

Učinak terapije zrcalom kod osoba s cerebralnom paralizom

Macinger, Lea

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:158:777438>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2022-11-29**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

Učinak terapije zrcalom kod osoba s cerebralnom paralizom

Lea Macinger

Zagreb, rujan 2020.

Sveučilište u Zagrebu

Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

Učinak terapije zrcalom kod osoba s cerebralnom paralizom

Ime i prezime studenta:

Lea Macinger

Ime i prezime mentora:

izv.prof.dr.sc. Renata Pinjatela

Zagreb, rujan 2020.

Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisao/napisala rad (Učinak terapije zrcalom kod osoba s cerebralnom paralizom 2010-2020) i da sam njegov autor/autorica. Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Ime i prezime:

Mjesto i datum:

Zahvale

Zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Renati Pinjатели na uloženom vremenu, trudu i pomoći koju mi je pružala u izradi ovog rada.

Zahvaljujem svojoj obitelji na bezuvjetnoj podršci, razumijevanju i ljubavi.

Zahvaljujem svojim prijateljicama koje su bile uz mene tijekom cijelog studiranja.

Naslov rada: Učinak terapije zrcalom kod osoba s cerebralnom paralizom

Ime i prezime studentice: Lea Macinger

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

Program/modul na kojem se polaže diplomski ispit: Rehabilitacija, sofrologija, kreativne i art/ekspresivne terapije

Sažetak

Cerebralna paraliza je najčešći uzrok težih neuromotornih odstupanja u djece, a nastaje kao posljedica oštećenja mozga u razvoju. Unilateralna cerebralna paraliza (UCP) čini više od trećine ukupnih slučajeva cerebralne paralize. Karakterizira ju motorički poremećaj jedne strane tijela sa funkcionalnim ograničenjima uslijed oštećenja funkcije ruke. Oštećenje mozga koje uzrokuje cerebralna paraliza je neprogresivno, ali se simptomi mogu mijenjati pod utjecajem maturacije i plastičnosti mozga te terapijskim postupcima. Cilj rehabilitacije osoba s UCP je poboljšati korištenje zahvaćenog ekstremiteta za svakodnevne bimanualne aktivnosti te postizanje samostalnosti. Jedan od pristupa koji rehabilitacije osoba s UCP je terapija zrcalom. Terapija zrcalom koristi vizualnu iluziju koja nastaje zrcaljenjem nezahvaćenog uda i zavarava mozak da pokret izvodi zahvaćeni ud što rezultira poboljšanjem motoričke funkcije zahvaćenog uda. Istraživanja učinaka terapije zrcalom pokazala su da je terapija učinkovita kod osoba s UCP s kontralateralnom kortikospinalnom organizacijom te da je bimanualni pristup u terapiji zrcalom učinkovitiji od unimanualnog. Nadalje, zaključeno je da je korištenje zrcala dovelo do smanjenja pretjerane neuromuskulatorne aktivnosti i poboljšalo funkcionalnost ruku ispitanika. Pozitivan učinak je prisutan na područjima snage, snage hvata, spastičnosti, spretnosti prstiju, grube motorike, uzorka kretanja ruke, efikasnosti i brzine pokreta te motivacije i koncentracije. Kombiniranje terapije s drugim pristupima, poput fizioterapije, vježbi snage i HABIT terapije pokazalo se korisnim. U usporedbi s CIMT tretmanom, kao najčešće korištenim pristupom terapiji osoba s UCP, zaključeno je da svaka terapija ima svoje prednosti. Istraživanja primjene terapije zrcalom kod osoba s UCP pokazala su dobru primjenjivost ove vrste terapije kod ove populacije.

Title: The effect of mirror therapy in people with cerebral palsy

Name of a student: Lea Macinger

Name of a mentor: Renata Pinjatela, PhD

The modul where the thesis is taken: Rehabilitation, sophrology, creative and art / expressive therapies

Summary

Cerebral palsy is the most common cause of severe neuromotor impairments in children and occurs as a result of damage to the developing brain. Unilateral cerebral palsy (UCP) accounts for more than a third of all cases of cerebral palsy. It is characterized by a motor disorder localised on one side of the body with functional limitations due to impaired hand function. Brain damage caused by cerebral palsy is non-progressive, but symptoms can change under the influence of maturation, brain plasticity and therapeutic procedures. The goal of rehabilitation in people with UCP is to improve the use of the affected limb for daily bimanual activities and to achieve independence. One of the approaches that rehabilitates people with UCP is mirror therapy. Mirror therapy uses the visual illusion created by mirroring the unaffected limb and deceives the brain that the movement is performed by the affected limb, resulting in improved motor function of the affected limb. Studies of the effects of mirror therapy have shown that therapy is effective in people with UCP with contralateral corticospinal organization and that a bimanual approach to mirror therapy is more effective than unimanual. Furthermore, it was concluded that the use of mirrors led to a reduction in excessive neuromuscular activity and improved the functionality of the subjects' hands. A positive effect is present in the areas of strength, grip strength, spasticity, finger dexterity, gross motor skills, hand movement pattern, efficiency and speed of movement, and motivation and concentration. Combining therapy with other approaches, such as physiotherapy, strength exercises, and HABIT therapy has proven beneficial. Compared to CIMT treatment, as the most commonly used approach to the therapy in persons with UCP, it was concluded that each therapy has its advantages. Studies of the use of mirror therapy in people with UCP have shown good feasibility of this type of therapy in this population.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cerebralna paraliza.....	1
1.1.1. Definicija cerebralne paralize.....	1
1.1.2. Prevalencija i etiologija.....	1
1.1.3. Klinička slika.....	2
1.1.4. Funkcionalna prognoza.....	3
1.1.5. Pridružene teškoće.....	4
1.1.6. Terapija.....	5
1.1.7. Klasifikacija.....	5
1.1.8. Unilateralna cerebralna paraliza.....	8
1.2. TERAPIJA ZRCALOM.....	9
1.2.1. Razvoj terapije zrcalom.....	9
1.2.2. Mehanizam terapije zrcalom.....	10
1.2.3. Zahtjevi tretmana terapije zrcalom.....	12
2. Problem istraživanja.....	14
3. Pregled dosadašnjih spoznaja.....	16
3.1. Iluzija zrcala povećava ekscitabilnost motoričkog korteksa kod djece sa i bez unilateralne cerebralne paralize.....	16
3.2. Neuralne poveznice iluzije zrcala kod djece sa spastičnom hemiparezom: istraživanje sa snimanjem funkcionalnom magnetskom rezonancom.....	17
3.3. Vizualni feedback zrcala uzrokuje nižu neuromuskulatornu aktivnost kod djece sa spastičnom unilateralnom cerebralnom paralizom.....	18
3.4. Pozitivan učinak vizualnog feedbacka zrcala na kontrolu ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom ovisno je koja je ruka promatrana.....	19
3.5. Imitiranje položaja kod unilateralne cerebralne paralize za vrijeme unimanualnih i bimanualnih pokreta sa (zrcalnim) vizualnim feedbackom.....	20
3.6. Vizualni feedback nepokretnog uda poboljšava svjesnost aktivnog položaja zgloba zahvaćene ruke kod unilateralne cerebralne paralize.....	21
3.7. Učinak terapije zrcalom na funkcionalnost gornjeg ekstremiteta: prikaz slučaja.....	22
3.8. Terapija zrcalom kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom: pilot studija.....	23
3.9. Terapija zrcalom poboljšava funkcionalnost ruke kod unilateralne cerebralne paralize.....	24
3.10. Učinak terapije zrcalom na funkcionalnost ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom: prikaz slučaja.....	25
3.11. Istraživanje učinaka terapije zrcalom kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom.....	26

3.12. Prikaz slučaja s učincima terapije zrcalom na motoričke funkcije djeteta s unilateralnom cerebralnom paralizom	26
3.13. Učinak motoričkog treninga u terapiji zrcalom na vještine grube motorike zahvaćene ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom	27
3.14. Zajednički učinci terapije zrcalom i vježbi na gornje ekstremitete kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom: randomizirano kontrolirano ispitivanje	28
3.15. Utjecaj kombiniranja terapije zrcalom i HABIL-a na snagu hvata kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom	29
3.16. Učinak terapije zrcalom na spretnost i hvat djece dobi 9-14 godina s unilateralnom cerebralnom paralizom	30
3.17. Istraživanje učinkovitosti terapije zrcalom kod djece sa spastičnom unilateralnom cerebralnom paralizom	30
3.18. Učinak vizualnog feedbacka zrcala na funkcionalnost ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom	31
3.19. Jedan tretman taktilnog i motoričkom treninga sa zrcalom poboljšava taktilnu disfunkciju kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom	32
3.20. Učinci CIMT (constrain-induced movement therapy) i terapije zrcalom kod djece s cerebralnom paralizom na funkcionalnost ruke i brigu o sebi: Diplomski rad.....	33
3.21. Usporedno istraživanje učinaka terapije zrcalom i CIMT (contain induced movement therapy) kod cerebralne paralize.....	34
3.22. Primjenjivost samo-rehabilitacijskog programa terapije zrcalom kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom	35
4. Zaključak	36
5. Literatura	41

1. Uvod

1.1. Cerebralna paraliza

1.1.1. Definicija cerebralne paralize

Najčešće korištenu definiciju cerebralne paralize (CP) postavio je Bax 1964. godine koji CP definira kao skupinu poremećaja pokreta ili položaja koji za uzrok imaju razvojni poremećaj ili oštećenje nastalo u nezrelom mozgu (Bax, 1964 prema Katušić 2012). Ova definicija promatra CP isključivo kao motorički poremećaj stoga se ubrzo javlja potreba za preciznijim definiranjem radi lakšeg praćenja prevalencije i uspoređivanja učinaka intervencija.

Mutch i suradnici 1992. godine predlažu novu definiciju CP koju temelje na 5 kriterija: 1. CP je zajednički naziv za skupinu motoričkih poremećaja, pokreta i/ili položaja i motoričkih funkcija; 2. ona je rezultat poremećene funkcije mozga; 3. klinički se očituje u ranom djetinjstvu, poremećaj je trajan, ali promjenjiv; 4. oštećenje funkcije mozga je posljedica neprogresivnih patoloških procesa; 5. oštećenja se događaju u nezrelom mozgu. Ova definicija također naglašava motorički aspekt poremećaja, ali postavljenim kriterijima isključuje progresivne motoričke poremećaje, mišićne bolesti i metaboličke poremećaje mozga.

Na temelju novih spoznaja i uvažavanja funkcionalnog statusa osobe i važnosti sudjelovanja u aktivnostima svakodnevnog života kao bitnog dijela koncepta o oštećenju, 2005. godine definicija je ažurirana i ona uvodi dva nova aspekta u definiranje CP: 1. funkcionalni status osobe – obuhvaća ograničenja svakodnevnog života koja su posljedica poremećaja motoričkih funkcija. 2. pridružene teškoće – dodatne utjecajne teškoće senzoričke, komunikacije i/ili kognicije, epilepsija, gastroenterološki, respiratorni problemi i sl. Ovaj način definiranja promatra CP kao društveni problem, a ne samo medicinski poremećaj (Katušić, 2012).

1.1.2. Prevalencija i etiologija

Prevalencija CP iznosi 2-3 slučaja na 1000 živorođene djece što ju čini najčešćim uzrokom težih neuromotornih odstupanja u djece (Mejaški Bošnjak i Đaković, 2013). CP se javlja kao posljedica neprogresivnog oštećenja nezrelog mozga, a točna etiologija i patogeneza razvoja cerebralne paralize nepoznata je u većini slučajeva (Kapitanović Vidak, Grubešić i Kapitanović, 2008).

Postoje mnogi prenatalni, perinatalni i postnatalni čimbenici rizika koji mogu dovesti do razvoja CP, primjerice niska gestacijska dob, niska porođajna težina, višeplodna trudnoća, asfiksija, perinatalne infekcije, sepsa, korioamnionitis, neonatalne konvulzije, intrakranijalno krvarenje, hipoksično-ishemično oštećenje mozga. Najčešći uzrok CP je hipoksično-ishemično oštećenje mozga, odnosno periventrikularna leukomalacija koja gotovo uvijek rezultira razvojem CP (Petrović, Bošnjak Nađ i Tomašković, 2018).

Velikim napretkom medicine i perinatologije u posljednjih 50 godina postignuto je smanjenje smrtnosti novorođenčadi što je dovelo do porasta incidencije CP kao posljedice većeg preživljavanja djece sa niskom porođajnom masom. Danas se prijevremeni porod smatra jednim od vrlo značajnih etioloških čimbenika CP. Ukupno se oko 10% novorođenčadi rađa kao nedonoščad, a više od 10% posto njih ima neurološka oštećenja. Kod nedonoščadi sa izrazito niskom porođajnom masom oštećenje mozga nastaje u većem postotku, a kod nedonoščadi s porođajnom masom manjom od 1500 g CP se javlja 20-30 puta češće (Kapitanović Vidak i sur., 2008).

1.1.3. Klinička slika

Kod većina osoba s CP prisutne su kliničke značajke spastičnosti. Zahvaćeni ekstremiteti pokazuju povišene reflekse, tremor, hipertonus mišića, slabost i karakterističan hod na prstima. Diskinetski tip karakterističan je po abnormalno sporim izvijajućim pokretima šaka, ruku, stopala i nogu koji su pogoršani u periodima stresa i odsutni za vrijeme spavanja. Ataksični tip najviše zahvaća ravnotežu i koordinaciju. Kod osoba je vidljiv hod na širokoj bazi oslonca i prisutan je tremor koji otežava izvođenje aktivnosti svakodnevnog života (Kriger, 2006).

CP već od dojenačke dobi karakterizira poremećaj kontrole položaja i pokreta tijela, tonusa i refleksa. Iako su simptomi promjenjivi, usporen razvoj motorike je uvijek prisutan. Oštećenje moždane funkcije kod CP je neprogresivno, ali se simptomi neuromotornog poremećaja mogu mijenjati pod utjecajem procesa maturacije i plastičnosti mozga, temelja terapijskih postupaka kod djece s CP. Zbog ove promjenjivosti kliničke slike, postavljanje konačne dijagnoze i određivanje tipa CP nije dozvoljeno prije 4. godine starosti djeteta (Mejaški Bošnjak i Đaković, 2013).

U periodu ranog razvoja, pokazatelji CP su hipotonija i usporeni razvoj motorike. Iako je u prvim mjesecima prisutna hipotonija, oko tri četvrtine djece s CP razvija spastičnost. Stupanj teškoća varira i ovisi o opsegu neurološkog oštećenja. Pregledom u ranom razvojnem periodu utvrđuje se tonus i prisutnost primitivnih refleksa koji su uvijek abnormalni. Ostali rani znaci CP su razdražljivost, letargičnost, slabo sisanje i loša kontrola glave, plač visokih tonova, pretjerana oralna osjetljivost te asimetrični pokreti i neobični položaji tijela. Kasnije je vidljivo kotrljanje, vojničko puzanje, položaj u sjedu u obliku slova W, skakutanje u čučnju i dominantnija upotreba ruku prije godinu dana starosti. Kako postupno tonus raste, kod djece koja su razvila spastičnost vidljivi su abnormalni položaji. Hipotonija trupa obično se zadržava doživotno, a uz abnormalnost mišićnog tonusa prisutna je i mišićna slabost (Kraguljac, Brenčić, Zibar i Schnurrer Luke-Vrbanić, 2018).

