

**UNIVERZA V LJUBLJANI
ZDRAVSTVENA FAKULTETA
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

Manca Groznik

**VPLIV VADBE PROTI UPORU NA ZMOGLJIVOST
OTROK S CEREBRALNO PARALIZO – pregled
literature
diplomsko delo**

**THE EFFECT OF RESISTANCE TRAINING ON
PERFORMANCE OF CHILDREN WITH CEREBRAL
PALSY – literature review
diploma work**

Mentor: izr. prof. dr. Alan Kacin, dipl. fiziot.

Somentorica: asist. dr. Tina Grapar Žargi, dipl. fiziot.

Recenzentka: doc. dr. Urška Puh, dipl. fiziot.

Ljubljana, 2018

ZAHVALA

Za pomoč pri izbiri teme, strokovno usmerjanje in pomoč pri izdelavi diplomskega dela se zahvaljujem somentorici asist. dr. Tini Grapar Žargi, dipl. fiziot. Za vso pomoč se zahvaljujem tudi mentorju izr. prof. dr. Alanu Kacinu, dipl. fiziot. in recenzentki doc. dr. Urški Puh, dipl. fiziot. Za lektoriranje se zahvaljujem Tanji Božić.

Še posebej se zahvaljujem svoji družini in prijateljem za vse spodbude in podporo med študijem in med pisanjem diplomskega dela.

IZVLEČEK

Uvod: Cerebralna paraliza je nenapredujoča kronična encefalopatija, ki vodi do nevroloških motenj in je najpogostejša motorična motnja otrok. Pri otrocih s cerebralno paralizo so lahko prisotne različne oblike okvarjene mišične funkcije, kot so spastičnost, mišična oslabeledost in izguba hotene kontrole gibanja. Vse te oblike okvarjene mišične funkcije ovirajo izvedbo vsakodnevnih dejavnosti in sodelovanja pri otrocih s cerebralno paralizo. Za izboljšanje mišične zmogljivosti pri otrocih s cerebralno paralizo so v uporabi različne metode, med katere sodi progresivna vadba proti uporju. **Namen:** Namen diplomskega dela je s pregledom literature ugotoviti vpliv vadbe proti uporju na mišično zmogljivost in funkcijske aktivnosti otrok s cerebralno paralizo. **Metode dela:** Izvedli smo sistematični pregled randomiziranih kontroliranih poskusov po podatkovnih zbirkah Cinahl, Medline, Cochrane in PEDro. **Rezultati:** Na podlagi izločitvenih kriterijev je bilo v pregled vključenih sedem randomiziranih kontroliranih raziskav. V petih raziskavah so avtorji kot metodo uporabili vadbo proti uporju, v dveh raziskavah pa kombinacijo vadbe proti uporju in aerobne vadbe na sobnem kolesu. V šestih raziskavah so ugotovili statistično pomembno izboljšanje mišične jakosti med skupinama, v dveh raziskavah so poročali o pomembnem izboljšanju parametrov hoje. Avtorji raziskav niso poročali o pomembnih učinkih na premičnost, grobo gibalno funkcijo ali vzdržljivost med skupinama. Vse raziskave so učinke vadbe primerjale s kontrolno skupino, ki je v vmesnem času obiskovala običajno fizioterapijo. **Razprava in zaključek:** Vadbo proti uporju lahko pri otrocih s cerebralno paralizo na podlagi izsledkov raziskav označimo kot učinkovito sredstvo za povečanje mišične jakosti, ne pa tudi za izboljšanje drugih funkcijskih sposobnosti, ki so za preiskovance ključne. Za prenos učinkov izboljšanja mišične jakosti na funkcijske sposobnosti bi vadba morala biti bolj usmerjena v funkcijo in vključevati več komponent, ki so pri posameznikih s cerebralno paralizo pogosto okvarjene. Za bolj zanesljive sklepe bi bilo potrebno izvesti več raziskav, ki bi učinke spremljale tudi dolgoročno. Med izvajanjem raziskav avtorji niso poročali o škodljivih učinkih, kot sta spastičnost in zmanjšanje gibljivosti.

Ključne besede: cerebralna paraliza, vadba proti uporju, otroci, mišična jakost

ABSTRACT

Introduction: Cerebral palsy is an unprogressive chronic encephalopathy that leads to neurological disorders and is the most common childhood motor disability. Children with cerebral palsy suffer from impaired muscle function, such as spasticity, muscle weakness and loss in voluntary motor control which affects activity and social participation. Studies use various types and combinations of strength training, one of which is progressive resistance exercise. **Purpose:** The purpose of this study is to determine the effect of resistance training on muscle performance and functional activities of children with cerebral palsy. **Methods:** A systematic review of randomized controlled trials was conducted in databases Cinahl, Medline and PEDro. **Results:** According to exclusion criteria seven randomized controlled studies were included in the analysis. Five studies used progressive resistance exercise, while two studies used a combination of resistance exercise and aerobic exercise of stationary cycling. Six studies reported significant improvement in muscle strength between groups, two studies reported significant improvement in parameters of walking. Studies did not report any significant effects on mobility, gross motor function or endurance between groups. All studies compared the effects of exercise to a control group, which continued with their usual physiotherapy during the time of study. **Discussion and conclusion:** Evidence suggest resistance training is an effective method of muscle strengthening in children with cerebral palsy, but it is not so effective when improving other functional abilities which are important for participants. To improve complex functional abilities the exercise plan should be more task oriented and reach more components that are often impaired in individuals with cerebral palsy. To reach more substantial conclusions further studies that would evaluate long-term effects are needed. While participating in the programme, no adverse effects like spasticity or impaired flexibility were reported.

Keywords: cerebral palsy, resistance training, children, muscle strength

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Populacijske značilnosti.....	1
1.2	Znaki in simptomi.....	2
1.3	Fizioterapevtska obravnava otrok s cerebralno paralizo.....	4
1.4	Pomen zmogljivosti mišic.....	6
2	NAMEN	8
3	METODE DELA.....	9
4	REZULTATI	10
4.1	Značilnosti preiskovancev	10
4.2	Kakovost člankov in ocenjevalne metode.....	12
4.3	Značilnosti izvajanja obravnav	15
4.4	Učinki.....	18
5	RAZPRAVA.....	21
6	ZAKLJUČEK	27
7	LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI.....	28
8	PRILOGE	
8.1	Razvrstitev otrok s CP glede na funkcijsko prizadetost grobe motorike	
8.2	Klasifikacije cerebralne paralize	

KAZALO TABEL

Tabela 1: Značilnosti preiskovancev	12
Tabela 2: Kakovost raziskav in merilna orodja	14
Tabela 3: Značilnosti izvedenih obravnav	16
Tabela 4: Kratkoročni učinki obravnav	18
Tabela 5: Dolgoročni učinki obravnav	20

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

CP	Cerebralna paraliza
CP-ISRA	Mednarodno združenje za šport in rekreacijo oseb s cerebralno paralizo (angl. Cerebral Palsy International Sports and Recreation Association)
GMFCS	Sistem za razvrščanje otrok s cerebralno paralizo glede na grobe gibalne funkcije (angl. Gross Motor Function Classification System)
GMFM	Mere grobih gibalnih funkcij (angl. Gross Motor Function Measure)
PRE	Progresivna vadba proti uporabi (angl. Progressive Resistance Training)
SCPE	Evropski register cerebralne paralize (angl. Surveillance of CP in Europe)

1 UVOD

Cerebralna paraliza (CP) je nenapredujoča kronična encefalopatija, ki vodi do nevroloških motenj (Fernandes et al., 2012) in je najpogostejša motorična motnja otrok (Chen et al., 2012). Najnovejša definicija opisuje CP kot skupino motenj v razvoju gibanja in drže, ki so posledica nenapredujoče okvare možganov razvijajočega se ploda ali dojenčka (Groleger-Sršen, 2014), kar povzroča omejitve v funkcionalnih dejavnostih (Bax et al., 2005; Meško et al., 2017).

Okvara se pojavi do starosti dveh let ter vpliva na centralni živčni sistem (Fernandes et al., 2012), kar povzroči okvare v živčno-mišičnem, mišično-kostnem in čutilnem sistemu otrok. To vodi do skupine motenj gibanja in drže ter zmanjšane samostojnosti, kar privede do sedečega načina življenja in negativnega vpliva na otrokov telesni razvoj (Özal et al., 2016; Chen et al., 2012). Okvare omejujejo otrokovo dejavnost in sodelovanje (Rosenbaum et al., 2007).

