotno i ne razvijeno stanje koje se odražava na dijete od prvog tromjesečja do njegove druge godine. Raznoliki su etiološki čimbenici koji mogu utjecati na razvoj zdravstvenog stanja. Paraliza nerijetko je vezana i s ostalim faktorima kao što su poteškoće govora, epilepsija, strabizam, psihička retardacija, poremećaj pokretanja i sinkronizacije tijela. Strabizam se pojavljuje kod 50% djece s cerebralnom paralizom što im stvara glavnu prepreku prilikom vida. Nisu zabilježena dva djeteta s istim znakovima cerebralne paralize. Dijagnoza se postavlja od druge do pete godine života. Za ranu medicinsku intervenciju potrebna je brza i cjelovita procjena stanja djeteta (Sankar i Mundkur, 2005, Escobar i sur., 1989).

Postoje različiti stupnjevi kod oštećenja cerebralnom paralizom od „minimalnog“ koje se jedva može prepoznati do toliko ozbiljnog oštećenja da dijete u maloj mjeri može upravljati svojim tijelom. Cerebralnu paralizu stručnjaci klasificiraju po vrsti tjelesnog oštećenja i dijelu tijela koji je zahvaćen, pa tako postoji :

- Monoplegija – zahvaćen je samo jedan ud
- Paraplegija – zahvaćene su samo donji ekstremiteti
- Hemiplegija – zahvaćena je samo jedna polovica tijela



- Triplegija – zahvaćena su tri uda, obično bude jedna ruka i noga
- Kvadruplegija- zahvaćena su sva četiri ekstremiteta
- Diplegija – izraženije je više u nogama nego u rukama
- Dvostruka hemiplegija – više je izraženo u rukama nego u nogama (Zrilić, 2011).

Postoje tri oblika cerebralne paralize, a to su spastična, ekstrapiramidalna i miješana. Kod spastičnog oblika javlja se krutost i mlohavost mišića i ona nastaje zbog oštećenja u motoričkom korteksu. Ekstrapiramidalni oblici uključuju nekontrolirane kretnje i poremećaje ravnoteže, a kod mješanih oblika javlja se spastični i ekstrapiramidalni oblik zajedno (Zrilić, 2011).

Cerebralna paraliza može nastati prije, za vrijeme i nakon poroda. Smatra se kako su najčešći prenatalni uzroci za oštećenje mozga. Mogući čimbenici koju uzrokuju cerebralnu paralizu su prije rođenja (prenatalni), za vrijeme rođenja (perinatalne), nakon rođenja (postnatalne) i nepoznate.

- Prenatalni uzroci uzrokuju infekcije, toksine genetske i imunološke čimbenik, razvojne anomalije i metaboličke poremećaje.
- Perinatalni uzroci uzrokuju niski pH, neonatalni meningitis, niski Apgar score nakon 5 do 20 minuta, teka žutica, oštećenje moždanog tkiva, moždano krvarenje u prostore unutar mozga i/ili u moždano tkivo, potvrđeni edem mozga ili očiglednost neonatalnog šoka
- Postnatalni uzroci uzrokuju infekcije kao što su encefalitis i meningitis, vaskularni problemi, traume mozga, neoplazme i manjak kisika.

Mentalna retardacija, konvulzivne bolesti majke, hipertireoidizam ili liječenje tireoidnim hormonom i estrogenom navode se među drugim visokorizičnim faktorima. Oštećenje mozga koji dovodi do cerebralne paralize pojavljuje u nezrelom mozgu prije rođenja, ponajčešće između 26. i 32. tjedna trudnoće, a teška bolest tijekom prve godine primjerice meningitis, sepsa, trauma i jaka dehidracija mogu dovesti do oštećenja mozga i cerebralne paralize (Grgurić, Jovančević i sur., 2017).

Postoje različiti simptomi i pokazatelji na koje roditelji mogu posumnjati da dijete ima bilo kakvo oštećenje na mozgu. Sumnja se na cerebralnu paralizu ako se javi kasni razvoj motoričkih vještina, te ako liječnik nalazi abnormalni tonus, abnormalne pokrete i abnormalne reflekse. Prisutna je razlika u obnavljanju motoričkih pokreta i razlika u pokretima od djece bez cerebralne paralize. Ako se javi kod dojenče u prvih 6 mjeseci da se ne okreće prema zvuku ili u dobi od 12 mjeseci da se ne odaziva na svoje ime, potrebno je načiniti evaluaciju sluha. Problem vida razmatra se u dobi oko 3. mjeseca ukoliko se dojenče ne usredotoči na lice osobe

koja mu se obraća. Fizički, emocionalni i socijalni razvoj je puno teže ispitati jer postoje široke varijacije u odnosu na kulturalna i roditeljska očekivanja. Dijete od nekoliko mjeseci ako se ne smije kada mu se obraća poznato lice onda to zahtjeva pregled i ispitivanje. Oštećenje središnjeg živčanog sustava uključuje poteškoće sa gutanjem i slinjenjem, te se može javiti i još jedan simptom, a to je nesposobnost sjedenja bez potpore u dobi od 8 mjeseci (Grgurić, Jovančević i sur.,2017).

Dijagnozu cerebralne paralize postavlja isključivo stručan neuropedijatar i / ili fizijatar. Ona se ne može dijagnosticirati tijekom rane dojenačke dobi. Kada se jave i uoče prvi problemi s mišićima, kao što je slabost, spasticitet, usporen razvoj ili manjak koordinacije, liječnik prati dijete kako bi odredio da li ti simptomi pripadaju cerebralnoj paralizi ili nekoj drugoj bolesti. Postoje specifični oblici cerebralne paralize koji se ne mogu razlikovati prije navršenih 18 mjeseci djeteta. Cerebralna paraliza se ne može otkriti laboratorijskim pretragama, ali liječnik može učiniti krvne pretrage, biopsiju mišića, kompjuteriziranu tomografiju, ispitivanje električne aktivnosti mišića, te nuklearnu rezonanciju mozga. Sve te pretrage uz praćenje djeteta pomažu liječniku da utvrdi točnu i konačnu dijagnozu (Grgurić, Jovančević i sur.,2017).

Lijekovi za cerebralnu paralizu ne postoji, te se ona ne može izliječiti. Cerebralna paraliza nije bolest, te se kao takva ne može označiti. Cerebralna paraliza traje cijeli život, ali postoje lijekovi koji pomažu u olakšavanju boli ili disanja kod osoba s cerebralnom paralizom, ali takva vrsta liječenja je simptomatska i ona ne liječi uzrok. Uz fizikalnu, radnu terapiju, ortopedska pomagala i ortopedsku kirurgiju dijete može postati što je više moguće neovisno o drugoj osobi, te mogu poboljšati mišićnu kontrolu i hodanje. Uz govorne vježbe dijete može poboljšati govor i smanjiti probleme prilikom hranjenja. Ne postoje dva djeteta s istom dijagnozom cerebralne paralize, tako da je za svako dijete potreban individualan program i tretman. Većina djece s cerebralnom paralizom raste i razvija se normalno, te pohađa školu ukoliko nemaju teže intelektualne i psihičke manjkavosti. Teško pogođenoj djeci najviše može koristiti edukacija i fizikalna terapija. Radni terapeut, fizikalni terapeut i logoped će nastojati unaprijediti djetetov posturalni tonus, kretnje te govor djeteta. Kako će napredovati fizikalni tretman i njegova učinkovitost ovisi o stupnju oštećenja mozga i postojanosti drugih oštećenja, primjerice: malformacije, epilepsija, defekti osjetila, te isto tako ovisi o odabiru tretmanu to jest o vremenu kada tretman započinje, koliko traje i kolikim se intenzitetom provodi. Važnu ulogu imaju i roditelji da prihvate vlastito dijete kao stvarnu, ozbiljnu osobu kojoj se dogodila cerebralna paraliza i da svom djetetu budu cijelo vrijeme podrška i pružaju ljubav. Najvažniji terapeutu u životu djeteta s cerebralnom paralizom su roditelji. Roditelji su ti koji moraju dijete uključiti u vrtić, a kasnije u školu, te im osigurati integraciju kroz osobni rad ili rad u različitim

radionicama, radnoj okupaciji, sve to prema njihovoj sposobnosti i mogućnosti (Grgurić, Jovančević i sur.,2017).