1.1.4. Funkcionalna prognoza

Kod djece, motoričke aktivnosti se razvijaju kraniokaudalno. To znači da će dijete prvo razviti kontrolu glave, zatim gornjeg dijela trupa te na posljetku donjeg dijela trupa. Potom će se razviti ravnoteža pri sjedenju, a onda pri stajanju. Dob u kojoj dijete razvije ove sposobnosti pomaže predvidjeti krajnji ishod motoričkog razvoja. Djeca koja će razviti sposobnost samostalnog kretanja to obično učine do 8. godine života. Većina djece s unilateralnom ili ataksičnom CP samostalno se kreće, a to postižu do 3. godine. Djeca koja samostalno sjede prije navršene 2. godine s vremenom mogu sama i hodati, s ili bez pomagala za kretanje. Djeca koja do 4. godine ne sjede samostalno rijetko kasnije mogu hodati.

Ukoliko su kod djeteta još prisutni primitivni refleksi, prognoza samostalnog kretanja je slaba. Većina djece koja će kasnije hodati ima manje od tri primitivna refleksa prisuta s 18 mjeseci. Zbog povećanog tonusa i slabosti mišića, motorička aktivnost troši znatno više energije. Kod djece s CP koja razviju samostalnu pokretljivost, hod je obično nevješ, korak je kraći, pokretljivost u koljenu i kuku je manja, kretanje troši više energije, a brzina kretanja je manja. Svi ovi problemi dovode do smanjene izdržljivosti. Utrošak energije potreban za hodanje ovisi o stupnju GMFCS klasifikacije o koja će kasnije u tekstu biti podobnije objašnjena. Kontrakture i deformacije koje su često pridružene CP također znatno ograničavaju djetetovo funkcioniranje (Branddom, 2007; Tsirikos, Chang, Dabney, Miller i Glutting, 2003, prema Kraguljac i sur., 2018).

1.1.5. Pridružene teškoće

Kod osoba s CP često su prisutna i pridružena neurorazvojna odstupanja od kojih su najčešća oštećenja vida i sluha, epilepsija, intelektualne teškoće, poremećaj govora te poremećaj osjeta i percepcije (Mejaški Bošnjak i Đaković, 2013). Niz zdravstvenih problema koji pogađaju osobe s CP utječu na razvoj i zdravstveno stanje pojedinca te zahtijevaju posebnu skrb.

Kod djece s cerebralnom paralizom važna je rana procjena vida i sluha. Do oštećenja vida često dolazi zbog toga što su zahvaćeni vidni putevi, a najčešće su prisutni strabizam, hemianopsija i retinopatija uzrokovana prijevremenim porodom. Velik broj djece ima probleme oralne motorike stoga se zbog slabosti usnica, jezika i mastikatornih mišića javlja hipersalivacija te disfagija i disartija. Kod neke djece prisutna je i opstrukcija dišnih puteva zbog abnormalnog tkiva u gornjim dišnim putevima. Isto tako, poteškoće s hranjenjem mogu dovesti do ozbiljne pothranjenosti. Često se iz tog razloga primjenjuju druge metode hranjenja poput gastrostomije. Prisutni su i gastrointestinalni problemi poput gastrofagealnog refluksa koji uzrokuje povremeno povraćanje i utječe na pravilno probavljanje hrane. Mnoga djeca s CP imaju i problem kronične opstipacije kao posljedice neuromuskulatorne kontrole crijeva pod utjecajem smanjenje pokretljivosti. Disfunkcija područja zdjelice povezana je s poremećajem neuromotorne kontrole. Iz ovog razloga prisutne su i urinarne teškoće. Kognitivna odstupanja nisu vezana uz CP, ali se javljaju zajedno zbog neurološkog oštećenja. Epileptični napadi kod djece s CP znak su većeg opsega kortikalnog oštećenja mozga. Zbog različitih faktora, primjerice manjka vitamina D i kalcija uzrokovano smanjenim kalorijskim unosom, može se javiti i osteoporoza. U slučaju fraktura, kod djece koja ne govore, bol se otežano detektira i izostaje adekvatan tretman (Kraguljac i sur., 2018).

Kronična bol, socijalna izolacija i smanjena funkcionalnost i samostalnost mogu uzrokovati probleme mentalnog zdravlja djece s CP. Kod djece s CP postoji i veći rizik od odbijanja vršnjaka i izolacije. Planovi podrške trebaju težiti smanjenju barijera sudjelovanja u aktivnostima zajednice kako bi se smanjio rizik nastanka problema (Kriger, 2006).

1.1.6. Terapija

Terapija kod djece s CP usmjerena je na dva glavna cilja: smanjivanje komplikacija nastalih kao posljedica CP te poboljšanje usvajanja novih vještina. Kao dodatni ciljevi mogu se još uvrstiti i edukacija skrbnika, smanjenje tjelesnih deformacija i poboljšanje pokretljivosti. Važno je identificirati i uzeti u obzir i pridružene teškoće te sve što bi moglo predstavljati rizik tijekom terapije (Kraguljac i sur., 2018).

Cilj terapije CP nije izliječiti nego povećati funkcionalnost, poboljšati sposobnosti i zadržati razinu lokomocije, kognitivnog razvoja, socijalne interakcije i samostalnosti. Najbolji učinci proizlaze iz rane i pravovremene intervencije. Optimalni tretman zahtijeva timski pristup koji se fokusira na cjelokupan razvoj pojedinca te pruža podršku obitelji djeteta i potiče obiteljsku dinamiku (Kriger, 2006).

1.1.7. Klasifikacija

Tradicionalna podjela CP temelji se na obrascima distribucije zahvaćenosti udova i razlikuje hemiparezu, diparezu i tetraparezu. Ova klasifikacija još uzima u obzir parametar predominantnog tipa abnormalnosti tonusa ili pokreta pa još podrazumijeva spastični, diskinetski i ataktični tip CP. Radi boljeg razumijevanja ovog poremećaja, javlja se potreba za uvođenjem dodatnih karakteristika u klasifikaciju CP.

SCPE (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe) – međunarodna mreža registara CP predlaže pojednostavljenu klasifikaciju. Prema SCPE klasifikaciji, CP se dijeli s obzirom na predominantni tip motoričkog poremećaja na spastični, diskinetički i ataksični tip. Nadalje, spastični tip dijeli se na unilateralni spastični tip (spastična hemipareza) te bilateralni spastični tip (dipareza ili tetrapareza). Diskinetički tip se dijeli na distonični i koreo-atetotični tip. Prema podacima SCPE baze, najučestaliji je spastični tip CP (88%), zatim diskinetički tip (7%) te ataksični (4%). Od spastičnog tipa učestaliji je bilateralni (58%) od unilateralnog tipa (30%) (Krageloh-Mann i Cans, 2009, prema Katušić, 2011).

Spastični tip CP	Diskinetički tip CP	Ataksični tip CP
Unilateralni spastični tip (USCP)	Distonični tip CP	
Bilateralni spastični tip (BSCP)	Koreo-atetotični tip CP	

Slika 1 Klasifikacija CP s obzirom na neurološke simptome (Katušić, 2012)

Zbog potrebe za preciznijim razlikovanjem pojedinih tipova CP, SCPE u klasificiranju uvodi i funkcionalno stupnjevanje donjih i gornjih ekstremiteta. Za donje ekstremitete koristi se GMFCS (Gross Motor Function Classification System) – klasifikacijski sustav grubih motoričkih funkcija. GMFCS klasificira sposobnost pokretanja osobe s CP na pet stupnjeva. Na svakom stupnju opisana je razina sposobnosti u četiri kronološke skupine: do 2 godine, 2-4 godine, 4-6 godina i od 6 godina starosti. Razlika pojedinih stupnjeva predstavlja razliku funkcija grube motorike, a kronološke skupine pokazuju razlike u odnosu na dob (Palisano i sur., 1997, prema Katušić, 2012). Sustav GMFCS je dobro prihvaćen u praksi jer omogućuje jasnu procjenu grubih motoričkih funkcija osoba s CP. U tablici 2 je prikazan GMFCS klasifikacijski sustav (Morris i Barlet, 2004, prema Katušić, 2012).

GMFCS	
I	Hoda bez ograničenja; ograničenje u zahtijevnijim vještinama grube motorike
II	Hoda bez pomoći; ograničenje u hodu izvan kuće i u kolektivu
III	Hoda koristeći pomagalo za kretanje; ima ograničenja pri hodu na otvorenom
IV	Samostalno kretanje uz ograničenja; na otvorenom i u kolektivu, prevoze se ili koriste mobilno pomagalo na električni pogon
V	Samostalno kretanje je jako ograničeno i onda kad se koristi pomoćna tehnologija

Slika 2 GMFCS – klasifikacijski sustav grubih motoričkih funkcija (Katušić, 2012)

Za funkcionalno stupnjevanje gornjih ekstremiteta koriste se BFMF (Bimanual Fine Motor Function) – Klasifikacijski sustav bimanualnih finih motoričkih funkcija i MACS (Manual Ability Classification System) – klasifikacijski sustav manualnih sposobnosti. BFMF i MACS pružaju opis rukovanja osobe s CP predmetima svakodnevnog života. MACS poput GMFCS-a klasificira sposobnost osobe na pet stupnjeva (Morris i Barlet, 2004, prema Katušić, 2012). Stupnjevi se temelje na sposobnosti rukovanja predmetom i potrebi za podrškom ili adaptacijom pri izvođenju aktivnosti. MACS ne uzima u obzir međusobne funkcionalne razlike između šaka već procjenjuje rukovanje predmetom u skladu sa dobi. Izbor sustava za procjenu gornjih ekstremiteta ovisi o tipu CP, primjerice BFMF se češće koristi kod procjene osoba s unilateralnim tipom jer procjenjuje razliku pojedinih šaka (Katušić, A., 2012.).

MACS	BFMF
I <i>Koristi predmete lako i uspješno.</i> Ograničenja se mogu uočiti samo pri izvedbi manualnih zadataka koji zahtijevaju brzinu i točnost.	I a) Jedna ruka: fina motorika je bez ograničenja b) Druga ruka je bez ograničenja ili ona postoje u zahtjevnijim motoričkim vještinama
II <i>Koristi većinu predmeta, ali s ponešto smanjenom kvalitetom i/ili brzinom uspješnosti.</i> Određene aktivnosti se mogu izbjegavati ili mogu biti izvođene s ponekim poteškoćama ili na alternativan način.	II a) Jedna ruka: fina motorika je bez ograničenja Drugom rukom je moguće samo prihvaćanje predmeta ili zadržavanje u ruci b) Obje ruke: ograničenja postoje u zahtjevnijim finim motoričkim vještinama
III <i>Koristi predmete s poteškoćama; treba pomoć pri pripremi i/ili adaptaciji aktivnosti.</i> Izvedba je spora i rezultira djelomičnim uspjehom s obzirom na kvalitetu i kvantitetu. Treba neprestanu podršku i/ili adaptiranu opremu.	III a) Jedna ruka: fina motorika je bez ograničenja Druga ruka je bez ikakvih funkcionalnih sposobnosti b) Jedna ruka: ograničenja postoje u zahtjevnijim motoričkim vještinama Drugom rukom je moguće samo prihvaćanje predmeta ili čak ni to
IV <i>Koristi ograničen izbor jednostavnih predmeta u prilagođenim situacijama.</i> Izvodi dijelove aktivnosti uz napor i s djelomičnim uspjehom. Treba neprestanu podršku i/ili adaptiranu opremu.	IV a) Obje ruke: sposobnost hvatanja predmeta b) Jedna ruka: samo sposobnost hvatanja Druga ruka: samo sposobnost zadržavanja predmeta ili čak ni to
V <i>Ne koristi predmete i ima teško ograničenu sposobnost izvođenja čak i jednostavnih aktivnosti.</i> Treba stalnu podršku.	V Obje ruke: samo sposobnost zadržavanja predmeta ili niti to

Slika 3 MACS – klasifikacijski sustav manualne sposobnosti i BFMF - Klasifikacijski sustav bimanualnih finih motoričkih funkcija (Katušić, 2012)

Uz SCPE klasifikaciju, predlaže se i upotreba četiri glavne dimenzije klasifikacije kako bi se omogućilo zajedničko koncipiranje CP. Dimenzije uključuju: opis motoričkog poremećaja, prisustvo ili odsustvo dodatnih teškoća, anatomsku distribuciju dijelova tijela i nalaze slikovnih prikaza mozga te uzrok i vrijeme (Rosenbaum i sur., 2006, prema Katušić 2012).

1	Motorički poremećaj	1.A. Priroda i tipologija motoričkog poremećaja	Tip abnormalnosti mišićnog tonusa (hipertonija, hipotonija) i dominantni poremećaj pokreta (spastični, ataksični, distonični, atetotični)
		1.B. Sposobnosti motoričkog funkcioniranja	Procjena ograničenja motoričkog funkcioniranja, uključujući i oralnomotome i govorne funkcije
2	Udružene poteškoće		Prisustvo ili odsustvo mišićnokoštanih problema i/ili dodatnih nemotoričkih neurorazvojnih ili senzoričkih problema, kao što su epileptički napadi, oštećenje vida ili sluha, poremećaji pažnje, ponašanja, komunikacije i/ili kognicije. Koliko utječu na funkcioniranje u svakodnevnom životu osobe?
3	Anatomska distribucija i nalazi slikovnih prikaza mozga	3.A. Anatomska distribucija	Dijelovi tijela (udovi, trup, bulbarna regija) zahvaćeni motoričkim oštećenjem
		3.B. Nalazi slikovnih prikaza mozga	Neuroanatomski nalazi na CT (kompjuterizirana tomografija) ili MR (magnetska rezonancija) slikama
4	Uzrok i vrijeme		Kada je jasno identificiran uzrok, kao u slučaju postnatalne CP (meningitis, ozljeda glave) ili kada su prisutne malformacije mozga uz pretpostavljeni vremenski okvir unutar kojeg se patologija desila

Slika 4 Komponente klasifikacije CP (Rosenbaum i sur., 2006, prema Katušić 2012)

1.1.8. Unilateralna cerebralna paraliza

Unilateralna spastična cerebralna paraliza (UCP), o kojoj će biti riječ u radu, karakterizirana je motoričkim oštećenjem koje pretežito zahvaća jednu stranu tijela s tipičnim oštećenjem gornjeg ekstremiteta (Gordon, Bleyenheuft i Steenbergen, 2013). Incidencija UCP iznosi 1 na 1300 živorođene djece (Sakzewski, Ziviani i Boyd, 2014) i čini trećinu svih slučajeva cerebralne paralize (Sankar i Mundkur, 2005 prema Elsepae i sur., 2016). Premda je kod djece s UCP jače zahvaćen gornji ekstremitet nego donji, to donosi ograničenja svakodnevnog funkcioniranja, sudjelovanja i kvalitete života (Sakzewski i sur., 2014).

Kod novorođenčadi asimetrični razvoj funkcija ruke varira, ali uglavnom je prisutna pronacija podlaktice i abnormalnosti palca. Roditelji najčešće primijete preferenciju nezahvaćene ruke kad dijete počne posezati i grabiti predmete. Prisutni problemi selektivne mišićne kontrole i pretjerana kontrakcija mišića dovode do smanjenja korištenja zahvaćene ruke što dovodi do slabosti mišića. Kao posljedica javlja se ograničenje bimanualnih funkcija sa povećanim

oslanjanjem na strategije korištenja jedne ruke (Basu, Pearse, Kelly, Wisner i Kisler, 2015). Istraživanja UCP pokazuju prisutnost teškoća u motoričkom izvođenju, senzomotoričkoj integraciji, motoričkom planiranju i bimanualnoj koordinaciji osoba s UCP (Gordon i sur., 2013). Rehabilitacija UCP usmjerena je poboljšanju korištenja zahvaćenog ekstremiteta za svakodnevne bimanualne aktivnosti te postizanju samostalnosti u aktivnostima zajednice (Sakzewski i sur., 2014).