1.1 Populacijske značilnosti

Pogostost CP se je sprva hitro zmanjševala, nato pa se je, zaradi izboljšanja perinatalne oskrbe in razvoja intenzivne medicine, ki sta na račun povečane obolevnosti omogočila preživetje novorojenčkov z zelo nizko porodno težo, povečala (Kržišnik et al., 2014). Prevalenca bolezni se v razvitih državah ne spreminja in se giblje med 1,5 in 2,5 okvar na 1000 rojstev (Fernandes et al., 2012), v Sloveniji ta znaša 2,2 na 1000 živorojenih otrok (Kržišnik et al., 2014), običajno diagnozo pri otroku pa postavijo do starosti dveh let (Ashwal et al., 2004). Med strokovnjaki velja mnenje, da zgodnje odkrivanje motenega razvoja in zgodnje ukrepanje s terapevtskimi postopki zmanjša nevarnost razvoja CP oziroma vpliva na bolj ugoden izid razvoja (Damjan, Groleger-Sršen, 2010). Vzroki za razvoj CP so lahko kongenitalni, neonatalni (nedonošenost in možganske krvavitve) ter postnatalni (poškodba, metabolična encefalopatija, okužbe in zastrupitve). Poznavanje natančne etiologije v praksi ni ključnega pomena (Miller, 2005). CP povzročijo poškodbe v delih možganov, ki uravnavajo mišični tonus, reflekse, držo in gibanje. Vpliv na tonus in reflekse je odvisen od lokacije in obsežnosti okvare, prav tako je od teh dveh dejavnikov odvisen tudi tip in stopnja bolezni (ACSM, 2014).

Oblike CP je možno razvrstiti po različnih klasifikacijah, ki temeljijo na stopnji prizadetosti, topografski razdelitvi, motorični funkciji ali sposobnosti na lestvici GMFCS (Sistem za razvrščanje otrok s CP glede na grobe gibalne funkcije) (Priloga 1, 2). Pogosta je razvrstitev različnih oblik CP, ki izhaja iz prevladujoče motorične prizadetosti. CP delimo na spastične oblike (tetraplegija, diplegija, hemiplegija), ataksično obliko, diskinetično obliko ter hipotonično obliko (Kržišnik et al., 2014). Pogostost spastične CP je večja v primerjavi z drugimi oblikami CP in predstavlja 60 odstotkov ugotovljenih primerov (Meško et al., 2017). Za spastično obliko CP je značilen povišan mišični tonus, predvsem v fleksornih mišičnih skupinah zgornjega uda (m. biceps brachii, brachialis, pronator teres) in ekstenzornih mišičnih skupinah spodnjega uda (m. quadriceps, triceps surae). Antagonistične mišice hipertoničnih mišic so navadno šibke. Vzrok te oblike je v poškodbi bazalnih ganglijev srednjega dela možganov. Spastičnost je dinamično stanje, ki se zmanjša s počasnim raztezanjem, toplo zunanjo temperaturo in dobrim položajem. Spastičnost se poveča s hitrimi gibi, nizko zunanjo temperaturo, utrujenostjo in čustvenim stresom (ACSM, 2014).

V Sloveniji deluje nacionalni register CP, ki je del evropskega registra z bazo podatkov v Grenoblu in je del širšega projekta SCPE (Kržišnik et al., 2014).

1.2 Znaki in simptomi

CP je najpogostejši razlog za motnje gibanja v otroštvu. Pri otrocih s CP so lahko prisotne različne oblike okvarjene mišične funkcije, kot so spastičnost, mišična šibkost oz. oslabeledost in izguba hotene kontrole gibanja. Vse te oblike okvarjene mišične funkcije ovirajo izvedbo vsakodnevnih dejavnosti in sodelovanja pri otrocih s CP (Ross, Engsberg, 2007). Motnje mišične funkcije lahko spremljajo motnje sporazumevanja, govora, hranjenja, vedenja, motnje občutenja, spoznavnih funkcij in epilepsija (Carr et al., 2005; Groleger Sršen, 2014). Pogosto je prisoten zaostanek v duševnem razvoju (ACSM, 2014). Motorični znaki bolezni, ki vključujejo pozitivne in negativne značilnosti ter posledice prilagoditve, se razlikujejo med otroki z različnimi tipi CP (Chen et al., 2010). Za pozitivne značilnosti je značilna povečana nehotena frekvenca ali jakost mišične aktivnosti, kot negativne značilnosti pa označimo nezadostno mišično aktivnost ali neustrezen nadzor mišične aktivnosti. Pozitivne značilnosti obsegajo spastičnost in oblike nehotenega gibanja, medtem ko negativne značilnosti vključujejo oslabeledost mišic, izgubo spretnosti in okvaro selektivne motorične kontrole (Givon, 2009). Klinična slika se razvija skozi čas, med otrokovim razvojem,

učenjem, vadbo in terapevtskimi programi ter pod vplivom drugih dejavnikov (Groleger, 2014).

Mišična šibkost oz. oslabeledost je pogosta okvara pri otrocih s CP. Definirana je kot zmanjšanje jakosti ene ali več mišic in predstavlja primarni primanjkljaj, ki prispeva k motorični disfunkciji pri posameznikih s CP (Damiano et al., 1995). Otroci s CP so šibkejši od normalno razvitih otrok, kar omejuje dejavnosti dnevnega življenja, sodelovanje in socialne dejavnosti, pri čemer je mišična šibkost bolj povezana z omejitvami gibljivosti kot s spastičnostjo (Ross, Engsborg, 2007; Scholtes et al., 2010; Givon, 2009). Otrok s CP ima zaradi težav v gibalnem razvoju slabšo razvito grobo gibalno funkcijo. K mišični šibkosti pripomorejo mnogi vzroki; nezmožnost proizvajanja normalne mišične sile, tip mišičnih vlaken, patologija v funkciji motorične enote, kokontraktura agonistov in antagonistov ter velikost mišic in rigidnost (Givon, 2009). Šibkost lahko pripišemo tudi nepopolni rekrutaciji ali zmanjšani aktivnosti motorične enote (Rose, McGill, 2005; Stackhouse et al., 2005), nepravilni koaktivaciji antagonističnih mišičnih skupin (Stackhouse et al., 2005), sekundarnim mioopatijam (Lieber et al., 2004), hitremu pojavu utrujenosti in občutenju napora ter patofiziološkim spremembam v mišici (Stackhouse et al., 2005).

Ker so otroci s CP šibkejši od otrok z običajnim razvojem, šibkost omejuje funkcijo v dnevnih dejavnostih in sodelovanje pri socialnih dejavnostih (Givon, 2009). Obstaja močna povezava med mišično šibkostjo in premičnostjo pri osebah s CP (Ross, Engsborg, 2007). Mišična jakost pri otrocih s CP je povezana tudi s sposobnostjo hoje, funkcionalnimi lestvicami (Eek, Beckung, 2008) in kostno gostoto (Chen et al., 2012).

Pogosta je tudi zmanjšana zmožnost za hojo. Posamezniki s CP običajno hodijo počasneje od vrstnikov brez CP (Damiano, Abel, 1998) in imajo pogosto težave z izvajanjem dejavnosti, kot so hoja po stopnicah, tek ali hoja po razgibanem terenu (Damiano et al., 1995). Sposobnost za hojo se pri mladostnikih in mlajših odraslih z leti zmanjšuje (Jahnsen et al., 2004). Za najbolj pogoste vzorce hoje so značilni pretirana fleksija kolka in kolena, kar nakazuje šibkost plantarnih fleksorjev gležnja, ekstenzorjev kolena in kolka (Rodda, Graham, 2001).

Kljub dejstvu, da CP povzročijo lezije v možganih, ki so nenapredujoče, se simptomi diagnoze spreminjajo med otrokovo rastjo in odraščanjem (Glew, Bennett, 2011). Številni odrasli s CP opažajo poslabšanje grobe motorike, deset odstotkov jih do 35. leta izgubi

sposobnost hoje (Opheim et al., 2009). Izguba gibalnih sposobnosti je povezana z utrujenostjo, bolečino, okvarjenim ravnotežjem in omejitvami sposobnosti sodelovanja v osebno prilagojeni telesni dejavnosti (Waltersson, Rodby-Bousquet, 2017). Štirideset odstotkov odraslih s CP navaja vsakodnevno bolečino, ki je prisotna v sklepih z omejeno gibljivostjo, predvsem v hrbtu in kolkih (Vogtle, 2009). Tako otroci kot tudi odrasli s CP so manj telesno aktivni od njihovih vrstnikov brez diagnoze CP in pogosto ne dosežejo priporočenih smernic telesne dejavnosti (Usuba et al., 2015). Za CP so značilni sekundarni zapleti (skrajšave mehkih tkiv, izpah kolka, skolioza), ki se pojavijo pozneje v razvoju otroka in mladostnika s CP (Groleger, 2014).