## **2.2 POROĐAJNA OZLJEDA BRAHIJALNOG PLEKSUSA**

Brahijalni pleksus je mreža živaca koji prenose impulse za motoričku i senzornu inervaciju gornjih udova. Tvore ga prednje grane, zadnja četiri vratna (C5-C8) i prvi prsni (Th1) živac. Oštećenje pleksusa brahijalisa spada u jedno od oštećenja rubnih živaca. Oštećenje cijelog brahijalnog pleksusa izaziva cjelovitu paralizu ruke koja mlohavo visi očituje se poslije poroda i ishod je porođajne traume (Znaor, 2021). U ruci tada nema tetivnih refleksa, kao ni osjeta. Prepoznatljiv znak ozlijede karakteriziran je većim pasivnim od aktivnog spektra zamaha u zglobovima ramenog obruča i gornjih ekstremiteta. Dijeli se po anatomskim destinacijama oštećenja: gornja kljenut, donja kljenut i totalna kljenut (Magličić, 2011).

Glavni razlozi oštećenja je zahtijevan porođaj i grube manipulacije rukom novorođenog djeteta, te postoje uvjerenja kako ozljeda brahijalnog pleksusa može biti uzrokovana i prije samog porođaja.

Oštećenja mogu nastati:

- prenatalno (zbog položaja fetusa, pupkovina omotana oko ruke)
- perinatalno (zbog tijeka poroda) i
- postnatalno (infekcije, edemi, kompresije).

Neki od čimbenika rizika za nastanak oštećenja pleksusa brahijalisa može nastati od majčine strane, od strane fetusa te od događaja koji se odvijaju tijekom i/ili nakon porođaja. Čimbenici rizika od strane majke su gojaznost, povišenje tjelesne mase trudnice, niska građa, starija dob (> 35 godina), abnormalnosti uterusa i dijabetes.

Čimbenici rizika s djetetove strane su fetalna makrosomija, povišena porođajna težina (> 4500grama), kratka pupčana vrpca, povećana glava djeteta, malformacija ploda, dugotrajan poprečan stav ploda, niski tonus i Apgar ispod 5, nakon svega 5 minuta.

Čimbenici rizika tokom porođaja su inducirani porod, sustav trudova porođaja, fraktura ključne kosti i distocija ramena, odgođeno prvo i drugo porođajno doba, te porođaj na zadak. Faktori rizika nakon porođaja su infekcije, neoplazme, pad, kompresija ili edem.

Najsnažniji nepoželjni faktori distocije ramena u porođaju su fetalna makrosomija i dijabetes (Širol i Marijančić, 2016).

Klinička slika ozlijede brahijalnog pleksusa kod svakog djeteta je individualna te se manifestira odmah poslije rođenja djeteta. Brahijalis pri oštećenju pleksusa može ići od blagih kratkotrajnih

ispada motorike do totalne mlohove oduzetosti pogođene ruke uz potpuni prestanak osjeta. Ekscesi osjetne i motoričke funkcije te neprisutnost refleksa različito se ispoljavaju, a ovisi o mjestu gdje se ozljeda nalazi, količini i vrsti zahvaćenih živaca kao i stupnju zahvaćenog živca (Širol i Marijančić, 2016).

Ozlijede brahijalnog pleksusa klasificiraju se upravo po oštećenim korijenovima:

- Gornji tip lezije - Erb – Duchennova pareza manifestira se nemogućnošću abdukcije i supinacije ruke, te fleksije podlaktice. Nastaje zbog istežanja, trganja ili kompresije spinalnih korijenova.
- Srednji tip lezije – prošiveni tip obično je usko povezan s lezijom gornja dva korijena te se rijetko dešava odvojeno, a refleks tricepsa je umrtvljen. Još su i zahvaćeni ekstenzori ručnog zgloba.
- Donji tip – Klumpekova pareza vrlo je rijetka, izostavljene su geste šakama i prstima i mogu biti popraćene senzoričkim smetnjama vanjskog dijela nadlaktice i cijele podlaktice. Najčešći uzrok pri rađanju na zadak je hiperabdukcija ruku.
- Kompletna ozljeda, znači oštećenje cjelokupnog spleta, točnije istodobna lezija gornjeg i donjeg tipa. Po učestalosti se nalazi na drugo, mjestu, javlja se u 30% situacija i slučajeva. Kliničke manifestacije su oduzetost mišića ramena i čitave ruke, oštećenje senzibiliteta u drugačijem opsegu i poremećaj trofike, također Moroov refleks je neizražen, izostaje podražaj hvatanja šakom i svi tetivni refleksi su izostali (Čepnja, Jukica i Vlasković, 2012).

Na osnovi kliničke slike i karakterističnog statusa pogođene ruke, klinički pregled omogućuje postavljanje dijagnoze porođajne povrede brahijalnog pleksusa odmah nakon rođenja. Dijagnostički postupak počinje uzimanjem anamneze o porodu i fetusu. Bitno je početno opažanje i promatranje djetetova stanja, interakcija između roditelja i djeteta, držanje djeteta i senzomotoričko djelovanje jer će sve to osjetno utjecati na procjenu i intervenciju. Pregled obuhvaća ispitivanje obima aktivnih i neaktivnih pokreta u zglobovima ramenog obruča i ruke u cijelosti, prosudba mišićne snage te analiza mišićnog tonusa, ispituju se i neonatalni refleksi i njihova simetrija, osobito nazočnost Moro refleksa (Čepnja i sur., 2012).

Postupak liječenja traje neprekidno, od ranog djetinjstva, sve do kraja rasta. Prognoza zavisi o težini lezije i o pravodobnom provedenom liječenju (Živković, 2018). Kod djeteta kojem se dijagnosticira povreda brahijalnog pleksusa fizioterapeut je bitan aspekt u liječenju, on identificira mišićnu slabost i radi s djetetom kako bi mišići ostali fleksibilni i snažni, pomaže smanjiti ili spriječiti kontrakture i deformacije, stimulira kretanje i funkciju (Živković, 2018).

Fizioterapeuti shvaćaju važnost timskog pristupa u rješavanju dječjih potreba te će pregledati sve prosudbe zdravstvene skrbi i u slučaju potrebe poslati dijete na dodatnu analizu.

### 2.3. SPINA BIFIDA

Spina bifida je kongenitalni poremećaj s nepotpunim zatvaranjem kralježničke moždine kao posljedica koštanog oštećenja kralježaka. Izraz spina bifida označava rascjep kralježnice, izoliran poremećaj, koji se ubraja se u defekte neuralne cijevi. (Baotić, Anić, Trumbetić i Piljić, 2020.)