1.2. TERAPIJA ZRCALOM

1.2.1. Razvoj terapije zrcalom

Terapiju zrcalom prvi je koristio Ramachandran kod pacijenata sa fantomskom boli nakon amputacije ekstremiteta (Ramachandran 1994, prema Ezendam, Bongers i Jannink, 2009). Kod pacijenata koji su sudjelovali u njegovom istraživanju bila je prisutna senzacija paraliziranog ili zamrznutog uda u neugodnom i ponekad bolnom položaju i takozvana „fantomaska ruka“ nije bila pod voljnim utjecajem osobe. Kako bi uklonili nelagodu i bol, osobu je bilo potrebno uvjeriti da je ud još uvijek prisutan. Za to je korištena iluzija odraza nezahvaćene ruke u zrcalu postavljenog u sagitalnoj ravnini tijela (Ramachandran 2005, prema Ezendam i sur. 2009). U terapiji zrcalo je postavljeno okomito na tijelo. Osoba svaku ruku postavlja na jednu stranu zrcala i potom usmjerava pogled prema reflektirajućoj strani zrcala i promatra nezahvaćenu ruku (Ramachandran i Altschuler, 2009). Zrcalna slika koju je osoba promatrala davala je dojam da je amputirana ruka funkcionalna, a pokretanje ruke i promatranje odraza nezahvaćene ruke stvara vizualni feedback na mjestu amputirane ruke.

U istraživanju, neki od sudionika su izjavili da su imali osjećaj kao da se pokreće „fantomaska ruka“. Ovo kretanje je nekim pacijentima omogućilo oslobađanje neugodnog položaja i boli fantomske ruke. U ovom slučaju, vizualni feedback nastao zrcaljenjem ruke daje pacijentu iluziju da se fantomska ruka kreće voljno prema vlastitoj naredbi i ponovno je pokretna. Glavna prednost terapije zrcalom je što omogućuje pristup dijelu tijela kojem inače nije moguće pristupiti (Ramachandran i Rogers-Ramachandran, 1996, prema Ezendam i sur. 2009).



Slika 5 Terapija zrcalom kod fantomske boli (Ramachandran i Altschuler, 2009)

Na temelju dobivenih učinaka vizualnog feedbacka kod osoba sa fantomskom boli, mnogi istraživači su odlučili primijeniti terapiju kod drugih skupina pacijenata kod kojih bi mogli postići sličan učinak. Očekivano je da će se terapija pokazati korisnom kod patoloških stanja kod kojih pacijent ne može voljno pristupiti zahvaćenom dijelu tijela (Ezendam i sur. 2009). Danas se terapija zrcalom primjenjuje kod raznih unilateralnih boli ili motoričkih oštećenja, primjerice kompleksnog regionalnog bolnog sindroma, hemipareze nakon moždanom udara, smanjene pokretljivosti zbog prijeloma zgloba i unilateralne cerebralne paralize (Deconinck, Smorenburg, Benham, Ledebt, Feltham i Savelsbergh, 2015).

1.2.2. Mehanizam terapije zrcalom

Vizualna iluzija koja nastaje zrcaljenjem nezahvaćenog uda zavara mozak da pokret izvodi zahvaćeni ud što obratno rezultira poboljšanjem motoričke funkcije zahvaćenog uda pacijenta (Ramachandran, Rogers-Ramachandran i Cobb, 1995, prema Farzamfar, Heirani i Sedighi, 2017). Terapija zrcalom povećava ekscitabilnost korteksa utječući na neurone bez izravnog korištenja zahvaćenog uda i uzrokovanja boli. Zahvaljujući sustavu zrcalnih neurona, mozak percipira da su oba ekstremiteta zdrava. Regeneracija korteksa je stoga pokrenuta pod utjecajem ovih novih informacija (Darnall, 2010, prema Farzamfar i sur. 2017). Terapija koristi zrcaljene voljne pokrete nezahvaćene ruke za stimuliranje korteksa što potom uzrokuje

reorganizaciju u područjima oko lezije u mozgu i omogućuje zamjenu njene funkcije te potiče oporavak (Nour, 2016).

Terapija zrcalom djeluje mijenjajući princip „naučene paralize“ gdje konflikt između motoričkih eferentnih informacija i senzornog aferentnog feedbacka ograničava motoričko funkcioniranje (Ramachandran i Altschuler, 2009, prema Bruchez, Jequier Gygax, Roches, Fluss, Jacquier, Ballabeni, Grunt i Newman, 2016). Svaki put kada je motorička naredba poslana u zahvaćeni ud, povratni vizualni i proprioceptivni signali informiraju mozak da se ruka ne pokreće kako je očekivano. Cilj terapije zrcalom je vratiti podudarnost između motoričkih i senzoričkih informacija i omogućiti pacijentu da prevlada „naučenu paralizu“ (Grunt, Newman, Saxer, Steinlin, Weisstanner, i Kaelin-Lang, 2017).

Već je poznata prisutnost snažnih intersenzornih interakcija u mozgu, a posebno je zanimljiv psihološki fenomen dominacije vida nad osjetilima dodira i proprioceptije (Ramachandran i Altschuler, 2009). Vizualni feedback nezahvaćenog uda zavarava pojedinca i uvjerava da je zahvaćena strana i dalje zdrava zbog dominacije vizualnog sustava nad ostalim osjetilima. Terapija zrcalom može se smatrati oblikom bilateralnog treninga i stoga koristi slične mehanizme. Ipak, dodatna vrijednost terapije zrcalom počiva na 3 pretpostavke pozitivnih učinaka na motorički oporavak (Deconinck i sur., 2016).

Prva pretpostavka odnosi se na sustav zrcalnih neurona (Deconinck i sur., 2016) koji se nalaze u frontalnom i parijetalnom režnju. Zrcalni neuroni su živčane stanice koje se aktiviraju kada pojedinac izvede određeni pokret ili kada promatra drugu osobu kako izvodi pokret (Rizzolatti i Craighero, 2004, prema Park, Baek i Park, 2016). U terapiji zrcalom, zrcalni neuroni se aktiviraju kada pacijent promatra pokret svog nezahvaćenog uda u zrcalu. (Stevens i Stoykov, 2003; Park, Lee i Kim, 2009, prema Park i sur., 2016). Opservacija i izvođenje imitiranih pokreta, pri čemu promatranje aktivira ključne dijelove motoričkog sustava, potiče motoričko učenje. Poznato je da se promatranje pokreta koristi u neurorehabilitaciji kao mentalna vježba s ciljem poboljšanja motoričke funkcije. Prema ovoj hipotezi, terapija zrcalom potiče promatranje pokreta i stoga vizualni feedback zrcala aktivira sustav zrcalnih neurona na sličan način kao i opservacija pokreta (Deconinck i sur., 2016).

Druga pretpostavka funkcioniranja terapije zrcalom tvrdi da vizualni feedback zrcala potiče jačanje ipsilateralnih motoričkih puteva. Ovi motorički putevi počinju u nezahvaćenoj strani mozga i projiciraju ipsilateralno na zahvaćenu stranu tijela. Pretpostavlja se da vizualni

feedback zrcala potiče neaktivne ipsilateralne projekcije koje su potisnute (Deconinck i sur., 2016).

Posljednja pretpostavka tvrdi da iluzija zrcalne slike potiče pojedinčevu spacijalnu pažnju prema zahvaćenom ud. Poznato je da se kod osoba sa zahvaćenom stranom tijela često javlja naučeno nekorištenje kao posljedica kontinuiranog izbjegavanja korištenja zahvaćenog uda ili zbog poremećaja eferentno-afherentne petlje. Povećana pažnja koja se za vrijeme terapije usmjerava na zahvaćeni ud, zajedno da iluzijom slike zdrave zahvaćene ruke aktivira motoričke mreže (Deconinck i sur., 2016).

1.2.3. Zahtjevi tretmana terapije zrcalom

Pri odabiru sudionika za provođenje terapije zrcalom važno je uzeti u obzir karakteristike osobe. Osoba bi trebala imati dovoljno razvijene kognitivne i komunikacijske vještine, primjerice pažnju, radnu memoriju i koncentraciju kako bi se mogao fokusirati minimalno deset minuta na odraz zrcala i pratiti dane upute terapeuta. Terapeut bi trebao procijeniti razumije li osoba postavke i ciljeve intervencije (Foell, Bekrater-Bodmann, Diers i Flor, 2014 prema Rothgangel i Braun, 2013). Nezahvaćeni ud bi trebao imati dobar opseg pokreta i osoba bi ga trebala moći izvesti bez boli. Ovakva ograničenja pokreta i bol mogu utjecati na izvođenje vježbi i znatno narušiti ishode terapije. Važno je i vidno funkcioniranje osobe, terapeut treba procijeniti vidi li osoba jasnu sliku cijelog uda i pokreta u zrcalu. Što se tiče općeg stanja, osoba bi trebala moći sjediti za stolom cijelo vrijeme trajanja terapije (Rothgangel i Braun, 2013).

Postoje i određeni potrebni zahtjevi okoline i materijala u primjeni terapije zrcalom. Svakako je potrebno omogućiti okolinu bez drugih distrakcija koje bi mogle privlačiti pažnju osobe i prve tretmane trebalo bi provesti individualno, a ne u grupi iz istog razloga. Budući da bi zrcalna slika trebala odgovarati slici zahvaćene ruke potrebno je ukloniti nakit i tragove poput madeža, ožiljaka i tetovaža na zahvaćenoj ruci prije početka tretmana (Foell, Bekrater-Bodmann, Diers i Flor, 2014 prema Rothgangel i Braun, 2013).

Pri odabiru zrcala potrebno je uvažiti određene zahtjeve: zrcalo treba omogućiti dosljednu sliku bez distorzija slike, zrcalo treba biti dovoljno veliko da pokrije cijeli zahvaćeni ud i treba

omogućiti osobi da vidi sve izvođene pokrete u cijelosti. Odgovarajuće dimenzije su 60x50 cm za gornje ekstremitete i 90x60 cm za donje ekstremitete (Rothgangel i Braun, 2013)..

Preporučuje se terapiju provoditi barem jednom dnevno minimalno trajanja 10 minuta. Maksimalno trajanje ovisi o individualnim sposobnostima osobe, ali u većini slučajeva iznosi 20 do 45 minuta (Rothgangel i sur., 2011; Thieme i sur., 2012, prema Rothgangel i Braun, 2013). Nakon bazičnih vježbi, u program se mogu uključiti i dodatni funkcionalni zadaci s različitim predmetima kao što su drvene kocke ili loptice. Svaki pokret bi trebalo ponavljati do 15 puta za što bolji učinak (Rothgangel i Braun, 2013). Budući da je često nemoguće provoditi svakodnevni tretman u kliničkom okruženju, moguće je osobi pružiti upute za samostalnu primjenu terapije.

Za vrijeme tretmana osoba se nalazi u sjedećem položaju ispred zrcala, a zahvaćeni ud je postavljen u siguran i udoban položaj iza zrcala. Stol bi trebao biti pomičan kako bi se visina individualno prilagodila. Položaj zahvaćenog uda treba odgovarati položaju nezahvaćenog uda kako bi percepcija uda bila što točnija (Rothgangel i Braun, 2013).

2. Problem istraživanja

Cerebralna paraliza (CP) je najčešći uzrok težih neuromotornih odstupanja u djece. Ona je zajednički naziv za skupinu neprogresivnih motoričkih poremećaja. Nastaje kao posljedica razvojnog poremećaja ili oštećenja mozga u ranom stadiju razvoja. (Mejaški Bošnjak i Đaković, 2013). U ranom djetinjstvu očituje se poremećajem kontrole položaja i pokreta tijela, tonusa i refleksa, s često promjenjivim simptomima, ali uvijek s prisutnim usporenim razvojem motorike (Mejaški Bošnjak 2012, prema Mejaški Bošnjak i Đaković, 2013). Iako je oštećenje mozga koje uzrokuje CP neprogresivno, simptomi neuromotoričkog poremećaja se mogu mijenjati, jer na njihovo očitovanje utječu procesi maturacije i plastičnosti mozga kao i terapijski postupci (SCPE collaboration, 2000; Cans, Dolk, Platt i sur., 2007; Krägeloh-Mann i Cans, 2009; Mejaški Bošnjak 2012, prema Mejaški Bošnjak i Đaković, 2013).

Unilateralna cerebralna paraliza (UCP) čini više od trećine ukupnih slučajeva CP. UCP karakterizira motorički poremećaj jedne strane tijela sa funkcionalnim ograničenjima uslijed oštećenja funkcije ruke (Gordon i sur., 2013). U većini slučajeva gornji je ekstremitet zahvaćen jače od donjeg što donosi ograničenja svakodnevnog funkcioniranja, sudjelovanja i kvalitete života (Sakzewski i sur., 2014). U zahvaćenoj ruci često je prisutan abnormalni mišićni tonus, sinergija pri fleksiji, smanjena snaga, smanjen opseg pokreta, promjene u senzoricima i zanemarivanje (Eliasson, Krumlinde-Sundholm, Rösblad, Beckung, Arner, Öhrvall i Rosenbaum, 2006, prema Elsepae i sur., 2016). Uslijed problema mišićne kontrole dolazi do smanjenja korištenja zahvaćene ruke što u konačnici rezultira mišićnom slabošću ruke. Kao posljedica tada se javlja ograničenje bimanualnih funkcija s povećanim oslanjanjem na strategije korištenja jedne ruke (Basu i sur., 2015). Istraživanja UCP pokazuju teškoće u motoričkom izvođenju, senzomotoričkoj integraciji, motoričkom planiranju i bimanualnoj koordinaciji osoba s UCP (Gordon i sur., 2013). Djeca s UCP rijetko koriste zahvaćenu ruku za unimanualne zadatke. Zahvaćenu ruku uglavnom koriste kada je potrebna podrška u bimanualnim zadacima. Bimanualni zadaci su kompliciraniji i pokreti ruku trebaju biti koordinirani kako bi ostvarili željeni cilj, a mnogi zadaci svakodnevnog života zahtijevaju korištenje obje ruke (Greaves, Imms, Dodd i Krumlinde-Sundholm, 2010, prema Elsepae i sur., 2016). Iako ovo daje osobi određeni stupanj samostalnosti, zanemarivanje dovodi do smanjenja funkcionalnosti zahvaćene ruke (Shahanawaz i Sayali, 2015).

Zbog toga djeca s UCP često imaju probleme u igri, školi i brizi o sebi (Eliasson i sur., 2006, prema Elsepae i sur., 2016). Cilj rehabilitacije osoba s UCP je poboljšati korištenje zahvaćenog

ekstremiteta za svakodnevne bimanualne aktivnosti te postizanje samostalnosti u aktivnostima zajednice (Sakzewski i sur., 2014).