1.3 Fizioterapevtska obravnava otrok s cerebralno paralizo

Sodoben koncept razvojno nevrološke obravnave je interdisciplinarni pristop k ocenjevanju in obravnavi otrok s CP z različno okvaro osrednjega živčnega sistema in posledično gibanja, občutenja, zaznavanja in kognitivnih funkcij, kar posledično vodi v večjo sposobnost za polno sodelovanje v vsakodnevnem življenju (Meško, 2017).

Za izboljšanje mišične zmogljivosti pri otrocih s CP so v uporabi različne metode: izokinetična vadba, progresivna vadba proti upor, vadba na kolesu in tekočem traku, vadba z utežmi, vadba jakosti zgornjih udov, vadba v vodi ter elektroterapija (Özal et al., 2016). Med metode za povečanje sposobnosti proizvajanja jakosti pri osebah s CP uvrščamo progresivno vadbo proti upor (McNee et al., 2009; Scianni et al., 2009; Scholtes et al., 2010), katere učinki predstavljajo izboljšanje mišične zmogljivosti, parametrov hoje, motoričnih sposobnosti in kondicioniranja (Scholtes et al., 2010). Pristop progresivne vadbe proti upor temelji na dovolj velikem začetnem bremenu, ki ga postopoma povečujemo v kombinaciji s povečevanjem števila ponovitev (Özal et al., 2016). Raziskave kažejo pozitivne učinke vadbe jakosti in razmerja med mišično močjo in aktivnostjo otrok s CP. Vadba jakosti pri osebah s CP vodi do povečanja mišične moči, gibljivosti, ravnotežja in boljše drže.

Vadba mišične jakosti je sistematičen postopek dviganja, spuščanja ali nadzorovanja težkih bremen (upora), pri čemer se izvaja relativno majhno število ponovitev. Ključna adaptacija na vadbo je povečanje maksimalne mišične sile, kar je posledica izboljšane nevrološkega nadzora in hipertrofije mišice (Kisner, Colby, 2012). Optimalni program za izboljšanje

mišične jakosti vsebuje uporabo visokih bremen z nizkim številom ponovitev (3-8) v več setih z vmesnim počitkom. Če je cilj izboljšanje mišične vzdržljivosti, naj bo breme nižje, število ponovitev pa večje (8-20). Postopoma s posameznikovim napredkom povečujemo breme in/ali število ponovitev. Če želimo izboljšati mišično jakost, je priporočena frekvenca vadb trikrat tedensko (Miller, 2005). Izbor vaj mora temeljiti na potrebah in zmožnostih posameznega pacienta v določenem času, pri tem pa je treba upoštevati prag zmogljivosti mišic za določeno nalogo. Splošno pravilo v nefizioterapiji je, da naj bo število ponovitev vaj, ki jih izvede pacient brez počitka, največ 10, vajo pa naj ponovi v treh nizih z vmesnim krajšim premorom. Pri progresivni vadbi proti uporabi pacient izvaja od 3 do 20 ponovitev s 50 odstotkov ponovitvenega maksimuma (RM) (Puh et al., 2013).

Ker je mišična šibkost v veliki meri povezana z omejitvami gibljivosti, je vadba jakosti zato usmerjena tudi v izboljšanje oz. ohranjanje gibljivosti otrok s CP. Do nedavnega vadba jakosti pri otrocih s CP ni bila priporočljiva oz. je bila odsvetovana, saj naj bi povečala spastičnost. Vendar so raziskave pokazale, da lahko vadba mišične jakosti izboljša jakost mišic spodnjih udov in pri tem ne poveča spastičnosti otrok s CP (Morton et al., 2005). Raziskave poročajo, da se je z izboljšanjem mišične jakosti preko progresivne vadbe proti uporabi posledično povečala premičnost (Andersson et al., 2003).

Osebe s CP vseh tipov imajo zaradi motoričnih okvar, ki omejujejo njihovo sodelovanje v dnevnih telesnih dejavnostih, zmanjšano telesno pripravljenost (Lauruschkus et al., 2013). Nedejavnost posameznikov s CP povzroči izgubo živčno-mišične funkcije med telesno dejavnostjo, kar vključuje zmanjšanje mišične jakosti (Thorpe, 2009). Izgube živčno-mišične funkcije lahko pri preiskovancih s CP preprečimo in izboljšamo s pomočjo vadbe. Vadba za povečanje mišične jakosti lahko le-to poveča v povezavi z izboljšanjem funkcijskih dejavnosti (Blundell et al., 2003), vadba za povečanje vzdržljivosti pa pri osebah s CP izboljša aerobno pripravljenost (Verschuren et al., 2011). Postopoma lahko z napredkom tako pri vadbi za jakost, kot pri vadbi za vzdržljivost, povečujemo zahtevnost vadbe. Prilagoditveni mehanizmi mišice na vadbo vzdržljivosti so drugačni in včasih nasprotni tistim, ki se pojavijo po vadbi jakosti. Vadba za jakost lahko povzroči hipertrofijo mišičnih vlaken in zmanjšanje kapilarne gostote in gostote mitohondrijskega volumna, vadba vzdržljivosti pa povzroči povečanje kapilarne gostote, gostote mitohondrijskega volumna in aktivnost oksidativnih encimov (Kisner, Colby, 2012).

Pristopi neurofizioterapije, namenjeni izboljšanju uravnavanja gibanja in funkcioniranja, vključujejo še razvojno-nevrološko obravnavo (NDT), z omejevanjem spodbujajočo terapijo (CIMT) in ponovno motorično učenje (Lee et al., 2014). Osebe s CP pogosto obravnavamo z intenzivno neurofizioterapijo – t. i. zgodnjo razvojnonevrološko obravnavo po načelih, ki sta jih uvedla zakonca Bobath (Kržišnik et al., 2014).

1.4 Pomen zmogljivosti mišic

Za izvajanje dejavnosti vsakodnevnega življenja sta potrebni določena stopnja mišične zmogljivosti in vzdržljivosti kardiorespiratornega sistema (Puh et al., 2013). Mišična zmogljivost je sposobnost mišice, da izvede gibalno nalogo. Sestavljajo jo tri ključne komponente: mišična jakost, moč in vzdržljivost (Kisner, Colby, 2012). Mišična jakost je maksimalna sila, ki jo je mišica ali mišična skupina sposobna proizvesti pri dani kotni hitrosti v sklepu. Mišična moč je definirana kot mišično delo, opravljeno v določenem času. Mišična vzdržljivost predstavlja sposobnost izvajanja ponavljajočih se ali neprekinjenih aktivnosti nizke intenzivnosti skozi daljše časovno obdobje (NSCA, 2008). Mišična zmogljivost je funkcija lastnosti mišice, živčnih mehanizmov nadzora in dejavnikov okolja in naloge, zato se lahko izboljša s povečanjem velikosti mišice in mehanske učinkovitosti ter z izboljšanjem živčnih funkcij (npr. z učenjem) (Puh et al., 2013).

Nezadostna mišična jakost lahko vodi v zmanjšanje zmožnosti opravljanja osnovnih dejavnosti vsakdanjega življenja. Učinki vadbe za mišično jakost povzročijo fiziološke prilagoditve telesnih sistemov in tkiv. Kot posledica prilagoditev živčnega sistema po 2-3 tednih vadbe, in hipertrofije po obdobju 6-12 tednov vadbe, se poveča maksimalna mišična sila (Kisner, Colby, 2012). Živčni sistem se na vadbo prilagodi z večjim številom in boljšo usklajenostjo vključenih motoričnih enot ter višjo frekvenco proženja akcijskih potencialov (NSCA, 2008). Skeletna mišica se na vadbo prilagodi s hipertrofijo oz. hiperplazijo mišičnih vlaken, pretvorbo tipa vlaken ali zmanjšanjem števila mitohondrijev (Kisner, Colby, 2012).