Većina promjena kralježnične moždine je posljedica nepravilnih zatvaranja neuralnih nabora koji nastaju tijekom 3. i 4. tjedna razvitka, pa se zbog toga nazivaju malformacije neuralne cijevi, koje pogađaju: ovojnice, kralješke, kožu i mišiće. Postoji više stupnjeva spine bifide, a to su:

- Spina bifida occulta – rascjep lukova kralježaka je prekriven kožom i on obično nije zahvaćena kralježniča moždina.
- Spina bifida cystica – javlja se teški defekt neuralne cijevi kod koje dolazi do izbočenja živčanog tkiva i/ili moždane ovojnice u obliku ciste na mjestu rascjepa lukova kralježaka i otvora na koži. Cistični oblik spine bifide dijeli se na tri vrste.
  - Spina bifida s meningokelom – rascjep kralježnice izbočuje samo moždane ovojnice popunjene cerebrospinalnom tekućinom.
  - Spina bifida s meningomijelokelom – unutar ciste nalazi se živčano tkivo koje se tijekom embrijskog razvoja nije uspjelo na vrijeme zatvoriti.
  - Spina bifida s mijeloshizom ili rabishizom – pojavljuje se kada se kod neuralne cijevi ne dogodi zatvaranje, a lukovi kralježaka nedostaju, te je masa živčanog tkiva spljoštena te se nešto ispod nivoa kože otvara prema van (Sadler, 1996).

Glavni pokazatelj je biokemijski prikaz jer je bolji od samog ultrazvučnog pregleda zbog pretilosti kod majki jer se zbog pretilosti ne može izvršiti sveobuhvatan ultrazvučni prikaz (pregled) anomalije fetusa. Ultrasonografija je neinvazivna dijagnostička metoda pomoću koje se pregledava fetalna kralježnica u sagitalnoj, aksilarnoj i koronalnoj ravnini od kraja prvog tromjesečja pa nadalje. Ta je metoda jedna od najpreciznijih načina prenatalne dijagnoze. Za detaljno otkrivanje spine bifide s meningomijelokelom potrebno je izvršiti sustavni pregled cijele kralježnice počevši od cervikalne pa sve do sakralne kroz sve tri ravnine. Takav način pregleda otkriva gomilu slučajeva spine bifide s otvorenom kožom (spina bifida cystica), dok

lezije zatvorene kožom (spina bifida occulta) rijetko se prepoznaju u maternici. Nakon identifikacije spine bifide, mora se provesti opširan pregled fetusa kako bi uočili neke druge znakove koji mogu pokazivati na pridodani kromosomski ili genetski sindrom. Tu se traže neurološka oštećenja, kao primjerice proširenost bubrežnog trakta i uvrnutog stopala (Dobrić i sur., 2017). Liječenje kod meningomijelokeloma je operacija unutar 2 dana od rođenja. Djetetova se leđa zatvaraju da bi se smanjila opasnost od rasta infekcije koja u većini slučajeva rezultira meningitisom. Sve više se izvodi fetalna kirurgija, to jest rane intervencije zatvaranja leđa. Sva novorođenčad sa dijagnozom spina bifide se liječe na način da se kontroliraju temeljni studiji centralnog živčanog sustava te određivanjem mjera glave da bi se utvrdila brzina rasta glave. Kod težih slučajeva izvodi se operacijski zahvat dekompresije stražnje jame. Ortopedski deformiteti se liječe brzo nakon rađanja, uz dugotrajno praćenje. Vrlo je važno započeti fizioterapiju s djetetom još u ranoj dobi za poboljšanje kvalitete života nakon odrastanja. Održavanje pokretljivosti i optimizacijom može se pomoći djetetu da postane neovisna osoba tijekom starenja. Fizioterapeut mora obaviti temeljnu procjenu mišićne snage i opsega pokreta kod dojenčadi u pojedinim zglobovima i tako fizioterapeut utvrđuje ispravan odnosno slabiji rad pojedinih mišića. Fizioterapeut će objasniti i demonstrirati vježbe roditeljima ili skrbiteljima djeteta da bi se vježbe nastavile provoditi kod kuće kada dijete bude opušteno. Vježbe će pomoći djetetu u očuvanju, ali i povećavanju raspoloživog raspona pokreta u zglobovima ono gdje je manje ograničenje, a tamo gdje se nalaze ograničenja pokreta, fizioterapeut daje za prijedlog da se vježba ponavlja nekoliko puta te se taj pokret zadrži dulje. Krajnji cilj svih vježbi kretanja je da ih dijete nauči i izvodi samostalno. Važno je da dijete ne prekine sa vježbama kako bi se olakšalo samostalno kretanje. Pasivne vježbe će omogućiti održavanje fleksibilnosti i izbjegavanje razvoja kontraktura (Boudos i sur., 2008).

### 3. EPIDEMIOLOGIJA

Cerebralna paraliza je jedan od najučestalijih stanja invaliditeta kod djece te najrašireniji uzrok teških neuromotornih odstupanja u djece. Prevalencija oscilira, ali se otprilike može svesti 1-2 slučaja na 1000 živorođene djece (Petrović, Bošnjak Nađ i Tomašković, 2018). Prema europskim podacima, prosječna incidencija cerebralne paralize je 2,08 na 1000 živorođenih. U skupini djece rođene s tjelesnom masom ispod 1500g učestalost je veća za čak 70% u odnosu na skupinu djece s tjelesnom težinom preko 2500g (Sadowska, Sarecka-Hujar i Kopyta, 2020). Porodajna ozljeda brahijalnog pleksusa se ubraja u oštećenja perifernih živaca. Neki od glavnih čimbenika rizika su distocija ramena, makrosomija, dijabetes majke, instrumentalni porodaj i porodaj na zadak, dok se carski rez pojavljuje kao zaštitni faktor. Ukupna incidencija iznosi 1,74 na 1000 živorođene djece. Incidencija je značajno opala. Prevencija je teška zbog nepredvidivosti čestog rizika vezanog za porod (Van der Looven i sur., 2019).

Spina bifida, uobičajen fenotip defekta neuralne cijevi, klasificira se na temelju stupnja i obrasca malformacija. Nastaje zbog poremećaja zatvaranja neuralne cijevi 28 dana prije embrionalnog razvoja. Prevalencija spine bifide uvelike varira među različitim etničkim skupinama i regijama, a njezina je etiologija složena (Zhu, Wang i Ren, 2021).

## 4. NEUROPLASTIČNOST MOZGA

Najsloženija struktura u čovjekovom tijelu je mozak. Građa mozga sastoji se od sto milijardi neurona međusobno povezanih s bilijun sinapsi. Tijekom prošlosti smatralo se kako se mozak ne može izliječiti nakon oštećenja, ali nova su istraživanja dokazala suprotno. Poslije oštećenja mozak se regenerira tako što se stvaraju novi neuronski putevi, odnosno sinapse, oko oštećenog djela mozga te preuzimaju odgovarajuću funkciju. Svaki pokret počinje u mozgu, točnije u živčanim stanicama zaduženim za pokrete i motoriku. Oporavkom funkcije mozga dolazi kada se izgrade živčani putevi prema dijelu mozga koji je inače bio neaktivan te je preuzeo aktivnost oštećenog dijela.