Jedan od pristupa koji koristi sposobnost oporavka mozga je terapija zrcalom. Terapija zrcalom primjenjuje se kod raznih unilateralnih boli ili motoričkih oštećenja, primjerice kompleksnog regionalnog bolnog sindroma, hemipareze nakon moždanom udara, smanjene pokretljivosti zbog prijeloma zgloba i unilateralne cerebralne paralize (Deconinck i sur., 2015). Terapija zrcalom potiče kortikalne promjene (Umilta i sur., 2008; Van Der Werf i sur., 2009, prema Carvalho i sur., 2013, prema Babić, 2016) i na mnoštvu neuroloških razina pomaže u učenju korištenja pogođenih ekstremiteta, aktiviranjem sustava zrcalnih neurona (Muzaffar i sur., 2013 prema Babić, 2016). Terapija zrcalom uključuje ponavljajuće, bimanualne, simetrične pokrete i vježbe pri kojima osoba pokreće nezahvaćenu ruku i promatra zrcalnu sliku iluzije pokretanja nezahvaćene ruke u zrcalu (Michielsen, Selles, van der Geest i sur., 2011, prema Nour, Saleh i Elnagmy, 2016). Ramachandran je pokazao da naučeno nekorištenje u mozgu može biti poništeno primjenom terapije zrcalom (Ramachandran, 1994, prema Elsepae i sur., 2016).

Postoje brojna istraživanja učinaka terapije zrcalom, ali dokazi učinkovitosti kod osoba s UCP su još ograničeni (Weisstanner, Saxer, Wiest, Kaelin-Lang, Newman, Steinlin, Grunt, 2017). Cilj ovog rada je prikazati rezultate istraživanja provedenih u posljednjih 10 godina o učincima terapije zrcalom kod djece s UCP.

3. Pregled dosadašnjih spoznaja

U nastavku će biti prikazano nekoliko radova provedenih u posljednjih 10 godina, u cilju istraživanja učinaka terapije zrcalom kod osoba s unilateralnom cerebralnom paralizom (UCP).

3.1. Iluzija zrcala povećava ekscitabilnost motoričkog korteksa kod djece sa i bez unilateralne cerebralne paralize

The mirror illusion increases motor cortex excitability in children with and without hemiparesis

(Grunt, S., Newman, S.J., Saxer, S., Steinlin, M., Weisstanner, C., i Kaelin-Lang, A., 2017)

Cilj: Istražiti učinke terapije zrcalom na ekscitabilnost primarnog motoričkog korteksa kod djece i adolescenata.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 12 ispitanika s UCP, dobi 10-20 godina te 8 ispitanika kontrolne skupine tipičnog razvoja, dobi 8-17 godina. Ispitanici sa UCP su podijeljeni s obzirom na kortikospinalnu organizaciju na one s kontralateralnom organizacijom (projekcija iz suprotne hemisfere u zahvaćenu ruku) i ipsilateralnom organizacijom (projekcija iz hemisfere iste strane u zahvaćenu ruku). Pomoću transkranijalne magnetske stimulacije (TSM) mjerena je ekscitabilnost primarnog motoričkog korteksa hemisfere koja projicira u zahvaćenu ruku, a kod kontrolne skupine mjerena je hemisfera koja projicira u nedominantnu ruku. Mjerenje je vršeno u dvije situacije, sa i bez zrcala, a obje su se situacije sastojale od unimanualnog i bimanualnog zadatka. Pokazatelj rezultata bio je motorički evocirani potencijal (MEP).

Rezultati: Amplitude motorički evociranog potencijala (MEP) su bile značajno više za vrijeme situacije koja uključuje zrcalo ($p=.005$) kod ispitanika s kontralateralnom organizacijom i kod ispitanika kontrolne skupine urednog razvoja. Kod ispitanika s ipsilateralnom organizacijom nije pronađena značajna promjena. Terapija zrcalom je povećala ekscitabilnost primarne motoričke kore samo za vrijeme izvođenja aktivnih pokreta. Povećanje ekscitabilnosti nije bilo u korelaciji sa funkcionalnošću ruke ispitanika.

Zaključak: Terapija zrcalom povećava ekscitabilnost primarne motoričke kore kod osoba s UCP sa kontralateralnom kortikospinalnom organizacijom i kod osoba urednog razvoja. Ovi rezultati

pružaju neurofiziološki dokaz koji podupire terapiju zrcalom kod odabrane djece i adolescenata sa UCP.

3.2. Neuralne poveznice iluzije zrcala kod djece sa spastičnom hemiparezom: istraživanje sa snimanjem funkcionalnom magnetskom rezonancom

The neuronal correlates of mirror illusion in children with spastic hemiparesis: a study with functional magnetic resonance imaging

(Weisstanner, C., Saxer, S., Weist, R., Kaelin-Lang, A., Newman, C.J., Steinlin M. i Grunt, S., 2017)

Cilj: Ispitati uzorak neuralne aktivacije povezane s učinkom terapije zrcalom kod djece i adolescenata urednog razvoja i onih s UCP očuvane kontralateralne kortikospinalne organizacije.

Metode: Transkranijalnom magnetskom stimulacijom (TSM) određena je vrsta kortikalne organizacije ispitanika s UCP. U istraživanje su uključeni oni ispitanici koji su imali fiziološki kontralateralnu kortikalnu organizaciju (projekcija iz suprotne hemisfere u zahvaćenu ruku). Ispitano je 7 djece i adolescenata s UCP, dobi 10 do 20 godina i 7 djece i adolescenata urednog razvoja, dobi 8 do 17 godina. Ispitanici su izvodili unimanualne i bimanualne motoričke aktivnosti, sa i bez zrcala. Za vrijeme izvođenja ispitanici su snimani funkcionalnom magnetskom rezonancom kako bi se odredili uzorci neuralne aktivacije.

Rezultati: U bimanualnim aktivnostima djece s UCP su otkriven je značajan učinak terapije zrcalom ($p < .001$) na području dorzolateralnog prefrontalnog korteksa i prednjeg cingularnog korteksa zahvaćene i nezahvaćene hemisfere. U unimanualnim aktivnostima te kod ispitanika urednog razvoja nije pokazan značajan učinak terapije zrcalom.

Zaključak: Terapija zrcalom kod djece i adolescenata s UCP uzrokuje aktivaciju područja mozga uključenih u detekciju vizualnih konflikta i kognitivnu kontrolu za rješavanje tog konflikta. Ovaj učinak je vidljiv samo pri izvođenju bimanualnih aktivnosti. Bimanualni pristup u terapiji zrcalom se pokazao učinkovitijim od unimanualnog za djecu i adolescente s UCP.

3.3. Vizualni feedback zrcala uzrokuje nižu neuromuskulatornu aktivnost kod djece sa spastičnom unilateralnom cerebralnom paralizom

Mirror visual feedback induces lower neuromuscular activity in children with spastic hemiparetic cerebral palsy

(Feltham, M.G., Ledebt, A., Deconinck, F.J., Savelsbergh, G.J., 2010)

Cilj: Ispitati učinak vizualnog feedbacka zrcala na neuromuskularnu aktivaciju za vrijeme bimanualne koordinacije kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 8 djece s UCP, dobi 9 do 18 godina i 12 djece urednog razvoja kontrolne skupine izjednačene po dobi. Ispitanici su posjednuti za stol na koji je postavljena pregrada koja je razdvajala ruke. Pregrada je omogućila tri vizualne situacije: gledanje obje ruke (prozirna pregrada), gledanje jedne ruke (neprozirna pregrada) i gledanje jedne ruke i njezinog zrcalnog odraza, a glava ispitanika je bila usmjerena prema manje zahvaćenoj ili nedominantnoj ruci. Ispitanik je svakom rukom držao ručku ergometra postavljenu na drveni disk koji se mogao slobodno rotirati za 360°. Ispitanicima je zadano da izvode simetrični bimanualni zadatak rotiranja diska u smjeru prema pregradi. Rotiranje su izvodili neprekidno slobodnim jednolikim tempom 15 sekundi. Za vrijeme izvođenja provedeno je bilateralno EMG snimanje mišića lakta i ramena. Prema dosadašnjim saznanjima, djeca s UCP pokazuju više EMG rezultate u mišićima obje ruke u usporedbi s kontrolnom skupinom.

Rezultati: U kontrolnoj skupini, rezultati mjerenja neuromuskularne aktivacije nisu pokazali značajnu razliku u različitim vizualnim situacijama. Kod djece s UCP korištenje vizualnog feedbacka zrcala dovelo je do značajno kraćih perioda ekscentričnih aktivacija mišića i suprotno tome, duže periode neaktivnosti mišića fleksora lakta zahvaćene ruke u usporedbi s uvjetima prozirne pregrade. Djeca s UCP su pokazala i značajno niže vrijednosti neuromuskularne aktivacije u mišićima ramena manje zahvaćene ruke u situaciji vizualnog feedbacka zrcala.

Zaključak: Rezultati istraživanja pokazuju da vizualni feedback zrcala imaju poželjan učinak smanjenja pretjerane neuromuskularne aktivnosti za vrijeme bimanualne koordinacije kod djece s UCP.

3.4. Pozitivan učinak vizualnog feedbacka zrcala na kontrolu ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom ovisno je koja je ruka promatrana

The positive effect of mirror visual feedback on arm control in children with Spastic Hemiparetic Cerebral Palsy is dependent on which arm is viewed

(Smorenburg, A.R.P., Ledebt, A., Feltham, M.G., Deconinck, F.J.A. i Savelsbergh, G.J.P., 2011)

Cilj: Ispitati jesu li učinci terapije zrcalom kod djece s UCP uzrokovani samim zrcalom, bez obzira koja ruka generira vizualni feedback (percepcija iluzije simultanog pokretanja udova) ili pokreti nezahvaćene ruke uzrokuju iluziju simultanog pokretanja zahvaćene ruke (vizualni feedback generira odraz zahvaćene ruke).

Metode istraživanja: U istraživanju je sudjelovalo 10 ispitanika s UCP, dobi 9 do 15 godina. Ispitanici su posjednuti za stol na kojem su se nalazile dvije drvene ručke spojene na drveni disk koji se slobodno okretao za 360°. Ispitanici su pokretanjem ručki izvodili kontinuirane simetrične kružne pokrete izvana prema unutra. Ispitivanje je provedeno u šest različitih uvjeta. S obzirom na vizualni feedback, ispitanici su izvodili pokrete gledajući obje ruke (staklena pregrada), gledajući samo jednu ruku (neprozirna pregrada) i gledajući jednu ruku i njezin zrcalni odraz (zrcalna pregrada). Kako bi se ispitala razlika vizualnog feedbacka odraza zahvaćene i odraza nezahvaćene ruke, ispitanici su izmjenjivali orijentaciju glave, odnosno stranu tijela koju su promatrali. Uvjeti testiranja su slijedili nasumično, u svakom od uvjeta su izvedena tri pokušaja u trajanju od 15 sekundi. Na mišiće ruku (m. Biceps Brachii Brevis i m. Triceps Brachii Longus) ispitanika su postavljene EMG elektrode (elektromiografija). Iz EMG snimaka prikupljeni su podaci o broju koncentričnih i ekscentričnih kontrakcija mišića. Prijašnje studije su pokazale da djeca s UCP pri izvođenju ovog bimanualnog zadatka imaju višu razinu neuromuskularne napetosti u mišićima i dulje periode koncentrične i ekscentrične aktivnosti u usporedbi s djecom urednog razvoja. Intenzitet i trajanje EMG-a mišićne aktivnosti svake ruke je statistički analiziran.

Rezultati: Vizualni feedback zrcala doveo je do smanjenja ekscentrične aktivnosti bicepsa zahvaćene ruke u usporedbi s opcijom uvjeta u kojem je ispitanik gledao obje ruke. Ovaj je učinak vidljiv samo u situaciji promatranja zrcaljena nezahvaćene ruke i nije bio prisutan pri promatranju zrcaljenja zahvaćene ruke. Nije vidljiva promjena mišićna aktivnost tricepsa.

Zaključak: Pozitivni učinci terapije zrcalom kod djece s UCP nisu samo rezultat percepcije simetričnog kretanja ruku. Kako bi se postiglo smanjenje ekscentrične neuromišićne aktivnosti zahvaćene ruke potrebno je promatranje zrcalne slike nezahvaćenog uda.

3.5. Imitiranje položaja kod unilateralne cerebralne paralize za vrijeme unimanualnih i bimanualnih pokreta sa (zrcalnim) vizualnim feedbackom

Matching accuracy in hemiparetic cerebral palsy during unimanual and bimanual movements with (mirror) visual feedback

(Smorenburg, A.R.P., Ledebt, A., Deconinck, F.J.A. i Savelsbergh, G.J.P., 2012)

Cilj: Ispitati učinak vizualnog feedbacka zrcala na preciznost imitiranja položaja zahvaćenom rukom pri izvođenju simetričnim bimanualnih pokreta kod osoba s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 23 ispitanika s UCP, dobi 7 do 18 godina. Za vrijeme intervencije ispitanici su sjedili za stolom na kojem se nalazila drvena konstrukcija s dvije ručke. Između ručki postavljeno je zrcalo ili neprozirna pregrada. Prije početka intervencije procijenjena je maksimalna udaljenost doseg a ispitanika (MRD – maximum reaching distance). Pomoću maksimalne udaljenosti doseg a zahvaćene ruke izračunati su ciljani položaji za zadatke preciznosti položaja. Svaki ispitanik je izvodio dva zadatka: unimanualno i bimanualno imitiranje položaja. Redoslijed izvođenja zadataka je nasumično određen. U unimanualnim zadacima zahvaćena ruka nalazila se na ručki skrivenoj iza ogledala/pregrade, a nezahvaćena je bila položena u krilo ispitanika. Ispitanik je trebao dosegnuti metu postavljenu na određenu udaljenost. U bimanualnim zadacima ispitanik je obje ruke položio na ručke te ih zajedno pomicao prema meti. Meta je postavljena na različite udaljenosti s obzirom na maksimalnu udaljenost doseg a (MRD) ispitanika - 25%, 50%, 65% i 80% MRD-a. Položaji su izvođeni u dvije vizualne situacije: s neprozirnom pregradom ili sa zrcalom. Redoslijed vizualnih situacija i udaljenosti meta određen je nasumično. Analiza pokreta je vršena pomoću Matlab programa koji je analizirao točnost položaja izvedenog pokreta. Promatrana je brzina i tečnost pokreta zahvaćene ruke u unimanualnim i bimanualnim zadacima s obzirom na vrstu vizualnog feedbacka (sa i bez zrcala) i udaljenost predložka.

Rezultati: Vidljivo je značajno povećanje u preciznosti položaja (prosječno 37.5%) pri bimanualnim aktivnostima u usporedbi s unimanualnim aktivnostima. Također, izvođenje

pokreta s vizualnim feedbackom zrcala pokazalo je veću točnost imitiranja položaja kod 13 od 23 ispitanika.

Zaključak: Pri zadacima imitiranja položaja, ispitanici s UCP pokazali su bolje rezultate točnosti zahvaćene ruke pri bimanualnim pokretima nego unimanualnim. Vizualni feedback koji omogućuje zrcalo imalo je pozitivan učinak na preciznost pokreta zahvaćene ruke kod nekih ispitanika. Ovi rezultati pokazuju da su bimanualne aktivnosti i terapija zrcalom korisne terapije za rehabilitaciju osoba s UCP.