Otroci s CP imajo zmanjšano sposobnost za sodelovanje v igrah in športnih dejavnostih z zadostno intenziteto za razvoj in ohranjanje ustrezne ravni mišične jakosti (kapacitete za generiranje sile) in kardio-respiratorne pripravljenosti (Bjornson et al., 2007). Medsebojni vpliv teh dejavnikov lahko vodi do neprekinjenega cikla dekondicioniranja in zmanjšanja funkcijskih sposobnosti (Durstine et al., 2000). Te rezultati vzbujajo skrbi, saj lahko

poslabšajo sekundarne vplive, povezane s CP (Fowler et al., 2007) in znižajo splošno zdravstveno stanje in dobro počutje (Rimmer, 2001). Posledično so varne in učinkovite intervencije za izboljšanje mišične jakosti in vzdržljivosti nujne (Fowler et al., 2007).

2 NAMEN

Namen diplomskega dela je s pregledom literature ugotoviti vpliv vadbe proti uporabi na mišično zmogljivost in funkcijske aktivnosti otrok s CP.

3 METODE DELA

Pri diplomskem delu je bila uporabljena metoda pregleda literature. Strokovni članki so bili pregledani v podatkovnih zbirkah Cinahl, Medline, Cochrane Library in PEDro. Do podatkovnih zbirk CINAHL in MEDLINE smo dostopali preko EBSCOhost. Pri iskanju literature so bile uporabljene naslednje ključne besede v različnih kombinacijah besed in besednih zvez v angleškem jeziku: cerebral palsy, strength, training, resistance training, children, physiotherapy, randomized controlled trial. Kakovost vključenih randomiziranih kontroliranih poskusov je bila ocenjena po lestvici PEDro (Physiotherapy Evidence Database).

Vključitveni kriteriji so bili:

- članki v angleškem jeziku objavljeni med letoma 2003 in 2017
- randomizirane kontrolirane raziskave
- ocena po PEDro lestvici 5 ali več
- CP pri otrocih
- vadba za mišično jakost v eksperimentalni skupini

Izključitveni kriteriji so bili:

- članki, starejši od 15 let
- nerandomizirani kontrolirani poskusi
- nedostopnost polnega besedila
- ocena po PEDro lestvici manjša od 5
- vadba odraslih oseb s CP

4 REZULTATI

S pregledom podatkovnih zbirk je bilo najdenih 46 zadetkov, med katerimi je bilo v pregled na podlagi vključitvenih in izključitvenih kriterijev izbranih osem raziskav. V skladu z merili za izključitev je bilo izločenih 38 raziskav. Med izbranimi se dva članka (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011) nanašata na isto raziskavo. Skupno je vključenih sedem raziskav, v katerih so ugotavljali učinkovitost vadbe proti uporabi na zmogljivost otrok s CP. Ugotavljali so učinke vadbe na funkcionalne sposobnosti otrok s CP (Peungsuwan et al., 2017); sposobnost hoje (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Fowler et al., 2010; Lee et al., 2008), mišično jakost spodnjih udov (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003, Chen et al., 2012; Taylor et al., 2013; Fowler et al., 2010; Lee et al., 2008), anaerobno mišično moč (Scholtes et al., 2011), premičnost (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Taylor et al., 2013), vzdržljivost (Scholtes et al., 2011; Fowler et al., 2010) in grobe gibalne funkcije (GMF) (Chen et al., 2012; Fowler et al., 2010).

Uporabili so več tipov vadbe proti uporabi, in sicer progresivno vadbo proti uporabi (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Taylor et al., 2013; Lee et al., 2008), ki je bila lahko povezana z vadbo mišične vzdržljivosti (Peungsuwan et al., 2017), v dveh raziskavah pa so avtorji uporabili kombinacijo vadbe proti uporabi in aerobne vadbe na sobnem kolesu (Chen et al., 2012; Fowler et al., 2010).

Vključeni članki so bili objavljeni med letoma 2003 (Dodd et al., 2003) in 2017 (Peungsuwan et al., 2017).

4.1 Značilnosti preiskovancev

Skupno je v sedmih raziskavah sodelovalo 242 otrok s CP. Devet otrok ni sodelovalo do konca raziskav, zato je na vseh testiranjih sodelovalo 233 otrok. Vzorci so bili različnih velikosti, od 15 (Peungsuwan et al., 2017) do 62 preiskovancev (Fowler et al., 2010). V populaciji, vključeni v raziskave, so bili otroci, najstniki in mlajši odrasli obeh spolov, stari od 4 (Lee et al., 2008) do 22 (Taylor et al., 2013) let. V raziskave sta bili zajeti le dve obliki CP – spastična hemiplegija in spastična diplegija.

Večina raziskav je vključila otroke, ki so bili v sistemu GMFCS uvrščeni v I-III kategorijo (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Fowler et al., 2010), I – II kategorijo (Chen et al., 2012) ali II – III kategorijo (Taylor et al., 2013; Lee et al., 2008). V vseh raziskavah so bili kot vključitveni kriteriji navedeni starost otrok, specifična oblika CP, sposobnost samostojne hoje, pri čemer so pripomočki dovoljeni, zmožnost izvedbe vadbenega programa in testiranja ter sposobnost upoštevanja navodil. Drugi kriteriji so zajemali še dober nadzor vsaj enega uda in izvajanje hotenih izoliranih gibov brez prisotnosti sinergij (Fowler et al., 2010) ter pogoj, da otroci še niso v obdobju pubertete (Chen et al., 2012).

V večini raziskav so izključili otroke, ki so bili vključeni v kakršnokoli terapijo za zdravljenje spastičnosti – terapija z botulinom, mavčenjem ali kirurško zdravljenje v zadnjih treh mesecih (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Fowler et al., 2010; Lee et al., 2008), otroke, pri katerih je bila zaradi pridruženih stanj vadba proti uporju kontraindicirana ali otežena (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Lee et al., 2008), če so bili v obdobju do šest mesecev že vključeni v druge programe za krepitev mišične jakosti (Peungsuwan et al., 2017; Dodd et al., 2003; Taylor et al., 2013; Fowler et al., 2010) ali so bile prisotne skrajšave, ki so omejevale normalen obseg giba (Peungsuwan et al., 2017; Dodd et al., 2003; Taylor et al., 2013; Fowler et al., 2010; Lee et al., 2008), če so bili v zadnjih 12 mesecih operirani zaradi ortopedskih stanj (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Chen et al., 2012; Taylor et al., 2013; Fowler et al., 2010; Lee et al., 2008), če je bila med raziskavo predvidena sprememba spazmolitičnih zdravil (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Lee et al., 2008), ali so bili prisotni nenadzorovani napadi (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Chen et al., 2012), kromosomske nepravilnosti, progresivno nevrolško stanje, ki ni tipično za CP, akutne bolezni (pljučnica), hormonsko neravnovesje in operativna blokada živca v zadnjih treh mesecih (Chen et al., 2012) Izključeni so bili tudi tisti s spremembo dejavnosti v zadnjih treh mesecih, nezmožnostjo izvedbe izoliranega giba gležnja ali kolena (Fowler et al., 2010), nezmožnostjo nadzorovanja vedenja in drugimi hudimi pridruženimi boleznimi (Lee et al., 2008). Značilnosti preiskovancev so podrobneje predstavljene v Tabeli 1.