Pojam neuroplastičnost odnosi se na sposobnost mozga da se prilagodi ili promijeni funkciju ili oblik kao odgovor na nove situacije. To je fiziološki postupak koji se događa tijekom sazrijevanja mozga u fazi ranog života, međutim se javlja i u kasnijem donosno odraslom razdoblju života čovjeka, a procesi koji kontroliraju tim fenomenom dokazuju i interindividualne razlike. Plastičnost korteksa je podložna varijacijama u jačoj mjeri nego što se to vjerovalo. Postoje razlike u mehanizmima neuroplastičnosti, a među pojedinačnim ljudima bi mogle odraziti i na određenih neuroloških i neurorazvojnih poremećaja, a uvelike su i pod djelovanjem različitih faktora u pojedinačnim razvojnim razdobljima. Ranjiviji su periodi ranog djetinjstva, primjerice period najuspješnije ugradnje pužnice djece sa poremećajima sluha do 4. godine, dok ugradnja nakon 7. godine ne daje nikakve kliničke rezultate. Ipak postoji mogućnost da se neki procesi neuroplastičnosti aktiviraju kasnije, a veliki broj faktora koji imaju učinak na neuroplastičnost je nepoznat. Prestankom perioda najaktivnije neuroplastičnosti događa se poslije sazrijevanja inhibitornog sustava, to jest gaba sustava. Potpuno aktivan sistem kore mozga dovest će do zaustavljanja postupka plastičnosti, odnosno do razvitka pojedinačnih neuralnih krugova. Ako je okruženje obogaćeno osjetnim stimulansima ono može produžiti razdoblje neuroplastičnosti ili ju stimulirati, te može i potaći rast dendrita i unaprijediti sposobnost neuralnog odgovora. Jednako tako, u početku djetinjstva okolina je osiromašena stimulansima zaustaviti će mehanizme neuroplastičnosti, ujedno i razvitka te će moždane stanice napustiti u nezrelom obličju (Hajvaz i Dobrić, 2018). U istraživanju neuroplastičnosti mozga bitnu funkciju imaju dodatne inovativne neuroslikovne i nuklearne tehnike (metode), a to su funkcionalna magnetska rezonancija ljudskog mozga kao i pozitronska emisijska tomografija. Te metode su pokazale veliku važnost neuralne mreže, neuroplastičnosti i interhemisferne povezanosti u patološkim uslovima, to jest u procesima oporavka (Mehrholtz i sur., 2015). Mozak i motorički sustav uče ponavljajući i trenirajući. Zbog toga ispravan



postupak rehabilitacije je direktno vezan uz stimuliranje neuroplastičnosti mozga pojedinom aktivnošću, to jest ako govorimo o motoričkom ozdravljenju, fizičkom aktivnošću. Nažalost, ne postoje direktne i jasne smjernice ni preporuke u vremenu početka neurorehabilitacije, njezino vremensko trajanje i vrstu. Sve to je složen postupak, koji mora zahvatiti procese stabilizacije funkcije, zamjene izgubljene funkcije novom, kao i nadoknadu izgubljene funkcije novim postupkom rješavanja poteškoća (Mehrholz i sur., 2015). Poticanje mehanizma neuroplastičnosti trebao bi biti cilj neurorehabilitacije. Za sada je tehnika stimuliranja svedena na mehanički stimulans, a nešto rjeđi su mehanički ili električni impulsi. Modernije studije su dokazale kako se povećavanje ekscitabilnosti motoričkog korteksa električnim stimulansom može dovesti do unapređenja motoričkog manjka, no ta se metoda još uvijek istražuje. Treba staviti naglasak da na oporavak nema utjecaj samo mehanički dio stimulacije već su i iznimno bitni motiviranost i ozračje (Mehrholz i sur., 2015). Osobito je važna tjelesna aktivnost. Brojni dokazi pokazuju kako tjelesna aktivnost i vježbanje direktno utječu na ozračje, kognitivne funkcije, pa čak i da umanjuje simptome, to jest znakove mnogih psihijatrijskih poremećaja. Neuroplastičnost je temeljna vodilja u neurološkoj rehabilitaciji koja naginje normalnom pokretu, a osobito u Bobath konceptu. Neurogeneza je razvitak modernih neurona koja omogućuje postupak neuroplastičnosti mozga. (Čovčić i Maček, 2011.).

## 5. NEUROREHABILITACIJA DJECE

Neurorehabilitacija djece sastoji se od niza raznih tehnika kojima se pomaže pri lakšem funkcioniranju organizma. Tehnike kojima se koriste su Bobath koncept, Vojta koncept, terapijsko jahanje i razni funkcionalni testovi kojima se omogućuje praćenje oporavka (Znaor, 2021).

Metode tretmana koje se rabe u Bobath konceptu teže prema funkcionalnim kretnjama i motoričkim aktivnostima, što daje smisao postupku rehabilitacije, a pacijenti su više motivirani. Problemi koji se mogu javiti ovise od segmenta mozga koji je zahvaćen i koliko je ozbiljno oštećenje. Neki od najčešćih problema su: ograničena kontrola pokreta i/ili gubitak osjeta u nekim dijelovima tijela, obično na suprotnoj strani od ozljede, poteškoće kretanja, poremećaj ravnoteže, problemi s vidom, problemi govora i/ili razumijevanja govora, slaba memorija, onemogućena kontrola mjehura/crijeva, poteškoće gutanja, reducirana kontrola nad emocijama. (Znaor, 2021).

Vojta terapijom fizioterapeut pokušava aktivirati mozak kako bi urođene pokrete predstavio kao organizirane pokrete u trupu i ekstremitetima. Kod ove terapije se normalni motorički razvoji ne uče i ne vježbaju. Kod djece s oštećenjem neuromotorike pokreti će biti ograničeni i nespretni. Po profesoru Vojti refleksna lokomotivna može uzroke učiniti pristupačnijima. Fizioterapeut koji koristi ovu metodu kao metodu liječenja upotrebljava ciljane pritiske na pojedine točke tijela. Tri su temeljna položaja: ležeći na trbuhu, ležanje na leđima te bočni položaj. Takvi podražaji refleksno vode do ljudskog pokretanja, radi se o refleksnom puzanju i refleksnom okretanju. Kod te uporabe ravnoteža tijela pri pokretanju, uspravljanje tijela te ciljano lovljenje i pokretanje udova bit će moguće. Osim na lokomotorni sustav, Vojta terapija utječe i na druge funkcije organizma kao što su: disanje, krvni tlak, funkcija probavnog i mokraćnog sustava, ritam spavanja i budnosti, gutanje, govor te pokretanje čiju. Ova terapija može se koristiti i kod novorođenčadi (Zrilić, 2011).

Uključuje se i edukacija roditelja, kako bi se terapija vršila i kod kuće. Kako bi terapija bila što uspješnija potrebno je brinuti o intenzitetu, točnosti u izvođenju i frekvenciji (Znaor, 2021).

Terapijsko jahanje je poznato samo kao jedna od postojećih terapijskih djelatnosti u zbrinjavanju djece s cerebralnom paralizom. Fizički učinci jahanja, medicinski su poznati i potvrđeni. Jahanje pojačava vještinu i međusobnu suradnju oka i ruku, poboljšava razvoj općenite motoričke kontrole, relaksira mišiće, poboljšava cirkulaciju i rad gastrointestinalnog trakta. Također, uz povoljne fizičke učinke, terapijskim jahanjem može doći i do jačanja samopouzdanja (Zrilić, 2011).

Kod cerebralne paralize u ranu intervenciju ulaze tehnike Bobath i Vojta koncepta. Bobath koncept zasniva se na činjenici da je aktivno učestvovanje djeteta u nekom iskustvu temelj svakog efektivnog učenja, u koje se svrstava i motoričko učenje. Krajnji cilj tretmana je poboljšanje funkcionalnih vještina. Tretman je aktivan postupak kojim liječimo defekt pokreta (Zrilić, 2011).

Dok se Vojta koncept bazira na refleksnoj lokomociji, odnosno obuhvaća se potpuni obrazac pokreta koji se ne javlja spontano već terapijom periferije, to jest pojedinih dijelova tijela. Refleksnom aktivacijom raznih mišićnih funkcija kod djece liječene od cerebralne paralize aktivira se posturalna ontogeneza, sustav uspravljanja i ekvilibrijska reakcija (Sadler, 1996).