3.6. Vizualni feedback nepokretnog uda poboljšava svjesnost aktivnog položaja zgloba zahvaćene ruke kod unilateralne cerebralne paralize

Visual feedback of the non-moving limb improves active joint-position sense of the impaired limb in Spastic Hemiparetic Cerebral Palsy

(Smorenburg, A.R.P., Ledebt, A., Deconinck, F.J.A. i Savelsbergh, G.J.P., 2011)

Cilj: Ispitati učinak vizualnog feedbacka i feedbacka zrcala na proprioceptivnu svjesnost položaja zgloba kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 14 djece s UCP, dobi 10 do 14 godina. Prije početka mjerenja procijenjena je snaga hvata ispitanika ručnim dinamometrom, određena je razina funkcionalnosti QUEST upitnikom te je određen stupanj spastičnosti na Tardieu skali. Pri mjerenju proprioceptivnog zadatka svjesnosti položaja zgloba ispitanici su posjednuti za stol na kojem se nalazila naprava sa dvije ručke pričvršćene na horizontalnu ploču. Ručke su bile razmaknute 20 cm i mogle su se pomicati u rasponu od 56 cm. Mjerenje se odvijalo snimanjem pozicije ručki s tri infracrvene kamere. Za svakog ispitanika je određena maksimalna udaljenost posezanja zahvaćene ruke (MRD – maximum reaching distance) kako bi pozicija ručki bila individualno prilagođena. Zadatak svjesnosti položaja zgloba zahtijevao je od ispitanika da imitiraju položaj zadanog uda aktivno pomičući suprotni ud. Zadani ud je položen na različitim udaljenostima, 25%, 50% i 75% maksimalne udaljenosti posezanja (MRD). Zadatak se izvodio sa zahvaćenom i nezahvaćenom rukom te u tri vizualne situacije: bez vizualnog feedbacka (obje ruke su skrivene), sa vizualnim feedbackom nepokretne ruke (vidljiv je samo zadani ud) te sa vizualnim feedbackom nepokretne ruke i njene zrcalne slike (vidljiv je zadani ud i njezin odraz u zrcalu). Uvjeti ispitivanja su slijedili nasumično. Pri analizi rezultata promatrana je greška,

odnosno razlika položaja uda i zadanog uda na kraju izvođenja pokreta. Rezultati su uspoređeni s obzirom na udaljenost izvođenja pokreta, korišteni ud te vizualnu situaciju.

Rezultati: Točnost imitiranja položaja uda je značajno pod utjecajem udaljenosti koju je ruka morala preći, veća udaljenost je rezultirala većom greškom ($p=.008$). Pokazalo se da je imitiranje položaja uda zahvaćenom rukom bez vizualnog feedbacka rezultiralo značajno većom greškom nego u situacijama s vizualnim feedbackom. Nije pronađena jasna povezanost funkcionalnosti ruke mjerene QUEST upitnikom i rezultata zadatka svjesnosti položaja zgloba.

Zaključak: Vizualni feedback poboljšava točnost imitiranja položaja uda kod djece s UCP i inicijalna udaljenost udova je utjecajni faktor koji treba uzeti u obzir pri mjerenju proprioceptivne svjesnosti položaja zgloba.

3.7. Učinak terapije zrcalom na funkcionalnost gornjeg ekstremiteta: prikaz slučaja Effect of mirror therapy on upper limb function: a single subject study (Derakhshanrad, S.A., Piven, E., Ghoochani B.Z. i Toosi, S., 2017)

Cilj: Analizirati učinke terapije zrcalom na motoričku kontrolu gornjih ekstremiteta u kontekstu Neuro-okupacijskog modela.

Metode: Istraživanje je provedeno na uzorku od 4 ispitanika s UCP, dobi između 5 i 15 godina. Korišten je pojedinačni istraživački dizajn (single subject design), poznat kao withdrawal dizajn (ABA dizajn). Istraživanje je trajalo 10 tjedana i sastojalo se od tri uzastopne opservacijske faze: početna faza (A) u trajanju od 2 tjedna, tretman (B) u trajanju od 6 tjedana i faza izuzeća tretmana (A) u trajanju od 2 tjedna. Istraživanje je koristilo protokol terapije zrcalom za upotrebu kod kuće u kojem su ispitanici provodili svakodnevne 20-minutne vježbe. Učinak terapije na funkcionalnost gornjih ekstremiteta je procijenjen Box and Block testom te mjereći aktivnosti nizanja perli i slaganje prstenova. Istraživanje se temelji na neuro-okupacijskom modelu s ciljem objašnjenja povezanosti senzoričkog feedbacka i aktivnosti koju ispitanik izvodi. Prema modelu, naša aktivnost oblikuje mozak, koji potom mijenja svoje funkcioniranje i obratno. Ovaj se proces odvija u mozgu na tri razine: namjera, značenje i percepcija. Ovo omogućuje pojedincu postavljanje ciljeva na razini namjere, interpretiranje značenje na razini značenja te postizanje svijesti o sebi na razini percepcije. Istraživanje pokušava objasniti kako

vizualne, kinestetičke i propioceptivne promjene u senzoričkom feedbacku djeluju na razini namjere, značenja i percepcije u mozgu.

Rezultati: U početnoj fazi (A), mjerenja na Box and blocks testu te aktivnostima nizanja perli i slaganja prstenova nisu pokazale pomak u rezultatu. Nakon faze tretmana (B) vidljiv je značajan porast rezultata mjerenja funkcije gornjih ekstremiteta, a nakon posljednje faze (A), faze izuzeća tretmana vidljivo je opadanje rezultata.

Zaključak: U kontekstu Neuro-okupacijskog modela, može se zaključiti da promjene u vizualnom senzoričkom sustavu, uzrokovane promatranjem refleksije nezahvaćenog ekstremiteta u zrcalu dovode do promjena u senzoričkom korteksu na razinama namjere, značenja i percepcije, stoga poboljšavajući ispitanikovu motornu kontrolu. Iako je vidljiv pad rezultata u fazi izuzeća tretmana, rezultati su viši od onih iz početne faze. Pad se može pripisati kratkom trajanju tretmana i nemogućnosti prevladavanja nad naučenim nekorištenjem zahvaćene ruke u tako kratkom vremenskom razdoblju.

3.8. Terapija zrcalom kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom: pilot studija Mirror therapy in children with hemiplegia: a pilot study (Gygax, M.J., Schneider P. i Newman, C.J., 2011)

Cilj: Ispitati učinkovitost i primjenjivost terapije zrcalom kod djece s UCP.

Metode: u istraživanju je sudjelovalo deset ispitanika s UCP, dobi 6 do 14 godina. Ispitanici su nasumično podijeljeni u dvije skupine od 5 ispitanika. Djeci su prezentirane tri repetitivne simetrične vježbe gornjih ekstremiteta: dvije vježbe s glinom za modeliranje u svakoj ruci za poticanje bilateralnog pincetnog hvata i hvata šake te vježba s bocom za vodu za poticanje supinacije podlaktice. Vježbe su provodili svakodnevno kod kuće u trajanju od 15 minuta. Prva skupina je koristila zrcalo, a druga je provodila vježbe bez zrcala. Prva faza intervencije trajala 3 tjedna, nakon čega je slijedila zamjena za tretmane skupina sa i bez zrcala u drugoj fazi tretmana, također u trajanju od 3 tjedna. Provedena je procjena maksimalne snage hvata, snaga pincetnog hvata i funkcionalnosti gornjeg ekstremiteta za što je korišten Shriner's Hospital Upper Extremity Evaluation (SHUEE) upitnik. Procjena je napravljena na početku (0. tjedan), za vrijeme intervencije (3. i 6. tjedan) te 3 tjedna po završetku intervencije (9. tjedan).

Rezultati: Maksimalna snaga hvata, uključujući rezultate prikupljene iz sve četiri procjene, povećala se za prosječno 15% ($p=.004$). Kod ispitanika koji su provodili vježbe ispred zrcala vidljivo je značajno povećanje snage hvata ($p=.033$), a kod ispitanika koji su provodili vježbe bez zrcala vidljivo je značajno povećanje snage pincetnog hvata ($p=.026$). Također, ispitanici koji su provodili vježbe ispred zrcala pokazali su statistički značajno poboljšanje podskale dinamičkog pozicioniranja gornjeg ekstremiteta na SHUEE upitniku ($p=.044$). Maksimalna snaga hvata i pincetnog hvata pokazale su značajan porast u prvoj fazi intervencije, nakon čega je uslijedila stagnacija u drugoj fazi te smanjenje prema početnim rezultatima tri tjedna nakon prekida tretmana. Rezultati analize dinamičkog pozicioniranja na SHUEE upitniku pokazali su značajan porast za vrijeme druge faze intervencije, obje su skupine pokazale porast samo za vrijeme provođenja vježbe sa zrcalom nakon čega je uslijedila stagnacija u iduća 3 tjedna. Troje djece je izjavilo da je tretman poboljšao njihovo spontano korištenje zahvaćene ruke.

Zaključak: Ovo istraživanje pokazuje dobru primjenjivost terapije zrcalom kod djece s UCP za poboljšanje snage i dinamičke funkcionalnosti zahvaćene ruke.

3.9. Terapija zrcalom poboljšava funkcionalnost ruke kod unilateralne cerebralne paralize Mirror therapy to improve hand function in spastic cerebral palsy children (Elanchezhian C. i Kumari, P., 2019)

Cilj: Ispitati učinak terapije zrcalom na poboljšanje funkcionalnosti zahvaćene ruke kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 46 ispitanika, dobi 3 do 12 godina i podijeljenih u 2 skupine, eksperimentalnu i kontrolnu. Eksperimentalna skupina je provodila terapiju zrcalom, a kontrolna konvencionalnu terapiju. Tretman terapije zrcalom uključivao je pokrete ramena, lakta, podlaktice, zgloba i prstiju nezahvaćene ruke, a svaki se pokret ponavljao 10 puta. Tretman konvencionalne terapije kontrolne grupe je uključivao različite aktivnosti grube i fine motorike poput praćenja središnje linije tijela i dohvaćanja i zadržavanja predmeta. Tretmani obje skupine su trajali 60 minuta, a provodili su ih 5 dana u tjednu, ukupnog trajanja 4 tjedna. Napravljena je procjena spastičnosti (Modified Ashworth scale), spretnost prstiju (ploča za klinove s 9 rupa), motoričke vještine (Fegl Meyer assessment upper limb) i funkcionalnost gornjih ekstremiteta (upitnik za roditelje Upper Extremity Functional Index).

Rezultati: U finalnom mjerenju, eksperimentalna skupina je pokazala značajno bolje rezultate na svim varijablama ($p < .005$) u usporedbi sa kontrolnom skupinom.

Zaključak: Istraživanje je pokazalo smanjenje spastičnosti i poboljšanje funkcionalnosti ruku kod djece s UCP nakon tretmana terapije zrcalom.

3.10. Učinak terapije zrcalom na funkcionalnost ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom: prikaz slučaja

Effect of mirror therapy on hand functions in children with hemiplegic cerebral palsy: A case study

(Shahanawaz, S.D. i Sayali, M.J., 2015)

Cilj: Ispitati učinak terapije zrcalom na funkcionalnost ruku kod djeteta s UCP.

Metode: Istraživanje je provedeno na ispitanici s UCP starosti 5 godina. Prije početka provođenja programa provedena je procjena QUEST upitnikom (Quality of Upper Extremity Skills Test) te Box and Block testom. U QUEST upitniku promatrana je aktivnost zahvaćene ruke koja je potom evaluirana. Box and Blockom je mjeren ukupan broj kockica prebačenih iz jedne posude u drugu pri čemu su korištene obje ruke te je rezultat svake izmjeren zasebno. Program terapije zrcalom provodio se 30 minuta dnevno, 6 dana u tjednu te ukupnog trajanja 3 tjedna. Program se sastojao od niza aktivnosti, primjerice hvatanje kuglastih (lopte različitih veličina) i valjkastih predmeta (boce, štapovi i drveni valjci), hvatanje obruča i ručki, pritiskanje plastelina, slaganje kockica, spajanje i odvajanje nizova predmeta te premještanje predmeta iz jedne kutije u drugu. Ispitanica je izvodila zadatke nezahvaćenom rukom promatrajući ruku u zrcalu. Nakon završetka programa ponovljena je procjena.

Rezultati: Rezultati nakon provedenog programa pokazali su značajan porast rezultata na oba testa ($p < .05$). Na QUEST upitniku, uz viši ukupan rezultat, vidljiv je porast na području hvata i uzorka kretanja gornjeg ekstremiteta. Box and Block test pokazao je poboljšanje efikasnosti i brzine zahvaćene ruke.

Zaključak: Terapija zrcalom pokazala se kao učinkovit pristup poboljšanju funkcionalnosti ruku kod djece s UCP.

- 3.11. Istraživanje učinaka terapije zrcalom kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom
Investigations of the effects of mirror therapy in children with unilateral cerebral palsy
(Gaillard, F., Samson, E., Rauscent, H. i Bonan, I., 2018)

Cilj: Odrediti učinkovitost terapije zrcalom kod djece s UCP na funkcionalnost zahvaćene ruke.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 32 djece s UCP, dobi više od 7 godina. Uzorak je podijeljen u dvije skupine, eksperimentalnu skupinu koja je provodila terapiju zrcalom (17 ispitanika) i kontrolnu skupinu (15 ispitanika). Napravljena je inicijalna procjena glavne varijable, izvođenja funkcionalnih aktivnosti zahvaćene ruke – assisting hand performance (AHA). Eksperimentalna skupina je provodila tretman izvodeći aktivnosti sa zrcalom, dok je kontrolna skupina izvodila vježbe s neprozirnom pregradom koja je razdvajala ruke. Svi su ispitanici sudjelovali u 5 tretmana, u ukupnom trajanju od 5 tjedana. Za svakog ispitanika je napravljena procjena na početku programa, nakon 5 tjedana te nakon 10 tjedana.

Rezultati: Rezultati na AHA procjeni nakon 5 tjedana nisu pokazali značajnu razliku između skupina ($p=0.9440$). Nakon 10 tjedana eksperimentalna skupina je pokazala više rezultate na AHA procjeni, ali razlika nije statistički značajna ($p=0.8178$).

Zaključak: Iako ovo istraživanje nije pokazalo povećanje rezultata na AHA procjeni, vidljiva je tendencija rasta rezultata funkcionalnosti zahvaćene ruke eksperimentalne skupine koja bi mogla biti statistički značajna na većem uzorku ispitanika.

- 3.12. Prikaz slučaja s učincima terapije zrcalom na motoričke funkcije djeteta s
unilateralnom cerebralnom paralizom
Single Case Study on the Effects of Mirror Therapy on Motor Functions in a Child with
Hemiparesis
(Jung, M., Wachter, S. i Tomczak, M., 2017)

Cilj: Odrediti moguće učinke terapije zrcalom na motoričke funkcije zahvaćene ruke djeteta s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovala 1 ispitanica, starosti 7 godina sa unilateralnom cerebralnom paralizom. Provodila je terapiju zrcalom u trajanju od 10 minuta, 3 puta dnevno, kroz 4 tjedna. Program se sastojao od unimanualnih i bimanualnih aktivnosti. Provedena je

procjena assisting hand assessment (AHA) te box and block test dva puta tjedno. Za vrijeme programa primijenjene su i skale za motivaciju i koncentraciju.

Rezultati: Ispitanica je pokazala pozitivne promjene na svim procjenama. Post-hoc testom utvrđen je značajan porast rezultata na AHA testu.

Zaključak: Može se zaključiti da je terapija zrcalom učinkovit pristup rehabilitaciji djece s unilateralnom cerebralnom paralizom.

3.13. Učinak motoričkog treninga u terapiji zrcalom na vještine grube motorike zahvaćene ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom

The effect of motor training in mirror therapy on gross motor skills of the affected hand in children with hemiplegia

(Farzamfar, P., Heirani, A. i Sedighi, M., 2017)

Cilj: Ispitati učinak motoričkog treninga u terapiji zrcalom na vještine grube motorike kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 14 djece sa UCP. Ispitanici su odabrani prigodnim uzorkovanjem i podijeljeni u dvije jednake skupine, eksperimentalnu skupinu koja je provodila terapiju zrcalom i kontrolnu skupinu. Prije početka tretmana, obje su skupine testirane Box and blocks testom kojim su procijenjene njihove vještine grube motorike. Eksperimentalna skupina je u sklopu programa terapije zrcalom izvodila vježbe poput rotiranja ramena, abduciranje ruke, bacanje teniske loptice u košaru, guranje cilindra, kotrljanje teniske loptice i sl. Kontrolna skupina iste vježbe je izvodila bez zrcala. Obje su skupine provele 16 tretmana u trajanju od 30 minuta. Na kraju provedenog programa ponovljen je Box and blocks test grube motorike.