Tabela 1: Značilnosti preiskovancev

Raziskava	Starost otrok (leta)	Povprečna starost (leta)	Število preiskovancev ob začetku (zaključku)	Vrsta CP
Chen et al., 2012	6 – 12	KS:8.5 ES:8.7	30 (28) KS: 16 (15), ES: 14 (13)	spastična hemiplegija: 8 spastična diplegija: 20
Dodd et al., 2003	8 – 18	KS: 13.5 ES: 12.7	21 KS: 10, ES: 11	spastična diplegija
Fowler et al., 2010	7 – 18	KS: 11.6 ES: 11.1	62 (58) KS: (31) 29, ES: (31) 29	spastična diplegija
Lee et al., 2008	4 – 12	KS: 6.3 ES: 6.3	17 KS: 8, ES: 9	spastična hemiplegija: 8 spastična diplegija: 9
Peungsuwan et al., 2017	7 – 16	KS: 13 ES: 13.5	15 KS: 7, ES: 8	spastična hemiplegija: 4 spastična diplegija: 11
Scholtes et al., 2010 Scholtes et al., 2011	6 – 13	KS: 10.3 ES: 10.3	51 (49) KS: 25, ES: 26 (24)	spastična hemiplegija: 17 spastična diplegija: 32
Taylor et al., 2013	14 – 22	KS: 18.6 ES: 18.2	49 (48)	spastična diplegija

KS: kontrolna skupina, ES: eksperimentalna skupina

4.2 Kakovost člankov in ocenjevalne metode

Vse raziskave so ocenjene po 10-stopenjski lestvici PEDro, povprečna ocena znaša 6,6. Razpon kakovosti študij je bil od ocene 5 (Chen et al., 2012; Lee et al., 2008), ki je predstavljala vključitveni kriterij, do ocene 8 (Scholtes et al., 2011; Taylor et al., 2013). Vsi članki zajemajo randomizirane kontrolirane raziskave, od tega je bilo šest raziskav enojno slepih (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Taylor et al., 2013; Fowler et al., 2010). Dvojno slepih raziskav ni bilo. V štirih raziskavah avtorji navajajo način randomizacije (Dodd, Peung Scholtes et al., 2010; Scholtes

et al., 2011; Taylor et al., 2013), v ostalih treh le omenijo, da je bila randomizacija izvedena (Chen, 2012; Fowler et al., 2010; Lee, 2008).

Kot najpogostejše slabosti so avtorji raziskav navajali premajhen vzorec (Chen et al., 2012; Peungsuwan et al., 2017; Taylor et al., 2013), prekratko obdobje vadbe (Lee et al., 2008; Taylor et al., 2013), pomanjkljivo ocenjevanje in merilna orodja (Chen et al., 2012; Lee et al., 2008; Peungsuwan et al., 2017), pomanjkljivo dokumentiranje drugih dejavnosti, ki bi lahko vplivale na stanje preiskovancev (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Taylor et al., 2013), omejitve vzorca – starost in sposobnosti (Chen et al., 2012), začetne razlike med kontrolno in eksperimentalno skupino (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011) in nekontrolirano okolje, v katerem je potekala vadba (Taylor et al., 2013).

Tabela 2 prikazuje kakovost člankov po lestvici PEDro, merilna orodja, uporabljena v raziskavah, in navaja obdobja, v katerih so bile meritve izvedene.

Tabela 2: Kakovost raziskav in merilna orodja

Raziskava	Ocena po PEDro lestvici	Merilna orodja	Obdobje izvedbe meritev
Chen et al., 2012	5	GMF na BOTMP testu, izokinetična dinamometrija (F in E kolena)	začetek, po 12 t vadbe
Dodd et al., 2003	7	ročni dinamometer (m. jakost PF gležnja in E kolena), GMFM-66 (D, E), hoja po stopnicah, hitrost hoje	začetek, po koncu vadbe (6 t), 12 t po koncu vadbe (18 t)
Fowler et al., 2010	6	<i>peak knee extensor and flexor moment</i> , test 600 Yard Walk-Run Test, 30s test hoje, GMFM-66 (D, E), 3D analiza hoje	začetek, po 12 t vadbe
Lee et al., 2008	5	modificirana Ashworthova lestvica, manualni mišični test, GMFM (D, E, skupna ocena), stranski dvig na stopnico in dvig iz počepa (število ponovitev v 30 min), 3D analiza hoje	začetek, po koncu programa, 6 t po koncu programa
Peungsuwan et al., 2017	7	6-minutni test hoje, 30-s test vstajanja, test funkcijskega dosega, test hoje na 10 m, časovno merjeni test vstani in pojdi	1 t pred začetkom, po koncu vadbe (8t)
Scholtes et al., 2010	7	spastičnost, m. utrujenost, GMFM-66, stranski dvig na stopnico, vstajanje iz sedečega položaja, 6RM potisk nog, test izometrične jakosti SU z ročnim dinamometrom, vprašalnik o premičnosti	začetek, po 6 t vadbe, po 12 t vadbe, 6 t po koncu vadbe
Scholtes et al., 2011	8	spastičnost, goniometer, test hoje na 10 m, 1 min, po stopnicah, vprašalnik o sodelovanju, 20 s Wingate test, 6RM potisk nog, skupna izometrična m. jakost	
Taylor et al., 2013	8	6-minutni test hoje, test hoje na 10 m in po stopnicah, analiza hoje, GMFM-66 (D, E), vprašalnika FMS in FAQ, 1RM potisk z nogami, obrnjen potisk nog	začetek, po 12 t (konec vadbe) in 24 t

BOTMP: Bruininks-Oseretsky test motoričnih sposobnosti (angl. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency), GMF: groba gibalna funkcija (angl. Gross Motor Function), F: fleksija, E: ekstenzija, PF: plantarni fleksorji, GMFM: mere grobih gibalnih funkcij (angl. Gross Motor Function Measure), 6RM: 6-ponovitveni maksimum (6-repetition maximum), SU: spodnji ud, FMS: funkcijska lestvica premičnosti (angl. Functional Mobility Scale), FAQ: Vprašalnik o funkcionalni oceni (angl. Functional Assessment Questionnaire)

4.3 Značilnosti izvajanja obravnav

Značilnosti obravnav kontrolnih in eksperimentalnih skupin v izbranih raziskavah prikazuje Tabela 3.

Obdobje izvajanja vadbe je med raziskavami variiralo od pet tednov (Lee et al., 2008) do dvanajst tednov (Chen et al., 2012; Fowler et al., 2010; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Taylor et al., 2013). Vadba je pri šestih raziskavah potekala trikrat tedensko, in le pri eni dvakrat na teden (Taylor et al., 2013). Trajanje vadbene enote je trajalo od 20 minut (Dodd et al., 2013) do 70 minut (Peungsuwan et al., 2017). Najpogosteje so avtorji kot metodo povečevanja mišične jakosti izbrali progresivno vadbo proti uporu (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Taylor et al., 2013; Lee et al., 2008), v dveh raziskavah pa so uporabili vadbo proti uporu na sobnem kolesu (Chen et al., 2012; Fowler et al., 2010).

Vsi preiskovanci iz kontrolnih skupin so tekom raziskave nadaljevali z običajnimi aktivnostmi. Preiskovanci eksperimentalnih skupin so novo vadbo bodisi dodali običajni terapiji (Dodd et al., 2003; Fowler et al., 2010; Peungsuwan et al., 2017) bodisi običajno terapijo nadomestili (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011).

Tabela 3: Značilnosti izvedenih obravnav

Raziskava	Tip obravnave	Parametri vadbe
Chen et al., 2012	<p>KS: običajna telesna dejavnost pod nadzorom staršev</p> <p>ES: hVCT program (5 min ogrevanja, 20 ponovitev vaj vstajanja iz sedečega položaja, 20 min kolesarjenja, 5 min ohlajanja); Eloton SimCyle sistem</p>	<p>F: 3×/teden</p> <p>I: 70% 1RM</p> <p>TE: 40 min</p> <p>TP: 12 tednov</p> <p>V: /</p> <p>P: povečevanje bremena glede na sposobnost</p>
Dodd et al., 2003	<p>KS: običajna FT (45 min, 1-2×/mesec)</p> <p>ES: običajna FT + vadba proti uporu: 3 krepilne vaje (dvig na prste na steperju, pol-počep (do 30-60°F kolen), stopanje na steper</p> <p>vodili dnevnik</p>	<p>F: 3×/teden</p> <p>I: 8 – 12 ponovitev do utrujanja</p> <p>TE: 20-30 minut</p> <p>TP: 6 tednov</p> <p>V: 3 seti, 8-10 ponovitev</p> <p>P: jopič, dodajali uteži glede na utrujenost (izotonični 8-10 RM); konec 2. in 4. tedna</p>
Fowler et al., 2010	<p>KS: običajna FT</p> <p>ES: običajna FT + kombinirana vadba proti uporu z aerobno vadbo (raztezanje, kolesarjenje na sobnem kolesu (iz dveh delov – krepitev SU in povečevanje vzdržljivosti))</p> <p>dnevnik</p>	<p>F: 3×/teden</p> <p>I: 70-80% HRmax</p> <p>TE: 60 min</p> <p>TP: 12 tednov</p> <p>V: 30 vadb</p> <p>P: po 10 tekočih gibih za 10 lb, 10 stopenj</p>
Lee et al., 2008	<p>KS: običajna FT</p> <p>ES: vadba proti uporu (ogrevanje, počepi, stopnice, izotonične vaje SU, izokinetična vadba na kolesu, ohlajanje)</p>	<p>F: 3×/teden</p> <p>I: za izotonične vaje 1 izmed 3 uteži (0.25, 0.45, 0.9 kg)</p> <p>TE: 60 min</p> <p>TP: 5 tednov</p> <p>V: 2 seta, 10 ponovitev</p> <p>P: /</p>