Kod djece s porođajnom ozljedom brahijalnog pleksusa važna je što ranija intervencija kako bi terapijski rezultati bili bolji. Vojta terapijom kod ove djece podraživanjem jedne zone može se potencijalno izazvati čitav kompleks lokomocije, ali podraživanjem više zona istodobno dolazi do bržeg, boljeg i potpunijeg mišićnog odgovora. Za razliku od Vojta terapije, Bobath terapija je usmjerena na inhibiciju patoloških aktivnosti da bi se omogućio razvitak normalnih. Svrha je djetetu omogućiti što pravilnije senzomotoričko iskustvo kao baza na kojoj će sagrađiti što normalniji razvitak (Znaor, 2021).

Djeca sa spinom bifidom započinju s fizioterapijom još u ranoj dobi kako bi se unaprijedila kvaliteta života tijekom odrastanja. Bobath terapija se bazira na preciznoj analizi i razumijevanju senzornih funkcija, tonusa i obrazaca kretanja, te njihova utjecaja na svakodnevicu djeteta. Uključuje čitavo tijelo, s naglasak na pokretu, funkcionalnoj aktivnosti i na koordinaciji pokreta (Baotić i sur., 2020). Potiče djecu da sami izvode funkcionalne pokrete. Prevenstveno je potrebno je usvojiti ispravno okretanje s leđa na trbuh i pravilno posjedanje. To se najbolje ostvaruje uz pomoć igre na način da igračkom ili nečim drugim potičemo dijete da se okreće s lijeve na desnu stranu i obratno (Znaor, 2021).

## 6. BOBATH KONCEPT

Bobath koncept je neurorazvojna terapija koja se bazira na ponovnom učenju uobičajenog pokreta držanja tijela. Osmišljena je za rješavanje problema osoba s funkcionalnim poteškoćama ili poteškoćama u kretanju zbog oštećenja mozga. Najčešća primjena Bobath koncepta se rabi kod djece s cerebralnom paralizom. Cilj ovog koncepta je promicanje normalnih obrazaca pokreta, a suzbijanje patoloških obrazaca i smanjenje spastičnosti (Čepnja i sur., 2019.). Vrijedi naglasiti kako se tretman temelji na holističkom pristupu, što znači kako je primjena na čitavo tijelo. Osnivači Bobath tretmana su bračni partneri Karel i Berta. Berta i Karel rođeni su u Berlinu gdje je Karel studirao i na koncu diplomirao medicinu, a Berta je radila kao gimnastičarka postizući tako razumijevanje normalnog pokreta i opuštanja kroz vježbanje. Berlin su napustili prije II. svjetskog rata preselivši se u London gdje je Karel nastavio raditi kao pedijatar, dok je Berta studirala fizioterapiju (Schmelz, 2013.).

Berta je tretirala hemiplegičnu ruku čuvenog slikara koji je preživio moždani udar. Tijekom liječenja vidjela je promjenu napetosti ruke i potencijalni povratak funkcionalnom oporavku na zahvaćenoj strani. Bračni je par 1984. godine osnovao Međunarodnu zakladu za Bobath instruktore (International Bobath Instructors Training Association) po kojoj su tretman rabili terapeuti diljem svijeta (Byrne i sur., 2019).

Farjoun, N. zajedno sa svojim suradnicima, 2020. godine su ispitivali saznanja španjolskih terapeuta pri primjeni Bobath terapije pri liječenju djece s cerebralnom paralizom. Postoji 5 različitih tema za Bobath koncept: normalan pokret, globalni koncept, promatranje, kontrola tona i na kraju rad s roditeljima. Istraživanje potvrđuje tradicionalnu primjenu ovog modela (Farjoun i sur., 2020).

## 7. RADNA TERAPIJA KOD NEUROREHABILITACIJE DJECE

Radna terapija je dio programa koji omogućuje djeci lakši i zanimljiviji oporavak. To je program koji uključuje sve manualne, kreativne, socijalne, rekreativne, edukativne i druge aktivnosti sa svrhom da se kod djeteta ostvari određena tjelesna funkcija i željeni emocionalni stav. Uključuje postupke u liječenju tjelesnih i psihičkih stanja kroz posebne aktivnosti sa svrhom dostizanja njihove najviše razine, funkcije i neovisnosti u svakom području svakodnevnog života. Tijekom provedbe radne terapije kod neurorehabilitacije djece potrebno je poticati dijete da što više rabi oštećeni segment uz aktivnosti svakidašnjeg života. Rad bi trebao predstavljati jedan vid igre te bi trebao odizati što većom raznolikošću i maštom da bi ga dijete prihvatilo na što bolji način. Također važno je na vrijeme educirati roditelje i dijete. Pravilna i temeljita edukacija može pomoći u poboljšanju zdravlja djeteta i olakšati svakodnevne aktivnosti (Šimunović, 2020).

Radna terapija kod djece se dijeli u tri dobne skupine: 4.-7. godine, 8.-12. godine i 13.-17. godine. Svaka dobna skupina za sebe ima prilagođen način terapije.

Kod skupine djece od 4. do 7. godine poželjno je da su roditelji uključeni u terapiju, te je kod te dobne skupine najbolji pristup kroz igru. Kod djece koja imaju problem s koncentracijom preporuča se crtanje, jer će dijete biti mirno i opušteno. Za opuštanje se koristi i terapija glazbom, ali tu treba biti oprezan jer na neku djecu glazba može utjecati negativno i stresno, te biti okidač za loše i nekontrolirano ponašanje. Poželjno je izvoditi vježbe disanja, duboko disanje pomaže pri smirivanju djeteta (Šimunović, 2020).

Kod dobne skupine 8.-12. godine najbolji pristup je druženje s vršnjacima. S obzirom da su djeca u toj dobi zaigrana potrebno je omogućiti im razne, zabavne igre koje će im držati koncentraciju, ali i kojima će simulirati dijete na vježbe s obzirom na određenu dijagnozu poput vježbe pisanja, pisanje priča, pjesmi, dnevnika. Tu dolazi do boljeg razumijevanja i dijete će se bolje osjećati. Pomažu i vježbe koncentracije koje mogu uključivati recitiranje, rješavanje matematičkih zadataka i bojanje bojanki. Vježbe vizualizacije pomažu kod glavobolja i dijete se fokusira na nešto određeno te ga to opušta i smiruje. Koordinirano vježbanje preporuča se najviše, tu spadaju vježbe s opterećenjima, složene vježbe koje kroz fizičku aktivnost zahtijevaju i uključivanje psihičke aktivnosti. Također u tim godinama poželjno je dijete upisati na terapiju jahanja. Hipoterapija pokazala se kao dobra terapija te daje odlične rezultate u liječenju određenih dijagnoza. Kod cerebralne paralize se pokazala vrlo dobro kako u motoričkom tako i u psihološkom stanju (Šimunović, 2020).

Kod djece od 13. do 17. godine najvažnija je podrška, jer su ta djeca emocionalno najosjetljivija. Ako je potrebno preporuča se i psihološka pomoć. Djeci u toj dobi potrebno je druženje, komunikacija je od iznimne važnosti, razgovorima o osjećajima, strahovima, tijekom bolesti dijete se smiruje i time se smanjuje osjećaj odbačenosti i osjećaj da su drugačiji. Zbog toga se preporučaju vježbe u grupama, djeca s određenom dijagnozom imaju osjećaj pripadnosti ako se nalaze u blizini osobe slične ili iste bolesti. Tu se mogu dodati i vježbe relaksacije, odnosno vježbe disanja i vježbe opuštanja mišića (Šimunović, 2020).

Kod radne terapije kao i kod svake druge terapije potrebno je pravilno i temeljito educirati roditelje o bolesti, tijekom bolesti, načinu i vremenu liječenja. Također je poželjno da roditelji i kod kuće provode određene vježbe s djetetom kako bi se olakšale svakodnevne aktivnosti djeteta (Šimunović, 2020).