Rezultati: Rezultati istraživanja pokazuju da se gruba motorička spretnost značajno poboljšala ($p < .05$) u obje skupine. Ipak, u završnoj procjeni, eksperimentalna skupina je pokazala značajno viši rezultat ($p < .05$) od kontrolne skupine na Box and blocks testu grube motorike zahvaćene ruke.

Zaključak: Iz rezultata istraživanja može se zaključiti da iako se motorički trening pokazao učinkovitim za grubu motoričku spretnost ruku, u kombinaciji sa terapijom zrcalom, terapija je

imala značajno bolji učinak. Ovaj oblik terapije može značajno doprinijeti uobičajenom motoričkom treningu zahvaćene ruke kod djece s UCP.

- 3.14. Zajednički učinci terapije zrcalom i vježbi na gornje ekstremitete kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom: randomizirano kontrolirano ispitivanje
Combined Effects of Mirror Therapy and Exercises on the Upper Extremities in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial
(Kara, O.K., Yardimci, B.N., Sahin, S., Orhan, C., Livanelioglu, A. i Soyulu, A.R., 2020)

Cilj: Istražiti zajednički učinak terapije zrcalom i vježbi snage na funkcionalnost gornjih ekstremiteta kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 30 djece, dobi između 7 i 16 godina. Uzorak je podijeljen na eksperimentalnu i kontrolnu skupinu. Svi su ispitanici procijenjeni s upitnikom Quality of Upper Extremity Skill Test (QUEST), Canadian Occupational Performance Measure (COPM) te ručnim dinamometrom za mjerenje mišićne snage. Djeca u eksperimentalnoj skupini provodila su 30-minutne tretmane terapije zrcalom 3 puta tjedno u trajanju od 12 tjedana. U tretmanu su izvodili četiri ponavljajuće simetrične vježbe gornjih ekstremiteta koristeći zrcalo. Vježbe su uključivale hvatanje i premještanje sitnih predmeta, hvatanje i puštanje loptice i hvatanje boce vode. Uz to, djeca su provodila i vježbe snage s elastičnim gumama. Kontrolna skupina je provodila isti 30-minutni program kao i eksperimentalna, ali bez zrcala, a umjesto vježbi snage, provodili su uobičajene okupacijske aktivnosti poput pisanja, crtanja, rezanja škarama i igranje kockama.

Rezultati: Vidljivo je značajno povećanje rezultata eksperimentalne skupine u usporedbi sa kontrolnom skupinom. Rezultati eksperimentalne skupine su bili viši na ukupnom rezultatu QUEST upitnika ($p=.001$) i mjerenjima disociranih pokreta ($p<.001$), hvata ($p<.001$), nošenje težine ($p=.006$), ukupnom rezultatu na COMP upitniku ($p=.001$) i mjerenjima izvođenja ($p<.001$), zadovoljstva ($p<.001$) te izometrijskim mjerenjima mišićne snage na mišiću biceps brachii ($p<.001$) i triceps brachii ($p=.002$) zahvaćenog ekstremiteta.

Zaključak: Terapija zrcalom u kombinaciji sa vježbama snage se pokazala kao dobar terapijski pristup za poboljšanje izvođenja aktivnosti i funkcionalnost gornjih ekstremiteta djece s UCP.

3.15. Utjecaj kombiniranja terapije zrcalom i HABIL-a na snagu hvata kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom

Impact of combining mirror therapy and HABIL on hand grip strength in children with hemiparesis

(Nour, A.A.A., Saleh, M.G. i Elnagmy, E.H., 2016)

Cilj: Odrediti utjecaj kombinacije HABIL terapije i terapije zrcalom na jačinu hvata kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 30 djece s UCP, dobi 4 do 8 godina, nasumično podijeljenih u dvije jednake skupine. Kriteriji uključivanja u istraživanje su rezultat minimalno 50% na QUEST testu (quality of upper extremity skills test) i rezultat 2. razine na MACS klasifikaciji (manual ability classification system). Napravljena je procjena snage palmarnog i pincetnog hvata ručnim dinamometrom, na početku, u 4. i 8. tjednu. Tretman obje grupe je trajao 1.5 sat, 3 puta tjedno, ukupno 2 mjeseca. Djeca u eksperimentalnoj skupini su provodila HABIL okupacijsku terapiju sa terapijom zrcalom, a djeca u kontrolnoj skupini istu okupacijsku terapiju bez terapije zrcalom. Okupacijska terapija je uključivala aktivnosti poput pritiskanja loptice zahvaćenom šakom, pritiskanje 2 loptice šakama istovremeno, kruženje zahvaćenom rukom, kruženje obje ruke istovremeno, pomicanje kockice unaprijed zahvaćenom rukom i pomicanje 2 kockice objema rukama istovremeno. Prije tretmana nije postojala statistički značajna razlika između skupina u pincetnom ($p=0.25$) i palmarnom hvatu ($p=0.14$).

Rezultati: Vidljiv je značajan napredak skupina uspoređujući rezultate prije, nakon 4 i 8 tjedana tretmana za svaku skupinu ($p=.0001$). Ipak, razlika rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine nije značajna niti u pincetnom ($p=0.16$), niti u palmarnom hvatu zahvaćene ruke ($p=0.41$).

Zaključak: Objе su skupine pokazale porast rezultata nakon 4 tjedna, te još veći rezultat nakon 8 tjedana terapije. Rezultati su pokazali učinkovitost kombinacije terapije zrcalom i HABIL terapije na poboljšanje funkcionalnosti ruku djece s UCP.

3.16. Učinak terapije zrcalom na spretnost i hvat djece dobi 9-14 godina s unilateralnom cerebralnom paralizom

Effect of mirror therapy on dexterity and hand grasp in children aged 9-14 years with hemiplegic cerebral palsy

(Narimani, A., Kalantari, M., Dalvand, H. i Tabatabaee, S.M., 2019)

Cilj: Ispitati učinak terapije zrcalom na spretnost i jačinu hvata kod djece sa UCP.

Metode: U istraživanje je bilo uključeno 30 djece, starosti 9-14 godina sa UCP. Uzorak je prikupljen jednostavnim slučajnim uzorkovanjem i nasumično podijeljen u eksperimentalnu i kontrolnu skupinu. Obje skupine su provodile uobičajene vježbe za spretnost i hvat, a djeca u eksperimentalnoj skupini bila su uključena i u program terapije zrcalom 3 dana u tjednu po 30 minuta dnevno u trajanju od ukupno 6 tjedana. Spretnost ruku je mjerena Box and blocks testom, a jačina hvata pomoću dinamometra. Podaci su analizirani usporedbom rezultata prije i poslije intervencije.

Rezultati: Utvrđena je značajna razlika ($p=.008$) između rezultata dvaju skupina nakon intervencije u spretnosti. Eksperimentalna skupina pokazala je veći rezultat nakon intervencije od kontrolne skupine. U jačini hvata ne postoji statistički značajna razlika između skupina.

Zaključak: Primjena terapije zrcalom kod djece s UCP se pokazala korisnom u poboljšanju spretnosti, ali ne i u poboljšanju hvata. Rezultati istraživanja ukazuju na prednosti kombinacije terapije zrcalom sa konvencionalnim rehabilitacijskim programima kako bi se postigao maksimalni napredak funkcionalnosti ruku.

3.17. Istraživanje učinkovitosti terapije zrcalom kod djece sa spastičnom unilateralnom cerebralnom paralizom

Investigation of the Effectiveness of Mirror Therapy in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy

(Korkem, D., 2017)

Cilj: Ispitati učinkovitost terapije zrcalom kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 10 djece s UCP, starosti 4 do 18 godina. Djeca su provodila terapiju zrcalom 30 minuta dnevno, 3 dana u tjednu u trajanju od 8 tjedana, kao

dodatak uobičajenoj fizioterapiji. Provedene su procjene u 1., 8. i 16. tjednu. Djeca su procijenjena na GMFCS klasifikaciji (The Gross Motor Function Classification System), upitnikom gross motor function measurement (GMFM-88), upitnikom Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST), skalom Modified Ashworth Scale (MAS), testom joint range of motion evaluation, skalom Goal Achievement Scale (GAS), testom Functional Independence Measurement (WeeFIM), testom cerebral re-organization evaluation (fMRG) and upitnikom Child Health Questionnaire (CHQ_PF50). Od 1. do 8. tjedna trajao je kontrolni period u kojem je provedena samo fizioterapija i rehabilitacija, a od 9. do 16. tjedna dodan je tretman terapije zrcalom.

Rezultati: U rezultatima procjena prije i poslije kontrolnog perioda (1.-8. tjedan) nije pronađena značajna razlika rezultata ($p > 0.05$). Nakon eksperimentalnog perioda (8.-16. tjedan) pronađena je značajna razlika ($p < 0.05$) u funkcionalnim razinama grube motorike djece, razini vještina gornjih ekstremiteta, pokretljivosti zglobova, izjavama slike o tijelu, razini funkcionalne samostalnosti, razini cerebralne reorganizacije i kvalitete života.

Zaključak: Primjena terapije zrcalom uz fizioterapiju se pokazala korisnom za tretman djece s UCP na mnogim područjima.

3.18. Učinak vizualnog feedbacka zrcala na funkcionalnost ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom

Effect of mirror visual feedback on hand functions in children with hemiparesis (Elsepae, M.I., Elhadidy, E.I., Emara H.A.A.M. i Nawar, E.A.E., 2016)

Cilj: Odrediti učinak terapije zrcalom na poboljšanje funkcionalnosti zahvaćene ruke kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 40 djece sa UCP, dobi 5 do 7 godina. Ispitanici su nasumično podijeljeni u dvije skupine, eksperimentalnu i kontrolnu. Obje skupine su provodile posebno osmišljen program fizikalne terapije u trajanju od 1 sata, a eksperimentalna je skupina provodila i program vježbi sa zrcalom u trajanju od pola sata, kroz ukupno 4 tjedna. Program je obuhvaćao svakodnevne vježbe za poboljšanje grube motorike. Neke od vježbi su: vježbe u četveronožnom položaju, klečanje i poluklečanje, stajanje uz oslonac i kratko stajanje bez oslonca. Vježbe eksperimentalne skupine su uključivale prebacivanje kockica s jednog mjesta na drugo, pritiskanje spužvaste loptice i crtanje kruga, svo vrijeme promatrajući svoj odraz u

zrcalu. Procjena je obavljena prije i nakon programa. Na Peabody razvojnoj motoričkoj skali (PDMS-2) procijenjene su podskale hvat i manipulacija objektom, a snaga hvata ruke je izmjerena ručnim dinamometrom.

Rezultati: U početnoj procjeni nije postojala značajna razlika između skupina na mjerenim varijablama. Uspoređujući vrijednosti prije i poslije tretmana, rezultati istraživanja su pokazali značajan porast rezultata obje skupine na Peabody razvojnoj motoričkoj skali, na podskalama hvat i manipulacija objektom te u snazi ispitanika ($p < .05$). Prema izmjerenim vrijednostima nakon tretmana, eksperimentalna skupina je imala značajno više rezultate od kontrolne skupine na podskali hvat, podskali manipulacija objektom i u snazi hvata ($p < .05$).

Zaključak: Korištenje terapije zrcalom može doprinijeti poboljšanju funkcionalnosti ruke kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom.

3.19. Jedan tretman taktilnog i motoričkom treninga sa zrcalom poboljšava taktilnu disfunkciju kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom

A single session of mirror-based tactile and motor training improves tactile dysfunction in children with unilateral cerebral palsy: a replicated randomized controlled case series (Auld, M.L., Johnston, L.M., Russo, R.N. i Moseley, G.L., 2016)

Cilj: Odrediti učinke terapije zrcalom i motoričkog treninga na taktilno prepoznavanje i percepciju kod djece s UCP.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 6 djece s UCP, dobi 6 do 18 godina, procijenjenih na 1., 2. ili 3. razinu MACS klasifikacije. Provedena su dva jednokratna 90-minutna tretmana, jedan terapije zrcalom i jedan kontrolne, bimanualne terapije. Redosljed terapija je određen nasumično za svako dijete. Razmak 2 tretmana bio je između 2 i 7 dana. Prije i poslije svakog tretmana napravljena je procjena taktilnog prepoznavanja i percepcije (Semmes Weinstein Monofilaments). Tretman terapije zrcalom se sastojao od 2 dijela, taktilnog i motoričkog. Taktilni tretman terapije zrcalom se odvijao tako da bi ispitanik dobio taktilni stimulans na zahvaćenu ruku, koja je iza zrcala. Nakon svakog stimulansa, ispitanici bi pokazali koji dio ruke je dodirnut. U setu postoji 24 različitih stimulansa stoga je tretman trajao 8 minuta. Motorički tretman terapije zrcalom se odvijao u istom položaju kao i taktilni tretman. Ispitanici su oponašali pokrete gornjih ekstremiteta prema verbalnoj uputi istraživača. Ovaj dio tretmana je trajao 30 minuta. Taktilni i motorni dio su se izmjenjivali kroz tretman. Kontrolni tretman

bimanualne terapije s ciljem razvoj funkcija ruke uključivao je ponavljajuće bimanualne aktivnosti. Ovaj tretman je odabran zato što se smatra standardnim oblikom terapije za djecu s unilateralnom cerebralnom paralizom.

Rezultati: Za svakog ispitanika izračunat je indeks pouzdanosti promjene (Reliable change index) koji se koristi za analizu individualnih odgovora ispitanika i istraživanja malih uzoraka. IPP viši od 1,7 znači 90-postotnu sigurnost, a viši od 1,96 95-postotnu sigurnost da je promjena statusa ispitanika značajna. Taktilna percepcija se poboljšala kod 4 ispitanika sa terapijom zrcalom (IPP>1.75), a ostala je nepromijenjena nakon bimanualne terapije (IPP<1.0) kod svih ispitanika. Nijedna intervencija nije značajno promijenila taktilno prepoznavanje.

Zaključak: Jednokratni tretman terapije zrcalom se pokazao kao potencijalno dobar oblik tretmana za poboljšanje taktilne percepcije kod djece s UCP.

3.20. Učinci CIMT (constrain-induced movement therapy) i terapije zrcalom kod djece s cerebralnom paralizom na funkcionalnost ruke i brigu o sebi: Diplomski rad
Impacts of constraint-induced movement therapy and mirror therapy for children with cerebral palsy to hand function and self-care: Master's thesis
(Stasiulienė, K., 2017)

Cilj: Odrediti učinke CIMT (constraint-induced movement therapy) i terapije zrcalom kod djece s UCP na funkcionalnost ruke i brigu o sebi.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 27 djece s UCP, prosječne dobi 4 do 5 godina. Ispitanici su nasumično podijeljeni u dvije skupine. Prva eksperimentalna skupina (13 djece) je provodila CIMT program, a druga eksperimentalna skupina (14 djece) je provodila program terapije zrcalom. Program je trajao 3 tjedna i sadržavao 15 tretmana. Djeca su procijenjena na početku i na kraju istraživanja. Funkcionalnost ruke su procijenjene s upitnikom Quality of Upper Extremity Skills Test and goniometric assessment, a briga o sebi upitnikom standardized Pediatric of Disability Inventory test te su roditelji su ispunili upitnik.