Peungsuwan et al., 2017	<p>KS: običajna FT (1×/teden)</p> <p>ES: običajna FT (1×/teden) + kombinirana vadba m. jakosti in vzdržljivosti (5 min ogrevanje, 60 min krožna vadba – 15 min sobno kolo, vstajanje iz sede, stopanje na stopnico, 10 min hitra hoja/tek, 5 min ohlajanje)</p>	<p>F: 3×/teden</p> <p>I: 65-85% HRmax</p> <p>TE: 70 min (40 min za 3 vaje vzdržljivosti)</p> <p>TP: 8 tednov</p> <p>V: 3-5 setov, 8-10 ponovitev</p> <p>P: prvi teden brez bremena, 2. teden 30% TT, 5. teden 50-60% 1RM STS in 7. teden 60-70% 1RM STS</p>
Scholtes et al., 2010 Scholtes et al., 2011	<p>KS: običajna FT (1-3×/teden)</p> <p>ES: običajno FT nadomestila funkcijska progresivna vadba proti upor (5 funkcionalnih vaj)</p>	<p>F: 3×/teden</p> <p>I: 8-12 ponovitev do utrujanja</p> <p>TE: 45 – 60 min</p> <p>TP: 12 tednov</p> <p>V: 8 ponovitev, 3 seti vsake vaje</p> <p>P: obtežen jopič (brez obtežitve – 100% 8RM)</p>
Taylor et al., 2013	<p>KS: običajna FT</p> <p>ES: progresivna vadba proti upor (4-6 individualiziranih vaj)</p>	<p>F: 2×/teden</p> <p>I: 60-80% 1RM, Borgova lestvica (vsaj 5/10)</p> <p>TE: /</p> <p>TP: 12 tednov</p> <p>V: 3 seti, 10-12 ponovitev, 2 min počitka</p> <p>P: breme dvignili, ko je bil preiskovanec zmožen vajo ponoviti v 3 setih po 12 ponovitev</p>

KS: kontrolna skupina, ES: eksperimentalna skupina, F: frekvenca, I: intenzivnost, TE: trajanje vadbene enote, TP: trajanje programa, V: volumen vadbe, P: progresivnost, SU: spodnji ud, HRmax: maksimalni srčni utrip, FT: fizioterapija, STS: vstajanje iz sedečega položaja (angl. sit to stand)

4.4 Učinki

Ugotovitve v pregled vključenih raziskav so predstavljene v tabelama 4 in 5, kjer so razdeljene na kratkoročne učinke (merjenje takoj po koncu vadbenega programa) in na dolgoročne učinke za raziskave, ki so učinke merile po koncu programa (Dodd et al., 2003; Lee et al., 2008; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Taylor et al., 2013).

Kratkoročne učinke so ugotavljali v vseh sedmih raziskavah, od tega v vseh raziskavah učinke na mišično jakost spodnjih udov, v petih raziskavah sposobnost za hojo (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Fowler et al., 2010; Lee et al., 2008), v treh raziskavah učinke na premičnost (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Taylor et al., 2013), v dveh na vzdržljivost (Scholtes et al., 2011; Fowler et al., 2010) in grobo mišično funkcijo (Chen et al., 2012; Fowler et al., 2010), v eni pa na anaerobno mišično moč (Scholtes et al., 2011) in funkcionalne sposobnosti otrok s CP (Peungsuwan et al., 2017).

Tabela 4: Kratkoročni učinki obravnave

Raziskava	Kratkoročni učinki
Chen et al., 2012	<p>izboljšanje ocene na BOTMP testu (ni statistično pomembno napram KS), pomembno izboljšanje jakosti F in E kolena ES napram KS pri vseh kotnih hitrostih (60°/s: p=0,045 in 0,028, 120°/s: p=0,008 in 0,003), m. jakost pri 60°/s boljša za 19-41%, pri 120°/s 30-36% znotraj skupine</p> <p>kljub povečanju m. jakosti mišic kolena se GMF ne izboljša</p>
Dodd et al., 2003	<p>pomembno povečanje izotonične jakosti (p=0,001; dodano breme) znotraj ES, pomembno povečanje sestavljene m. jakosti PF gležnja in E kolena (p=0,046) napram KS</p> <p>vadba poveča m. jakost, pri meritvah aktivnosti nakazan le trend (GMFM – D, E))</p>
Fowler et al., 2010	<p>brez pomembnih razlik med skupinama, znotraj ES pomembno izboljšanje na testu 600-Yard Walk Run Test (p=0,008), GMFM-66 (p=0,002), izokinetične jakosti E kolena pri 120°/s (p=0,006), F kolena pri 30°/s (p=0,025), izboljšanje jakosti F kolena znotraj KS pri 120°/s (p=0,01)</p> <p>rezultati ne kažejo pomembnih razlik med ES in KS, ni dokazov, da je vadba na sobnem kolesu bolj učinkovita od skupine brez intervencije</p>
Lee et al., 2008	<p>pomembna razlika med ES in KS v m. jakosti E kolka (p<0,05), pri testu vstajanja iz počepa (p<0,05), v kategoriji D in E GMFM (p<0,05), povečanju hitrosti hoje, dolžine koraka, zmanjšanju dvojne podpore (p<0,05), povečan maksimalni kot fleksije kolka (p<0,05)</p> <p>vadba za m. jakost izboljša sposobnost hoje in samostojnost preiskovancev</p>

Peungsuwan et al., 2017	znotraj ES pomembne razlike ($p < 0,05$) pri 6-min testu hoje, testu hoje na 10 m in testu funkcijskega dosega, večja razlika ($p < 0,001$) pri 30-s testu vstajanja, v primerjavi ES s KS, so pomembne razlike ($p < 0,5$) pri 6-min testu hoje, hoji na 10 m, 30-s testu vstajanja, večja razlika ($p < 0,01$) pri testu funkcijskega dosega izboljšanje sposobnosti hoje, funkcionalne jakosti SU in ravnotežja
Scholtes et al., 2010	neposredno po vadbi pomembna razlika pri m. jakosti E kolena ($p = 0,01$; 12%), ABD kolka ($p = 0,05$; 11%) in skupni izometrični m. jakosti ($p = 0,04$; 8%), pomembna razlika pri 6RM potisku nog ($p = 0,02$; 14%) kljub povečanju m. jakosti, ta ni povzročila izboljšanja premičnosti
Scholtes et al., 2011	pomembna razlika pri izometrični jakosti E kolena ($p = 0,01$; 12%), ABD kolka ($p = 0,05$; 11%), skupni izometrični jakosti ($p = 0,04$; 8%) in 6RM potisku nog ($p = 0,02$; 14%) pomembno povečanje m. jakosti, sposobnost hoje, sodelovanje, spastičnost, obseg giba in anaerobna m. moč nespremenjeni
Taylor et al., 2013	znotraj ES pomembno izboljšanje ($p < 0,05$) FAQ, FMS 5m, med ES in KS značilna razlika v FAQ ($p = 0,02$), FMS 5m ($p = 0,04$), 1RM potisk z nogami ($p < 0,05$), ES za 27% izboljšala m. jakost mišic SU kljub povečanju m. jakosti se premičnost ni izboljšala

BOTMP: Bruininks-Oseretsky test motoričnih sposobnosti (angl. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency), KS: kontrolna skupina, ES: eksperimentalna skupina, F: fleksorji, E: ekstenzorji, ABD: abduktorji, GMFM: mere grobih gibalnih funkcij (angl. Gross Motor Function Measure), FAQ: Vprašalnik o funkcionalni oceni (angl. Functional Assessment Questionnaire), FMS: Funkcionalna lestvica premičnosti (angl. Functional Mobility Scale), SU: spodnji ud

Dolgoročne učinke po vadbenem programu so ugotavljali v štirih raziskavah. Dolgoročne učinke na izboljšanje zmogljivosti so avtorji spremljali šest tednov (Lee et al., 2008; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011) ali dvanajst tednov (Dodd et al., 2003; Taylor et al., 2013) po koncu obravnav, pri čemer so ponovili meritve, izvedene po koncu vadbenega programa. Učinke prikazuje Tabela 5.