## 8. UTJECAJ ROBOTIKE U NEUROREHABILITACIJI DJECE

Daljnji razvoj senzomotornih funkcija nakon oštećenja središnjeg živčanog sistema zasniva se na neuroplastičnosti. Robotska neurorehabilitacija omogućuje visoke količine i intenzitete treninga čime snažno stimulira neuroplastičnost mozga pa se koristi u rehabilitaciji pacijenta s motoričkim manjkom nastalim kao posljedica bilo koje neurološke bolesti. Robotika u neurorehabilitaciji može se razdijeliti u četiri temeljne skupine: robotski pomoćnici, proteze, ortoze i terapijski roboti. Robotski „suradnici“ su naprave koje osobama pomažu u vršenju aktivnosti svakidašnjeg života. Proteze su pomagala koje nadomještaju funkciju uda. Ortoze su pomagala koja pomažu ili sprječavaju kretanje u slabim ili paraliziranim udovima. Dok su terapijski roboti namijenjeni pomaganju i unaprjeđivanju pokreta kod bolesnika facilitirajući a takav način oporavka, sudjeluju u terapiji i evaluiraju bolesnikov napredak. Prve tri skupine ubrajaju se u kategoriju pomoćne tehnologije, a posljednja skupina svrstava se u kategoriju terapijske tehnologije. Roboti koji se rabe za rehabilitaciju gornjih i donjih ekstremiteta su mnogobrojni, raznovrsnih dizajna i svrhe. Robotski aparati za neurorehabilitaciju mogu biti egzoskeletni koji sistemom opruga omogućuju potporu čitavom udu i uređaji koji imaju učinak samo na distalnim dijelovima udova. Glavni manjak je vrijeme neophodno za namještanje bolesnika kako bi terapija započela, odnosno prilagođavanje dužina poluga i centra rotacije u zglobovima bolesnog uda. Roboti koji aktiviraju krajnji dio uda pokreću ruku ili nogu preko aktivacije šake ili stopala (Schnurrer, 2016). Robotski uređaji ekstremitetima pružaju dostatnu potporu za izvođenje ogromnog broja ponavljanja fizioloških pokreta. Osobe koje provode terapiju robotom u kombinaciji s fizioterapijom dosežu bolje motoričke i funkcijske ishode nego bolesnici koji provode isključivo fizioterapiju. Igranjem zabavnih video igrica i pomoću povratne informacije mladi pacijenti su motivirani što jače aktivno učestvovati što dovodi do boljeg realiziranja postavljenih terapijskih ciljeva. Ova svojstva čine, ovisno o indikaciji, robotsku rehabilitaciju dokazanom ili ohrabrujućom novom tehnologijom za rehabilitaciju mnogih neuroloških bolesnika. Broj robotskih uređaja, kao i broj istraživanja u ovom području bilježi kontinuirano povećavanje te postoje veći broj znanstvenih dokaza o efikasnosti rehabilitacijske robotike. (Rutović, Kristić Cvitanović i Glavić, 2019)

Kod pacijenata s neurološkim deficitom važno je ponavljanje određenih pokreta s ciljem rješavanja određenih zadataka. Osim toga primjena robotike daje nam mogućnost procjene i dokumentiranja. (Blažinčić i sur., 2018.)

## **8.1. Robotika za gornje ekstremitete**

U rehabilitaciji gornjih ekstremiteta uređaj koji se koristi je Armeo Spring kod odraslih te Armeo Spring Pediatric kod djece. Pomoću uređaja izvode se specifične vježbe kako bi se povećao opseg pokreta i jakost mišića. Tijekom vježbanja pacijent pomiče ruku sam, a kada ne može dalje uređaj to prepoznaje i završava pokret (Zotović, 2019). Neurorehabilitacija ovim uređajem pomaže kod moždanog udara, multiple skleroze, cerebralne paralize kod djece, cervikalnog spinalnog oštećenja, neuroloških lezija, mišićne atrofije, traumatske ozljede mozga i hemiplegije (Zotović, 2019).

Armeo power je robotski uređaj koji se automatski prilagođava individualnim potrebama i mogućnostima pacijenta. Uređaj radi na principu video zadatka gdje pacijent uvježbava svakodnevne pokrete ruku. Motivacija se postiže zbog zanimacije pacijenta za video igre. Uređaj je moguće primjenjivati i kod potpune oduzetosti jer tada uređaj preuzima svu težinu ruke (Zotović, 2019).

Dvije randomizirane kliničke studije pokazale su bolji učinak robotske rehabilitacije na funkcionalnost gornjih ekstremiteta od klasične fizikalne terapije (Rutović i sur., 2019).

Nekoliko studija pokazalo je pozitivan učinak robotske terapije na funkcionalna poboljšanja koordinacije i fluentnosti pokreta gornjih ekstremiteta (Rutović i sur., 2019).

Rutović i suradnici proveli su istraživanje pretraživanja literatura i baza podataka kako bi se utvrdila učinkovitost terapije robotskim uređajima kod djece. U istraživanja bila su uključena djeca od 5 do 17 godina. Najčešće dijagnoze tih istraživanja bile su cerebralna paraliza, traumatska ozljeda mozga, paraplegija i moždani udar. Protokoli treninga su bili različiti, trajanje treninga 25-60 minuta, 2-5 puta tjedno, kroz 2-12 tjedana. Većina istraživanja bila je podijeljena u skupine, od kojih je jedna skupina primjenjivala kombinaciju fizioterapije i robotsku terapiju, dok je druga skupina liječena samo fizikalnim tretmanima (Rutović i sur., 2019).

## **8.2. Robotika za donje ekstremitete**

Lokomat je vodeći svjetski robotski medicinski uređaj. Svrha lokomata kod odraslih i djece je vraćanje funkcionalnosti donjih ekstremiteta kod kojih je djelomično ili potpuno izgubljeno. Egzoskeletne ortoze Lokomata su podesive odraslim bolesnicima i djeci od 4-5 godina starosti, te se koristi za multisenzornu rehabilitaciju. Istovremeno se vrši trening hoda, stimulira se



propriocepcija te se izvršavaju zadaci na računalu za kognitivni oporavak. Dokazano je da pacijenti koji su bili uključeni u robotsku terapiju ostvaruju više rezultate oporavka od pacijenata koji su bili uključeni samo u konvencionalnu terapiju. Glavni cilj rehabilitacije je omogućiti djeci u ranim fazama rasta i razvoja funkcionalnost i poboljšati kvalitetu življenja i odrastanja. Lokomat je najsofisticiraniji robot koji se koristi u poboljšanju obrasca hoda neuroloških i ortopedskih bolesnika. Uređaj uspijeva korigirati točno i u kojem postotku se osoba oslanja vlastitom težinom na podlogu, što je jako bitno u samom početku rehabilitacije. Među neurološkim bolesnicima najbolji se rezultati postižu kod multiple skleroze, osoba nakon moždanog udara i djece s cerebralnom paralizom, kod spinalnih ozljeda, mišićne distrofije i slično (Đurđević, 2019).