Rezultati: Primjena CIMT tretmana pokazala je značajno poboljšanje funkcionalnosti ruke ($p=.001$), supinaciju podlaktice, položaj zgloba te radijalnu devijaciju ($p<.005$). Vještine brige o sebi su se također značajno poboljšale nakon terapije ($p<.005$). Primjena terapije zrcalom je također rezultirala značajnim poboljšanjem funkcionalnosti ruku ($p=.001$), supinaciju

podlaktice, položaj zgloba te radijalnu devijaciju ($p < .005$). Vještine brige o sebi su se značajno poboljšale na 6 područja ($p < .005$). Čimbenici poput dobi, strana tijela koja je zahvaćena, razina grubog motoričkog funkcioniranja i funkcije šake te bračni i socijalni status nisu imali značajan utjecaj na rezultate. Uspoređujući terapije međusobno, terapija zrcalom je imala značajno veći utjecaj na povećanje funkcionalnosti ruke od CIMT terapije ($p < 0,05$). Rezultati su bili značajno viši za dječake nego za djevojčice ($p < .005$).

Zaključak: Iako su i CIMT i terapija zrcalom pokazala značajno poboljšanje rezultata nakon tretmana, terapija zrcalom se pokazala kao učinkovitija terapija za poboljšanje funkcionalnosti ruke.

3.21. Usporedno istraživanje učinaka terapije zrcalom i CIMT (contain induced movement therapy) kod cerebralne paralize

A comparative study on the effectiveness of mirror therapy and constrained induced movement therapy in cerebral palsy

(Sharan, D. i Rajkumar, J.S., 2018)

Cilj: Usporediti učinkovitost terapije zrcalom i CIMT pristupa u rehabilitaciji osoba s UCP nakon ortopedске operacije spastičnosti.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 80 osoba s cerebralnom paralizom, nasumično raspoređenih u dvije skupine. Svi ispitanici su prošli ortopedsku operaciju spastičnosti mišića fleksora i pronatora podlaktice zahvaćene ruke i pohađali program rehabilitacije fizikalne i okupacijske terapije. Prva skupina je provodila terapiju zrcalom, a druga skupina CIMT jedan sat dnevno kroz 6 tjedana uz redovitu fizikalnu i okupacijsku terapiju. Na početku programa, nakon 6 tjedana te nakon 1 i 3 mjeseca napravljene su procjene. Za procjenu su korištene Besta skala i Melbourne assessment of upper extremity function (MAUULF).

Rezultati: Nakon 6 tjedana, skupina koja je provodila CIMT je pokazala značajno bolje rezultate od skupine koja je provodila terapiju zrcalom u Besta ($P < 0.01$) i MAUULF ($P < 0.01$) procjenama. Ovi rezultati su ostali jednaki nakon 1 i 3 mjeseca.

Zaključak: CIMT tretman se pokazao bolji od terapije zrcalom u poboljšanju funkcionalnosti gornjih ekstremiteta osoba s unilateralnom cerebralnom paralizom. Ipak, obje skupine su pokazale napredak s obzirom na početni rezultat.

3.22. Primjenjivost samo-rehabilitacijskog programa terapije zrcalom kod djece s unilateralnom cerebralnom paralizom

Feasibility of a self-rehabilitation program by mirror therapy in children with hemiplegic cerebral palsy

(Pasquet, T., Gaillard, F., Newman, C.J., Jequier Gyax, M., Le Cornec, C., Bonan, I. i Rauscent, H., 2016)

Cilj: Evaluirati program terapije zrcalom kod djece s UCP kako bi se istražila primjenjivost i pridržavanje samo-rehabilitacijskog programa terapijom zrcalom.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 28 djece starosti 9 do 14 godina s UCP. Sudionici su bili uključeni u program terapije zrcalom koji su provodili sami kod kuće. Program se sastojao od 7 vježbi u trajanju od 15 minuta, koji bi ponavljali 5 dana u tjednu, kroz ukupno 5 tjedana. Kako bi imali uvid u izvođenje programa, svako dijete je vodilo dnevnik vježbanja u koji su svakodnevno bilježili vrijeme trajanja vježbanja i broj izvedenih ponavljanja određene vježbe. Pridržavanje programa je procijenjeno prema broju izvedenih ponavljanja. Prikupljeni su i podaci o preprekama i otežavajućim događajima koji su se dogodili u tom periodu.

Rezultati: Sva su djeca završila program u trajanju od 5 tjedana i bila su zadovoljna sudjelovanjem. Pridržavanje programa se pokazalo dobrim sa 86,3% izvedenih vježbi u ukupnom periodu. Ne postoji značajna razlika ($p=.22$) u pridržavanju protokola usporedivši prvi tjedan (87%) i peti tjedan (81%). Vidljivo je značajno ($p<.05$) smanjenje u količini vremena provedenom na vježbanju između prvog (18 min) i petog (12 min) tjedna. Nisu utvrđeni ometajući događaji tijekom trajanja programa.

Zaključak: Ovaj samo-rehabilitacijski program terapije zrcalom se pokazao kao dobro izvediv program sa dobrim pridržavanjem ispitanika. Samo-rehabilitacija je lako primjenjiva i dobro prihvaćena metoda kod djece s UCP.

4. Zaključak

U području dječje neurorehabilitacije javlja se sve veći interes za primjenjivanjem terapije zrcalom. Unatoč mnogim dokazima o prisutnim neuroplastičnim promjenama, ne postoji puno dokaza o mehanizmima terapije kod djece (Grunt i sur., 2017). Iz ovog razloga Grunt i sur. (2017) proveli su istraživanje kortikospinalne aktivacije prilikom terapije zrcalom kod djece s UCP. Cilj je bio prikazati kako vizualna podrška zrcala utječe na ekscitabilnost korteksa koja je određena mjerenjem motorički evociranih potencijala (MEP). Istraživači su došli do zaključka da su amplitude motorički evociranog potencijala bile značajno više u situaciji u kojoj je korišteno zrcalo kod ispitanika s UCP s kontralateralnom kortikospinalnom organizacijom te kontrolne skupine urednog razvoja. Iluzija zrcala povećava kortikalnu ekscitabilnost u hemisferi koja projicira u ruku koja se pomiče kod djece s kontralateralnom organizacijom, ali samo za vrijeme aktivnog pokretanja. Kod osoba s ipsilateralnom kortikospinalnom organizacijom tog učinka nije bilo te je ekscitabilnost je bila povećana samo za vrijeme izvođenja aktivnih pokreta i nije bila u korelaciji s funkcionalnošću ruke. Moguće objašnjenje ovakve aktivacije je organizacija kortikospinalnog trakta, naime kod osoba s kontralateralnom organizacijom s UCP te kod osoba urednog razvoja kod kojih je također prisutna kontralateralna organizacija, senzorni i motorni trakt su u istoj hemisferi dok se kod osoba s ipsilateralnom organizacijom nalaze u različitim hemisferama jer je senzorički trakt uvijek kontralateralne organizacije. Kod ipsilateralne organizacije stoga često postoje problemi senzorne integracije, posebice kod neodgovarajućih signala koje pruža iluzija zrcala. Ovo istraživanje pruža neurofiziološki dokaz koji podupire terapiju zrcalom kao učinkovitu kod osoba s UCP s kontralateralnom kortikospinalnom organizacijom. Različite kortikospinalne organizacije kod djece s UCP vode do različitih odgovora na tretmane što treba imati na umu pri odabiru odgovarajućeg pristupa. Još jedno istraživanje koje se bavilo pozadinskim mehanizmom terapije zrcalom je istraživanje Weisstanner i sur. (2017). Istraživači su ispitali uzorak neuralne aktivacije kod osoba s UCP očuvane kontralateralne spinalne organizacije. Otkrivena je aktivacija na području dorzolateralnog prefrontalnog korteksa i prednjeg cingularnog korteksa zahvaćene i nezahvaćene ruke pri bimanualnim aktivnostima sa zrcalom. U unimanualnim aktivnostima učinak se nije pokazao značajnim. Iz ovoga se može zaključiti da terapija zrcalom uzrokuje aktivaciju područja korteksa uključenih u detekciju vizualnih konflikta i kognitivnu kontrolu za rješavanje tog konflikta. Budući da je učinak vidljiv samo za vrijeme izvođenja bimanualnih aktivnosti, možemo pretpostaviti da je bimanualni pristup pri terapiji zrcalom učinkovitiji kod djece s UCP s kontralateralnom kortikalnom organizacijom.

Ranija istraživanja ovog područja istraživala su utjecaj vizualnog feedbacka zrcala pri izvođenju aktivnosti kinematski različitih značajki na neuromuskulatornu aktivnost. Feltham i sur. (2010) istražili su utjecaj vizualnog feedbacka zrcala na neuromuskulatornu aktivaciju mišića ruku pri bimanualnoj aktivnosti kod djece s UCP. Došli su do zaključka da je korištenje zrcala pri izvođenju bimanualnih pokreta dovelo do kraćih perioda ekscentričnih aktivacija mišića i stoga duže periode neaktivnosti mišića fleksora lakta zahvaćene ruke nego u situaciji promatranja obje ruke. Premda djeca s UCP inače pokazuju više rezultate EMG snimanja mišića od djece urednog razvoja, ovi rezultati pokazuju poželjan učinak smanjenja pretjerane neuromuskulturne aktivnosti kod djece s UCP. Istraživanje Feltham i sur. (2011) bavilo se pitanjem jesu li učinci terapije zrcalom kod djece s UCP uzrokovani zrcalnim feedbackom ruke, bez obzira koja se ruka promatra, kao posljedica percepcije simultanog kretanja ruku ili vizualni feedback nezahvaćene ruke uzrokuju pozitivne učinke terapije. Kao što je već navedeno, djeca s UCP pri aktivnostima ruku pokazuju veću neuromuskulatornu napetost i dulje periode ekscentrične i koncentrične aktivnosti mišića u usporedbi s djecom urednog razvoja. Vizualni feedback zrcala rezultirao je smanjenjem ekscentrične aktivnosti zahvaćene ruke upoređujući sa situacijom bez zrcala. Ovaj je učinak prisutan samo pri promatranju zrcalne slike nezahvaćene ruke, promatranje zahvaćene ruke nije dovelo do smanjenja aktivnosti. Može se zaključiti da pozitivni učinci terapije zrcalom kod djece s UCP nisu rezultat percepcije simetričnog kretanja udova nego je potrebno zrcaljenje pokreta nezahvaćene ruke kako bi se postiglo smanjenje ekscentrične neuromuskulturne aktivnosti. Još jedno istraživanje koje proučava učinke vizualnog feedbacka pri izvođenju bimanualnih aktivnosti kod osoba s UCP je istraživanje Smorenburg i sur. (2012). Proučavana je točnost pri zadacima imitiranja položaja zadane ruke koristeći suprotnu ruku. Izvođenje zadataka sa zrcalom između ruku dovelo je do veće točnosti imitiranja. Vizualni feedback pozitivno je utjecao na preciznost pokreta izvođenih zahvaćenom rukom kod nekih ispitanika. Također, preciznost je značajno bolja u bimanualnim aktivnostima nego u unimanualnim što također pokazuje prednost bimanualnog pristupa terapiji zrcalom osoba s UCP. Smorenburg i sur. (2011) ispitali su i učinak vizualnog feedbacka na proprioceptivnu svjesnost položaja zgloba djece s UCP. Pri aktivnosti imitiranja položaj zadane ruke aktivno pomičući suprotni ud pokazalo se da imitiranje zahvaćenom rukom bez zrcala rezultiralo većom greškom nego u situaciji sa feedbackom zrcala. Točnost imitiranja položaja se pokazala boljom što je udaljenost koju je ruka morala preći bila manja. Iz ovoga se može vidjeti da je inicijalna udaljenost udova značajan faktor koji treba uzeti u obzir pri izvođenju i mjerenju aktivnosti.

Istraživanja koja su se bavila provođenjem i mjerenjem učinaka provedenih tretmana terapije zrcalom pokazuju različite pozitivne učinke terapije. Dakako, najznačajniji učinak funkcionalnog oporavka zahvaćene ruke. Derakhshanrad i sur. (2017) promatrali su učinke 2-tjednog tretmana terapije zrcalom na motornu kontrolu gornjih ekstremiteta osoba s UCP. Procjena funkcionalnosti pokazala je porast rezultata nakon tretmana te opadanje nakon izuzeća tretmana što se može pripisati kratkom trajanju. Ispitivači su rezultate opisali u kontekstu Neuro-okupacijskog modela koji zaključuje da promjene u vizualnom senzoričkom sustavu kao posljedica promatranja refleksije nezahvaćene ruke u zrcalu dovode do promjena u senzoričkom korteksu i poboljšanja ispitanikove motorne kontrole. Gygax i sur. (2011) istražili su učinke terapije na snagu hvata i funkcionalnost ruke. Nakon 3 tjedna tretmana, ispitanici koji su koristili zrcalo značajno su povećali snagu hvata te poboljšanje na u upitniku funkcionalnosti gornjeg ekstremiteta. Terapija zrcalom se pokazala kao dobar pristup poboljšanju snage i dinamičke funkcionalnosti zahvaćene ruke djece s UCP. Još jedno istraživanje koje se bavilo se ispitivanjem funkcionalnosti zahvaćene ruke je istraživanje Elanchezhian i Kumari (2019). Rezultati eksperimentalne skupine koja je provodila pokrete ispred zrcala nakon 4 tjedna tretmana bili su značajno viši u usporedbi s kontrolnom skupinom. Vidljivo je smanjenje spastičnosti, poboljšanje spretnosti prstiju te grubih motoričkih vještina i funkcionalnosti ruke. Shahanawaz i Sayali (2015) došli su do zaključka da je 3-tjedni tretman terapije zrcalom kod ispitanice dovelo do porasta rezultata na području hvata i uzorka kretanje ruke te poboljšanja efikasnosti i brzine zahvaćene ruke. U istraživanju Gaillard i sur. (2018) procjena funkcionalnih aktivnosti zahvaćene ruke nije pokazala statistički značajnu razliku eksperimentalne i kontrolne skupine nakon petotjednog tretmana, ali je rezultat skupine koja je provela tretman terapije zrcalom viši. Ova bi razlika mogla biti statistički značajna na većoj skupini ispitanika. Ispitivanje učinka tretmana terapije zrcalom u trajanju od 4 tjedna na motoričke funkcije zahvaćene ruke ispitanice s UCP koje su proveli Jung i sur. (2017) pokazalo je pozitivne promjene na svim procjenama funkcionalnosti ruku te procjeni motivacije i koncentracije djeteta.