Tabela 5: Dolgoročni učinki obravnav

Raziskava	Dolgoročni učinki
Dodd et al., 2003	pomembno povečanje sestavljene m. jakosti PF gležnja in E kolena (p=0,041) napram KS
Lee et al., 2008	pomembna razlika v m. jakosti E kolka med ES in KS (p<0,05) , pri testu vstajanja iz počepa (p<0,05), povečanju hitrosti hoje, dolžine koraka, zmanjšanju dvojne podpore (p<0,05)
Scholtes et al., 2010	brez statistično pomembnih rezultatov, učinek dekondicioniranja
Scholtes et al., 2011	pomembna razlika v skrajšanju m. rectus femoris v ES (p=0,03)
Taylor et al., 2013	med skupinama ni značilnih razlik; v ES je pomembna razlika v FMS 5m (p=0,04), v KS pa 1RM obrnjen potisk nog, večja m. jakost ni povzročila izboljšanja premičnosti

KS: kontrolna skupina, ES: eksperimentalna skupina, F: fleksorji, PF: plantarni fleksorji,, FMS: Funkcionalna lestvica premičnosti (angl. Functional Mobility Scale)

5 RAZPRAVA

Pri obravnavi otrok s CP se uporabljajo različni tipi vadbe. Namen diplomskega dela je bil na podlagi pregleda literature ugotoviti vpliv vadbe proti uporju na mišično zmogljivost in funkcijske aktivnosti otrok s CP.

V pregled literature je bilo vključenih osem člankov, med katerimi se dva navezujeta na isto raziskavo. Skupno je bilo v pregled vključenih sedem raziskav. V petih raziskavah so kot vadbo uporabili progresivno vadbo proti uporju (Dodd et al., 2003; Lee et al., 2008; Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Taylor et al., 2013), v dveh raziskavah pa so avtorji uporabili kombinacijo vadbe proti uporju in aerobne vadbe na sobnem kolesu (Chen et al., 2012; Fowler et al., 2010). V vseh raziskavah so učinke vadbe primerjali s kontrolno skupino, ki je v vmesnem času obiskovala običajno fizioterapijo.

V raziskavah so ugotavljali različne učinke vadbe proti uporju. V vseh raziskavah so ugotavljali vpliv na mišično jakost spodnjih udov. Ključni elementi progresivne vadbe proti uporju so zagotavljanje zadostnega upora, da do utrujanja pride po 8-12 ponovitvah, postopno povečevanje upora ob izboljšanju mišične jakosti ter izvajanje programa dovolj dolgo, da so opazni pozitivni učinki (Faigenbaum et al., 2009). Breme med vadbo so v raziskavah dodajali z obteženim jopičem, ki so ga nosili preiskovanci. V šestih raziskavah so ugotovili statistično pomembno izboljšanje mišične jakosti med skupinama; Chen et al., 2012 učinke na mišično jakost fleksorjev in ekstenzorjev kolena pri izokinetičnem testiranju; Dodd et al., 2003 učinke na mišično jakost ekstenzorjev kolena in plantarnih fleksorjev gležnja; Lee et al., 2008 izboljšanje jakosti ekstenzorjev kolka; Peungsuwan et al., 2017 povečanje funkcionalne jakosti spodnjih udov pri testu vstajanja; Scholtes et al., 2010 in 2011 povečanje mišične jakosti ekstenzorjev kolena, abduktorjev kolka in skupne izometrične jakosti, za 14 odstotkov se je povprečno povečal 6RM potisk nog; Taylor et al., 2013 so ugotovili statistično pomembne učinke na 1RM potisk nog in splošno mišično jakost spodnjih udov. Statistično pomembni rezultati pri spremembi mišične jakosti znotraj eksperimentalne skupine so bili prisotni v vseh raziskavah. Iz tega lahko sklepamo, da progresivna vadba proti uporju izboljša mišično jakost tudi pri osebah s CP.

V petih raziskavah so ugotavljali vpliv na sposobnost hoje (Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2011; Dodd et al., 2003; Fowler et al., 2010; Lee et al., 2008). Avtorji dveh raziskav so poročali o statistično pomembnih rezultatih izboljšanja parametrov hoje na račun

izboljšanja mišične jakosti: povečanje hitrosti hoje, dolžine koraka, zmanjšanju dvojne podpore, vzdržljivosti med hojo. V preteklih raziskavah so vadbo mišične jakosti otrok s CP avtorji odsvetovali, saj naj bi povečevala spastičnost, zmanjšala gibljivost in s tem poslabšala sposobnost hoje (Scholtes et al., 2010). Sistematični pregledi literature kažejo naraščajoče dokaze, da taka vadba pri otrocih s CP izboljša mišično jakost brez škodljivih učinkov na spastičnost ali gibljivost (Dodd et al., 2002). Kljub temu da imajo vsi preiskovanci v raziskavah spastično obliko CP, spastičnost v raziskavah ni bila podrobno preučevana. Nikjer v raziskavah ni omenjen način krepitev mišic v povezavi s preprečevanjem povečanja spastičnosti in izolirano krepitevijo mišic. Avtorji ne posvečajo pozornosti izogibanju neželenemu pridruženemu gibanju in spodbujanju pravih gibalnih vzorcev. Spastičnost je bila merjena v štirih raziskavah (Lee et al., 2008; Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011; Chen et al., 2012), vendar v vseh poročajo, da se mišični tonus tekom vadbenega programa ni spremenil. Med raziskavami, vključenimi v ta pregled literature, so avtorji v dveh raziskavah poročali o pomembnem povečanju sposobnosti parametrov hoje brez povečanja spastičnosti. V nobeni izmed izbranih raziskav niso poročali o negativnih učinkih vadbe na preiskovance. V eni raziskavi so šest tednov po koncu vadbenega programa poročali o pomembni razliki v skrajšanju mišice rectus femoris. Kljub skrajšanju mišice to ni vplivalo na sposobnost hoje preiskovancev, avtorji pa vzrok pripisujejo daljši začetni dolžini te mišice v primerjavi s kontrolno skupino (Scholtes et al., 2011).

V štirih raziskavah so avtorji preučevali učinke na premičnost in grobo motorično funkcijo (Chen et al., 2012; Peungsuwan et al., 2017; Scholtes et al., 2010; Taylor et al., 2013). GMFM je lestvica mer grobih gibalnih funkcij, ki je bila razvita za ocenjevanje otrok s CP. Lestvica je med preiskovalci dokazano zanesljiva in dovolj natančna za zaznavo klinično pomembnih sprememb. Uporablja se za ocenjevanje sprememb grobe motorike in učinkovitosti terapije. Obstajata dve vrsti ocenjevalne lestvice, prvotna različica GMFM-88, in novejša, GMFM-66. Lestvica GMFM zajema spekter dejavnosti od ležanja in kotaljenja, do hoje, teka in skakanja. Posodobljena lestvica ocenjuje tudi zahtevnost izvedene dejavnosti, posledično pripomore k boljši oceni in olajša postavitev primernih ciljev. Hkrati je posodobljena lestvica primerna le za otroke s CP. GMFM zajema 88 izvedbenih testov, ki so razdeljeni v kategorije (Russell et al., 1989). V pregledanih raziskavah vsi avtorji ocenjujejo le kategoriji D (stoja) in E (hoja, tek, skakanje). V eni raziskavi so avtorji poročali o statističnem izboljšanju na lestvici GMFM med skupinama (Lee et al., 2008), oz. znotraj eksperimentalne skupine (Fowler et al., 2010). V raziskavi Dodd et al., 2003 je bil, kljub

boljši jakosti, viden le trend izboljšanja GMFM. Raziskava Taylor et al., 2013 je pokazala statistično pomembno razliko med skupinama pri hoji na 5 metrov pri funkcionalni lestvici mobilnosti, vendar se premičnost ni statistično izboljšala. V večini raziskav so avtorji predpostavili, da bo izboljšanje mišične jakosti omogočilo boljšo premičnost in grobo gibalno funkcijo, česar niso potrdili v nobeni izmed raziskav. Možen razlog je, da izboljšanje mišične jakosti ni bilo dovolj veliko, da bi povzročilo izboljšanje premičnosti. Poleg mišične jakosti premičnost zagotavljajo še nadzor in načrtovanje gibanja, ravnotežje, koordinacija, nadzor drže, spastičnost in gibljivost (Taylor et al., 2013), ki so pri posameznikih s CP pogosto okvarjene, zato obravnava le ene izmed teh komponent ni zadostna za izboljšanje tako zahtevne gibalne naloge. Vadba bi morala biti bolj usmerjena v funkcijo in vključevati več komponent. Le v eni izmed raziskav so avtorji uporabili vaje, ki so bile za posameznika individualizirane (Taylor et al., 2013), vendar so v raziskavah stopnjevali le vadbeno breme, ne pa tudi vadbenega okolja in zahtevnosti samih nalog. Ker so bili tako trajanje (osem oz. dvanajst tednov) kot tudi parametri vadbenega programa primerni, bi bilo smiselno preveriti natančno izvedbo vaj, ki so jih posamezniki izvajali. V raziskavah avtorji ne navajajo natančnega opisa vaj in mišičnih skupin, ki so jih krepili preiskovanci, kot tudi ne pridruženih težav preiskovancev, ki so v raziskavah sodelovali, zato ne moremo zaključiti, da izboljšanje mišične jakosti ni učinkovito za izboljšanje premičnosti.