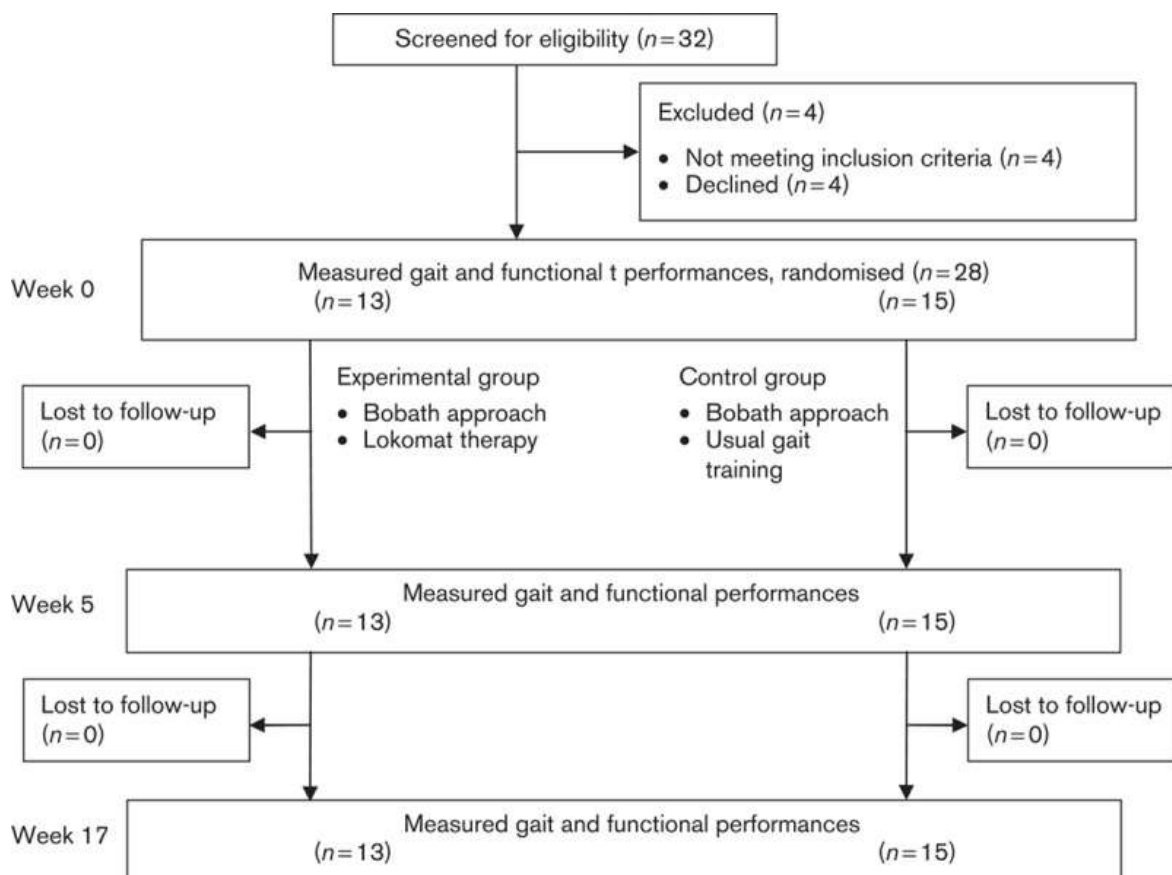
Dvije randomizirane kliničke studije pokazale su poboljšanje brzine hoda i ravnoteže kod robotske rehabilitacije donjih ekstremiteta nasuprot konvencionalne fizikalne terapije. U prvom istraživanju sudjelovalo je 155 bolesnika koji su bili podijeljeni u dvije skupine. Prva skupina je imala terapiju robotskim uređajem 20 minuta i fizikalnu terapiju 25 minuta, dok je druga skupina imala samo fizikalnu terapiju 45 minuta. Terapije su se odrađivale svaki dan kroz četiri tjedna. Istraživanje je pokazalo kako je prva skupina imala puno bolje rezultate, ispitanici su imali značajno bolju sposobnost hoda od druge skupine (Đurđević, 2019).

U drugom istraživanju sudjelovalo je 67 osoba. Ispitanici su podijeljeni u dvije skupine. Prva skupina od 37 ispitanika imala je terapiju robotom 30 minuta u kombinaciji s redovitom fizioterapijom, 3 puta tjedno kroz 6 tjedana. Dok je druga skupina imala samo redovno fizikalnu terapiju. Na kraju istraživanja zaključeno je da skupina koja je imala terapiju robotom je pokazala veći napredak u samostalnom hodu od skupine koja je kao terapiju koristila samo fizioterapiju (Đurđević, 2019).

Kod osoba s ozljedom leđne moždine istraživanja su pokazala kako terapija robotskim uređajima za hod može poboljšati spastičnost i sposobnost hodanja. Robotski uređaji su korisni za normalizaciju mišićnog tonusa i za poboljšanje funkcije donjih ekstremiteta kod osoba s ozljedom leđne moždine bez izazivanja dodatne boli. Rezultati o boli nisu pokazali značajnu promjenu nakon korištenja uređaja (Fang i sur., 2020).

## 9. RASPRAVA – USPOREDBA

Jedno randomizirano slijepo kliničko ispitivanje u bolnici za postakutnu i rehabilitacijsku medicinu, uspoređivalo je robotsku terapiju kod osoba koje su imale konvencionalno liječenje Bobath konceptom. U istraživanju je sudjelovalo dvadeset i osam pacijenata koji su nasumično podijeljeni u eksperimentalnu ili kontrolnu skupinu. Istraživanje je uključivalo test hodanja šest minuta, test hodanja 10 metara, mjere funkcionalne neovisnosti, fiziološko funkcioniranje i Tinettijska ljestvica. Rezultati su prikupljeni na početku, neposredno nakon razdoblja intervencije i tri mjeseca nakon završetka intervencije. Eksperimentalna skupina pokazala je značajno povećanje funkcionalne neovisnosti i brzine hoda (test hoda od 10m) na kraju tretmana i praćenja, više od minimalne promjene koja se može detektirati. Kontrolna skupina pokazala je značajno povećanje izdržljivosti hoda (6-minutni test hodanja) u praćenju, veće od minimalne promjene koja se može otkriti (Slika 1.). Oba tretmana su bila učinkovita u poboljšanju preformansi hoda, iako je statička analiza funkcionalne neovisnosti pokazala značajno poboljšanje u eksperimentalnoj skupini (Taveggia i sur., 2016).



Slika 1. Dijagram kriterija u istraživanju

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4900426/figure/F1/>

Usporedbom istraživanja utjecaja Bobath koncepta u neurorehabilitaciji i robotskih uređaja dolazimo do zaključka kako se robotskim uređajima u kraćem vremenskom razdoblju dolazi do boljih rezultata. S obzirom da se s obje terapije uči i izvodi pravilan obrazac pokreta preporuča se ako je moguće u terapijsku intervenciju uključiti i Bobath koncept i terapiju robotom.

## 10. ZAKLJUČAK

Svaka osobu u tijeku neurorehabilitacije je potrebno individualno procijeniti na temelju standardiziranih testova. Svaka od bolesti se manifestira na svoj način te je potrebno da se svaki član tima maksimalno posveti pacijentu i njegovoj dijagnozi. Kod djece je potrebna posebna pažnja, potrebno ih je dodatno motivirati, zainteresirati jer njihova pažnja kratko traje. S toga je dobro tretmane izvoditi kroz igre. U nerurorehabilitaciji, Bobath koncept i robotika imaju podjednaku važnost. Bobath koncept koristi se kako bi dijete naučilo pravilno izvesti pokret dok robotika za cilj ima povećati sposobnost samostalnog sudjelovanja u svakodnevnim aktivnostima i obavljanja aktivnosti svakodnevnog života.

Mnoga istraživanja su pokazala kako oba tretmana imaju slične rezultate liječenja. Liječenje bolesti je bolje ukoliko se mogu kombinirati facilitacijske tehnike i robotika u plan i program liječenja. Robotika bi trebala biti dostupna kao i Bobath terapija, jer u kombinaciji te dvije terapije pokazuju značajno bolje rezultate, nego svaka terapija pojedinačno.