Mnogi istraživači su željeli ispitati učinke kombiniranja terapije zrcalom sa drugim oblicima terapije koji se koriste kod osoba s UCP. Farzamfar i sur. (2017) svojim su istraživanjem ispitali učinke motoričkog treninga u terapiji zrcalom na vještine grube motorike. Nakon 16 tretmana terapije zrcalom, gruba motorička spretnost poboljšala se u obje, eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini, ali je skupina koja je vježbe izvodila sa zrcalom pokazala značajno viši rezultat grube motorike zahvaćene ruke. Iako se motorički trening pokazao učinkovitim za grubu motoriku

ruku, kombinacija sa terapijom zrcalom može značajno doprinijeti uobičajenom motoričkom treningu. Zajednički učinak vježbi snage i terapije zrcalom istražili su Kara i sur. (2020). Rezultati pokazuju značajno povećanje rezultata eksperimentalne skupine u usporedbi s kontrolnom skupinom koja je provodila okupacijske aktivnosti. Rezultat djece koja su provodila tretman sa zrcalom je viši na ukupnom rezultatu upitnika funkcionalnosti ruke i podskalama disociranih pokreta, hvata i nošenja težine, zatim upitniku okupacijskih vještina i podskalama izvođenja pokreta i zadovoljstva te na mjerenjima mišićne snage zahvaćene ruke. Istraživanje Nour i sur. (2016) imalo je za cilj odrediti utjecaj kombinacije HABIT okupacijske terapije i terapije zrcalom na jačinu hvata djece s UCP. Vidljiv je napredak obje skupine nakon tretmana te na ponovljenoj procjeni, ali razlika nije statistički značajna. Ipak, rezultati upućuju na pozitivne učinke kombiniranja ovih terapija na jačinu hvata zahvaćene ruke. Narimani i sur. (2019) ispitali su učinke provođenja terapije zrcalom zajedno s uobičajenim vježbama spretnosti i hvata. Nakon tretmana vidljiv je značajno veći porast rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine u spretnosti. U jačini hvata ne postoji značajna razlika skupina. Rezultati ukazuju na prednost kombinacije terapije zrcalom s konvencionalnim rehabilitacijskim programima kako bi se postigao maksimalni napredak funkcionalnosti ruku. U istraživanju Korkem (2017) istražen je učinak primjene terapije zrcalom uz fizioterapiju. U periodu tretmana u kojem je provedena samo fizioterapija rezultati procjene nisu pokazali značajan napredak. U drugom dijelu tretmana dodana je terapija zrcalom uz fizioterapijske vježbe i pronađena je značajna razlika u gruboj motorici, funkcionalnim vještinama gornjih ekstremiteta, pokretljivosti zglobova, izjavama slike o tijelu, razini funkcionalne samostalnosti, razini cerebralne reorganizacije te kvalitete života. Istraživanje Elsepaee i sur (2016) ispitalo je učinak provođenja terapije zrcalom zajedno s programom fizikalne terapije. Eksperimentalna skupina koja je vježbe izvodila ispred zrcala imala je značajno više rezultate na procjeni motorike od kontrolne na podskalama hvat, manipulacija objektom i snaga hvata. Utjecaj terapije zrcalom na taktilno prepoznavanje i percepciju kod djece s UCP istražili su Auld i sur. (2016). Osim motoričkih vježbi, tretman terapije zrcalom sadržavao je i taktilne stimulanse. Nakon tretmana poboljšana je taktilna percepcija kod 4 ispitanika, a kod ispitanika kontrolne skupine ostala je nepromijenjena. Jednokratni tretman taktilne stimulacije u terapiji zrcalom pokazao se kao potencijalno dobar oblik terapije taktilne percepcije djece s UCP.

Uz terapiju zrcalom, jedan od najčešće korištenih pristupa rehabilitaciji osoba s UCP je CIMT (Contain induced movement therapy) (Sharan i Rajkumar, 2018). Istraživanja koja slijede su napravila usporedbu učinkovitosti ova dva pristupa. Istraživanje koje uspoređuje CIMT i

terapiju zrcalom je provela Stasiulienė (2017). Ispitanici su učinili na funkcionalnost ruke i brigu o sebi. Zaključeno je da je svaka terapija imala svoje prednosti. CIMT je pokazala poboljšanje funkcionalnosti ruke, supinaciju podlaktice, položaj zgloba i radijalnu devijaciju te vještine brige o sebi. Terapija zrcalom također je poboljšala funkcionalnost ruku, supinaciju podlaktice, položaj zgloba i radijalnu devijaciju, a vještine brige o sebi su se poboljšale na 6 područja. Uspoređujući dvije terapije, terapija zrcalom je imala značajno veći utjecaj na poboljšanje funkcionalnosti ruke od CIMT pristupa. Još jedno istraživanje koje uspoređuje ove dvije terapije je ono Sharan i Rajkumar (2018). Ispitanici su prije tretmana imali ortopedsku operaciju spastičnosti. Nakon 6 tjedana, skupina koja je provodila CIMT imala je bolje rezultate na procjenama funkcionalnosti. Iako se CIMT pokazao učinkovitijim kod osoba s UCP koje su podvrgnute ortopedskoj operaciji spastičnosti, obje su skupine pokazale napredak s obzirom na početni rezultat.

Terapija zrcalom je lako primjenjiv, bezbolan, povoljan terapijski pristup sa jednostavnim zahtjevima za dodatnom opremom (Farzamfar i sur., 2017). Istraživanje koje se bavi primjenjivošću terapije zrcalom u praksi je istraživanje Pasquet i sur. (2016). Cilj je bio evaluirati primjenjivost i pridržavanje ispitanika tretmanu terapije zrcalom. Prema prikupljenim podacima praćenja programa koji se provodio kod kuće procijenjeno je da su sva djeca završila zadani program i bila zadovoljna rezultatom. Pridržavanje programa pokazalo se dobrim sa 86% izvedenih vježbi. Još je vidljivo smanjenje vremena provedenom u vježbanju u početnom i završnom tjednu. Samo-rehabilitacija je lako primjenjiva i dobro prihvaćena metoda terapije kod djece s UCP. Ovaj samo-rehabilitacijski program terapije zrcalom pokazao se kao dobro izvediv sa visokim postotkom pridržavanja programa.

5. Literatura

1. Auld, M. L., Johnston, L. M., Russo, R. N., Moseley, G. L. (2016). A single session of mirror-based tactile and motor training improves tactile dysfunction in children with unilateral cerebral palsy: a replicated randomized controlled case series. *Physiotherapy Research International*, 22(4), e1674. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27530980/>
2. Babić, M. (2016). *Terapija zrcalom u rehabilitaciji osoba nakon moždanog udara. (Diplomski rad)*. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
3. Bruchez, R., Jequier Gyax, M., Roches, S., Fluss, J., Jacquier, D., Ballabeni, P., Grunt, S., Newman, C. J. (2016). Mirror therapy in children with hemiparesis: a randomized observer-blinded trial. *Developmental medicine and child neurology*, 58(9), 970–978. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27046296/>
4. Deconinck, F. J., Smorenburg, A. R., Benham, A., Ledebt, A., Feltham, M. G., Savelsbergh, G. J. (2015). Reflections on mirror therapy: a systematic review of the effect of mirror visual feedback on the brain. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(4), 349–361. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25160567/>
5. Derakhshanrad, S. A., Piven, E., Ghoochani, B. Z., Toosi, S. (2017). Effect of Mirror Therapy on Upper Limb Function: A Single Subject Study. *Iranian Rehabilitation Journal*, 15(3), 227-234. Preuzeto s https://www.researchgate.net/publication/321255084_Effect_of_Mirror_Therapy_on_Upper_Limb_Function_A_Single_Subject_Study
6. Elanchezhian, C., Swarna Kumari, P. (2019). Mirror therapy to improve hand function in spastic cerebral palsy children. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 10(3), 2381-2387. Preuzeto s <https://www.scopus-com.ezproxy.nsk.hr/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073406680&origin=inward&txGid=f35509a74aee85ddff48f4d212a9543e>
7. Elsepae, M. I., Elhadidy, E. I., Emara, D. H. A. A. M., Nawar, E. A. E. (2016). Effect of mirror visual feedback on hand functions in children with hemiparesis. *International Journal of Physiotherapy*, 3(2), 147-153. Preuzeto s https://www.researchgate.net/publication/301252859_Effect_of_Mirror_Visual_Feedback_on_Hand_Functions_in_Children_with_Hemiparesis

8. Ezendam, D., Bongers, R., Jannink, M. (2009). Systematic review of the effectiveness of mirror therapy in upper extremity function. *Disability and rehabilitation*. 31(26), 2135–2149. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19903124/>
9. Farzamfar P., Heirani A., Sedighi M. (2017). The Effect of Motor Training in Mirror Therapy on Gross Motor Skills of the Affected Hand in Children With Hemiplegia. *Iranian Rehabilitation Journal*. 15(3), 243-248. Preuzeto s <http://irj.uswr.ac.ir/article-1-723-en.html>
10. Feltham M.G., Ledebt A., Deconinck F.J., Savelsbergh G.J. (2010) Mirror visual feedback induces lower neuromuscular activity in children with spastic hemiparetic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 31(6), 1525-1535. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20591615/>
11. Gaillard, F., Samson, E., Rauscent, H., Bonan, I. (2018). Investigations of the effects of mirror therapy in children with unilateral cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61, e305-e306. Preuzeto s https://www.researchgate.net/publication/326407492_Investigations_of_the_effects_of_mirror_therapy_in_children_with_unilateral_cerebral_palsy
12. Gordon, A. M., Bleyenheuft, Y., Steenbergen, B. (2013). Pathophysiology of impaired hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 55 (Suppl 4), 32–37. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24237277/>
13. Grunt, S., Newman, C. J., Saxer, S., Steinlin, M., Weisstanner, C., Kaelin-Lang, A. (2017). The Mirror Illusion Increases Motor Cortex Excitability in Children With and Without Hemiparesis. *Neurorehabilitation and neural repair*, 31(3), 280-289. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27909072/>
14. Gygax, M. J., Schneider, P., Newman, C. J. (2011). Mirror therapy in children with hemiplegia: a pilot study. *Developmental medicine and child neurology*, 53(5), 473–476. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21410693/>
15. Jung, M., Wachter, S., Tomczak, M. (2017). Single Case Study on the Effects of Mirror Therapy on Motor Functions in a Child with Hemiparesis. *Physioscience*, 13(2), 65-72. Preuzeto s http://apps.webofknowledge.com.ezproxy.nsk.hr/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=D1SrTjnkTjW6DisMRwH&page=1&doc=1

16. Kapitanović Vidak, H., Grubešić, Z., Kapitanović, S. (2008). Polimorfizmi gena za citokine, perinatalna infekcija i cerebralna paraliza. *Paediatrica Croatica*, 52(3), 151-157. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/29600>
17. Kara, O. K., Yardimci, B. N., Sahin, S., Orhan, C., Livanelioglu, A., Soylu, A. R. (2020). Combined Effects of Mirror Therapy and Exercises on the Upper Extremities in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Developmental Neurorehabilitation*, 23(4), 253-264. Preuzeto s <https://www-tandfonline-com.ezproxy.nsk.hr/doi/full/10.1080/17518423.2019.1662853>
18. Katušić, A. (2012). Cerebralna paraliza: redefiniranje i reklasifikacija. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 48(1), 117-126. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/79027>
19. Korkem, D. (2017). *Investigation of the Effectiveness of Mirror Therapy in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy*. (Doktorska disertacija). Institute of Health Sciences, İstanbul University, İstanbul. Preuzeto s https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=od_4268:919a6d0d99cf0141c45dcbd7eab5d08f
20. Kraguljac, D., Brenčić, M., Zibar, T., Schnurrer Luke-Vrbanić, T. (2018). Rehabilitacija djece s cerebralnom paralizom. *Medicina Fluminensis*, 54(1), 6-17. https://doi.org/10.21860/medflum2018_192883
21. Krigger, K.W. (2006.) Cerebral Palsy: An Overview. *American Family Physician*. 73 (1), 91-100. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16417071/>
22. Mejaški Bošnjak, V., Đaković, I. (2013). Europska klasifikacija cerebralne paralize. *Paediatrica Croatica*, 57, 93-97. Preuzeto s <http://www.hpps.com.hr/sites/default/files/Dokumenti/2013/pdf/Dok%2019.pdf>
23. Narimani, A., Kalantari, M., Dalvand, H., Tabatabaee, S. M. (2019). Effect of Mirror Therapy on Dexterity and Hand Grasp in the Children Aged 9-14 Years Old with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Iranian Journal of Child Neurology*, 13(4), 135-142. Preuzeto s <http://journals.sbm.ac.ir/ijcn/article/view/20354>
24. Nour, A. A. A., Saleh, M. G., Elnagmy, E. H. (2016). Impact of combining mirror therapy and habit on hand grip strength in children with hemiparesis. *International journal of physiotherapy*, 3(4), 460-468. Preuzeto s http://apps.webofknowledge.com.ezproxy.nsk.hr/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=6&SID=D1SrTjnkTjW6DisMRwH&page=1&doc=1

25. Park, E. J., Baek, S. H., Park, S. (2016). Systematic review of the effects of mirror therapy in children with cerebral palsy. *Journal of physical therapy science*, 28(11), 3227–3231. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27942154/>
26. Pasquet, T., Gaillard, F., Newman, C. J., Jequier Gygax, M., Le Cornec, C., Bonan, I., Rauscent, H. (2016). Feasibility of a self-rehabilitation program by mirror therapy in children with hemiplegic cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* (59), e9. Preuzeto s <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065716301038>
27. Petrović, D., Bošnjak Nađ, K., Tomašković, M. (2018). Cerebralna paraliza i registar djece s cerebralnom paralizom. *Medicinski vjesnik*, 50(Suppl. 1), 56-58. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/200409>
28. Ramachandran, V. S., Altschuler, E. L. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain : a journal of neurology*, 132(7), 1693–1710. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19506071/>
29. Rothgangel, A. S., Braun, S. M. (2013): Mirror therapy: Practical protocol for stroke rehabilitation. Munich: Pflaum Verlag.
30. Sakzewski, L., Ziviani, J., Boyd, R. N. (2014). Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133(1), e175–e204. Preuzeto s <https://doi.org/10.1542/peds.2013-0675>
31. Shahanawaz S. D., Sayali, M. Y. (2015). Effect of Mirror Therapy on Hand Functions in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Case Study. *International Journal of Neurologic Physical Therapy*, 1(1), 5-9. Preuzeto s <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=391&doi=10.11648/j.ijnpt.20150101.12>
32. Sharan, D., Rajkumar, J. S. (2018). A comparative study on the effectiveness of mirror therapy and constraint induced movement therapy in cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61, e59-e59. Preuzeto s <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065718302033>
33. Smorenburg, A. R., Ledebt, A., Feltham, M. G., Deconinck, F. J., Savelsbergh, G. J. (2011). The positive effect of mirror visual feedback on arm control in children with spastic hemiparetic cerebral palsy is dependent on which arm is viewed. *Experimental brain research*, 213(4), 393–402. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21766223/>

34. Smorenburg, A. R., Ledebt, A., Deconinck, F. J., Savelsbergh, G. J. (2012). Matching accuracy in hemiparetic cerebral palsy during unimanual and bimanual movements with (mirror) visual feedback. *Research in developmental disabilities*, 33(6), 2088–2098. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22771984/>
35. Smorenburg, A. R., Ledebt, A., Deconinck, F. J., Savelsbergh, G. J. (2011). Visual feedback of the non-moving limb improves active joint-position sense of the impaired limb in Spastic Hemiparetic Cerebral Palsy. *Research in developmental disabilities*, 32(3), 1107–1116. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21306868/>
36. Stasiulienė, K. (2017). *Impacts of constraint-induced movement therapy and mirror therapy for children with cerebral palsy to hand function and self-care: Master's thesis* (Diplomski rad). Lithuanian University of health sciences, Kaunas.
37. Weisstanner, C., Saxer, S., Wiest, R., Kaelin-Lang, A., Newman, C. J., Steinlin, M., Grunt, S. (2017). The neuronal correlates of mirror illusion in children with spastic hemiparesis: a study with functional magnetic resonance imaging. *Swiss Medical Weekly*, 147, w14415. Preuzeto s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28322427/>