## 11. LITERATURA

- Baotić, K., Anić, T., Trumbetić M. i Piljić A. (2021.) – Fizioterapija kod djece sa spinom bifidom, FIZIOinfo br. 30-31, 2020/21, str. 23-36. Pristupljeno: 20.1.2022  
Dostupno na: [http://www.hzf.hr/src/assets/fizioinfo/Fizioinfo1\\_2020\\_21.pdf](http://www.hzf.hr/src/assets/fizioinfo/Fizioinfo1_2020_21.pdf)
- Blažinčić, V., Šćurć, I., Klepo, I., Sinković, J., Levanić D. i Dubroja I. (2018.) – Robotika u službi medicinske rehabilitacije. Pristupljeno: 20.1.2022.  
Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/341858>
- Boudos, R.M., & Mukherjee, S. (2008.) – Barriers to community participation: Teens and young adults with spina bifida. Pristupljeno: 20.1.2022.  
Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21791783/>
- Byrne, ME. i sur. (2019.) – Effects of Instruction on Parent Competency During Infant Handling in a Neonatal Intensive Care Unit. Pristupljeno: 8.3.2022.  
Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30557279/>
- Čepnja, AR i sur. (2019.) – Bobath koncept u rehabilitaciji visokoneurorizične djece. Pristupljeno: 21.03.2022.  
Dostupno na: <http://www.hpps.com.hr/sites/default/files/Dokumenti/2019/sestre/Ses%2029.pdf>
- Čovčić, GG. I Maček, Z. (2011.) – Neurofacilitacijska terapija, Zdravstveno Veleučilište Zagreb; str. 26 – 30 Pristupljeno: 05.02.2022.
- Dobrić, D., i sur. (2017.) – Neuromodulacija kao izbor liječenja kod djeteta s neurogenim mokraćnim mjehurom – prikaz slučaja, Journal of Applied Sciences – Časopis za primjenjene zdravstvene znanosti, 2017, 3(2), str. 247-252. Pristupljeno: 20.2.2022.  
Dostupno na: <https://doi.org/10.24141/1/3/2/10>
- Đurđević N. (2016.) - Elektromehanički roboti u rehabilitaciji hoda kod bolesnika nakon preboljelog moždanog udara. Pristupljeno: 17.3.2022.  
Dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/medri:511/datastream/PDF/view>
- Escobar, R. i sur. (1989.) – [Physiopathology of ocular movements in infantile cerebral paralysis]. Pristupljeno: 01.03.2022.  
Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2701764/>

Fang, C. Y., Tsai, J. L., Li, G. S., Lien, A. S., & Chang, Y. J. (2020.)- Effects of Robot-Assisted Gait Training in Individuals with Spinal Cord Injury: A Meta-analysis. Pristupljeno: 17.2.2022.  
Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32280681/>

Farjoun, N. i sur. (2020.) - Essence of the Bobath concept in the treatment of children with cerebral palsy. A qualitative study of the experience of Spanish therapists. Pristupljeno: 23.03.2022.

Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32043397/>

Grgurić J., Jovančević M. i suradnici: (2017) „Preventivna i socijalna pedijatrija“, Zagreb, Medicinska naklada

Hajvaz, A. i Dobrić, D. (2018.) – Iskustva u robotičkoj neurorehabilitaciji u specijalnoj bolnici Arithera s osvrtom na funkciju ruke/šake i funkciju hoda, Medicinski vjesnik, 2018, br.50, str. 34-36. Pristupljeno: 1.4.2022.

Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/295447>

Magličić, M. (2011/2012) Fizioterapijski pristup kod djece s porođajnom lezijom brahijalnog pleksusa, FIZIOinfo, br. 1-2, 2011./2012., str. 27-31. Pristupljeno: 30.1.2022.

Dostupno na: [http://www.hzf.hr/src/assets/fizioinfo/fizio\\_info1\\_2011\\_12.pdf](http://www.hzf.hr/src/assets/fizioinfo/fizio_info1_2011_12.pdf)

Mehrholz, J., Pohl, M., Platz, T., Kugler, J., & Elsner, B. (2015.) - Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. Pristupljeno: 31.3.2022.

Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26559225/>

Petrović, D., Bošnjak Nađ, K., i Tomašković M. (2018.) – Cerebralna paralza i registar djece s cerebralnom paralizom, Medicinski vjesnik, 2018., br. 50., str. 56-58. Pristupljeno: 24.3.2022.

Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/295447>

Rutović S., Cvitanović N.K., Glavić J.(2019.) - Neurorehabilitacija robotikom u pedijatriji. Pristupljeno: 30.3.2022.

Dostupno na:

<https://www.hpps.com.hr/sites/default/files/Dokumenti/2019/lijecnici/Dok%2029.pdf>

Sadler, T.W. (1996.) – Langmanova medicinska embriologija, Školska knjiga, Zagreb

Sadowska, M., Sarecka-Hujar, B., & Kopyta, I. (2020.) – Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. Pristupljeno:

24.3.2022.

Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32606703/>

Sankar Chitra, Mundkur Nandini (2005.) – Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. Pristupljeno: 24.3.2022.

Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16272660/>

Schmelz, A. (2013.) – Bobath koncept: promicanje razvoja djeteta kroz ciljano hvatanje. Pristupljeno: 06.03.2022.

Dostupno na: <https://www.elternwissen.com/erziehung-entwicklung/baby-entwicklung/art/tipp/babyentwicklung-durch-gezielte-griffe-foerdern.html>

Schnurrer-Luke-Vrbanić, T. (2016.) - Robotika u neurorehabilitaciji: jučer, danas, sutra  
Pristupljeno: 31.3.2022.

Dostupno na: <https://hdfm.org/wp-content/uploads/2017/10/fizikalna-i-rehabilitacijska-medicina-god-2016-br-1-2.pdf>

Šimunović, D. (2020.) – Radna terapija i mentalno zdravlje, Interni materijal za polaznike projekta MENTALNO ZDRAVLJE Pristupljeno: 20.4.2022.

Dostupno na: <http://www.vmspd.com/wp-content/uploads/2016/11/Skripta-mentalno-zdravlje.pdf>

Širol, M., Marijančić, V. (2016.) - Porodajna ozljeda brahijalnog spleta, FIZIOinfo, br. 26-27, 2016/2017, str. 33-34, 36-37 Pristupljeno: 29.1.2022.

Taveggia, G., Borboni, A., Mulé, C., Villafañe, J. H., & Negrini, S. (2016.) - Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. Pristupljeno: 19.3.2022.

Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26512928/>

Valjan Vukić, V. (2015). 'Smiljana Zrilić: Djeca s posebnim potrebama u vrtiću i nižim razredima osnovne škole', Školski vjesnik, 64(1), str. 0-0. Pristupljeno: 1.4.2022.

Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/143876>

Van der Looven, R., Le Roy, L., Tanghe, E., Samijn, B., Roets, E., Pauwels, N., Deschepper, E., De Muyneck, M., Vingerhoets, G., Van den Broeck, C. (2019.) – Risk factors for neonatal brachial plexus palsy: a systematic review and meta-analysis. Pristupljeno: 23.3.2022.

Dostupno na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dmcn.14381>

Zhu, H., Wang, L., & Ren, A. (2021.) – Zhongguo xiu fu chong jian wai ke za zhi = Zhongguo xiufu chongjian waike zazhi = Chinese journal of reparative and reconstructive surgery.

Pristupljeno: 20.2.2022.

Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34779160/>

Znaor, B. (2021.) – Pareza leksusa brahijalisa i Vojta terapija, Sveučilište Sjever. Pristupljeno: 4.2.2022.

Dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/ozs%3A1029/datastream/PDF/view>

Živković, V.D., Stanković, I., Dimitrijević, L., Čolović, H., Slapević, M., i Savić, N. (2018) – The role of early habilitation in infants with congenital brachial palsy. Pristupljeno: 17.2.2022.

Dostupno na: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0351-6083/2018/0351-60831804289Z.pdf>