V dveh raziskavah so avtorji merili učinke na vzdržljivost (Scholtes et al., 2011; Fowler et al., 2010), v eni pa učinke na anaerobno mišično moč (Scholtes et al., 2011), vendar niso v nobeni izmed raziskav poročali o pomembnih spremembah med skupinama. V eni raziskavi so poročali o pomembnem izboljšanju vzdržljivosti eksperimentalne skupine pri testu 600-Yard Walk-Run Test speed, vendar se je rezultat testa izboljšal tudi pri kontrolni skupini, zato razlika med njima ni dovolj velika, da bi jo označili za statistično pomembno. Razloga za slabše rezultate pri tej merjeni spremenljivki ne moremo pripisati neustreznim parametrom vadbe, saj je vadba vsebovala nizko breme, veliko število ponovitev in daljši čas izvajanja vadbe (Tabela 2). Program je bil primeren, vendar je potrebno upoštevati dejstvo, da je za populacijo oseb s CP značilno hitrejšo utrujanje kot pri splošni populaciji. Utrujanje je predvsem značilno za odraslo populacijo, vendar se lahko pojavi že pri otrocih. Zaradi omejitev pri gibanju osebe s CP porabijo več energije kot zdrave osebe iste starosti, kar privede do hitrejšega utrujanja (Wood et al., 2008) in težjega sodelovanja pri vadbenem programu.

Raziskava, v kateri so avtorji uporabili kombinirano vadbo, ni pokazala statistično pomembnih razlik med eksperimentalno in kontrolno skupino pri nobeni izmed merjenih spremenljivk (Fowler et al., 2010), zato ne moremo sklepati, da je kombinacija vadbe proti uporabi in aerobne vadbe na sobnem kolesu bolj učinkovita kot običajna dejavnost brez vadbe.

Dolgoročne učinke so poročali v petih raziskavah, ki so jih merili po šestih ali dvanajstih tednih po končani vadbi. V dveh raziskavah so avtorji poročali o statistično pomembnih razlikah med skupinama (Dodd et al., 2003; Lee et al., 2008) pri jakosti mišic spodnjih udov, Lee et al. pa navajajo tudi pomembno izboljšanje parametrov hoje. Pomembne učinke so dokazali še v eni raziskavi, vendar za razliko od kratkoročnih učinkov le v eksperimentalni skupini. V dveh člankih avtorji niso poročali o pomembnih učinkih po šestih tednih od konca vadbenega programa. Za prenos učinkov v dolgoročno stanje bi bilo smiselno podaljšati trajanje vadbenega programa, vendar je v tem primeru obdobje vadbe trajalo dvanajst tednov, kar je v skladu z literaturo dovolj dolgo obdobje (Scholtes et al., 2010; Scholtes et al., 2011). Potrebno bi bilo razmisliti tudi o modifikaciji aktivnosti, da bi se učinki lahko ohranili dolgoročno. Avtorji ene izmed raziskav so poročali tudi o skrajšanju fleksornih mišic kolena v primerjavi s kontrolno skupino, vendar je razlog za ta pojav v veliki razliki na začetku raziskave, zato skrajšanje ni imelo negativnih učinkov na druge dejavnosti. V prihodnje bi bilo smiselno več pozornosti nameniti tudi preprečevanju morebitnih pojavov in ohranjanju primerne dolžine mišic (Scholtes et al., 2011). Kljub temu, da avtorji raziskav niso poročali o večjih neželenih učinkih vadbe, je nekaj preiskovancev navajalo utrujenost in bolečine v mišicah ter občutek nelagodja v mečnih mišicah in plantarni fasciji (Taylor et al., 2013). Obravnavam bi bilo smiselno dodati še raztezanje mišic za vzdrževanje primerne dolžine, zmanjševanja spastičnosti in izboljšanje počutja.

Vadbo proti uporabi lahko pri otrocih s CP označimo kot učinkovito sredstvo za povečanje mišične jakosti. V primerjavi s kontrolno skupino se je mišična jakost izraziteje povečala v eksperimentalni skupini, torej pri preiskovancih, ki so bili udeleženi v vadbi tako v meritvah, opravljenih takoj po koncu programa, kot tudi v meritvah, opravljenih v kasnejšem obdobju. Statistično pomembne spremembe so poročali še pri izboljšanju hoje. Pri eni izmed raziskav so pozitivne učinke na mišično jakost dokazali le pri prvih meritvah, takoj po koncu programa, ne pa tudi v dolgoročnih (Taylor et al., 2013). Glede na to, da so bili parametri vadbe v skladu s priporočili (vadba je trajala 12 tednov, bila primerne intenzitete in individualizirana), je možen razlog v tem, da so se posamezniki po koncu vadbe vrnili k

sedečemu načinu življenja in izboljšanja mišične jakosti niso vzdrževali. Povečanje mišične jakosti ni povzročilo primarnega namena, tj. izboljšanja premičnosti, zato preiskovanci napredka niso prenesli v vsakdanje življenje. Če bi želeli trajne rezultate, bi morali preiskovanci vadbo izvajati redno.

Če primerjamo učinkovitost vadbe proti uporju in kombinacijo vadbe proti uporju in aerobne vadbe, se je vadba proti uporju izkazala za bolj učinkovito, saj so te raziskave izmerile več statistično pomembnih učinkov.

Naš pregled literature potrjuje ugotovitve drugih, predhodnih pregledov. Ti so pokazali, da vadba proti uporju ne izboljša gibalne funkcije, hitrosti hoje, kakovosti življenja ali sodelovanja v krajšem obdobju pri otrocih in mladostnikih s CP, zato pa lahko privede do izboljšanja mišične jakosti (Ryan et al., 2017). Sistematični pregled, ki je obravnaval vpliv krepitve mišične jakosti na sposobnosti za gibanje pri otrocih s CP, je poročal o izboljšanju jakosti pri dveh od enajstih študij (Dodd et al., 2005).

Sistematični pregled literature (Scianni et al., 2009) je pokazal, da vadba za mišično jakost pri otrocih s CP ni učinkovita, kar se ne sklada z našimi ugotovitvami. Prav tako ni še pojasnjeno, ali je vadba mišične jakosti učinkovita pri izboljševanju funkcionalnih izidov, kot je denimo sposobnost hoje (Anttila et al., 2008; Scianni et al., 2009).

Med raziskavama s kombinirano vadbo izsledki o (ne)učinkovitosti niso enotni. Kljub razmeroma primerljivim parametrom vadbe rezultate težko primerjamo, saj so bila uporabljena različna merilna orodja. Za smiselno primerjavo bi potrebovali raziskave, ki bi spremljale enake spremenljivke. Oviro predstavlja tudi raznolikost med posamezniki, ki so sodelovali v raziskavah. Homogenost je težko zagotoviti že znotraj skupine, zato je primerjava med skupinami še posebej otežena. Nekatere raziskave so opozarjale na heterogenost populacije, ki je otežila izbiro homogenega vzorca (Fowler et al., 2010). Preiskovanci, ki so sodelovali v raziskavah, se razlikujejo v starosti (4-22 let), kar posledično pomeni razlike v stopnji simptomov CP, ki se z leti spreminjajo, na kar kaže tudi uvrstitev preiskovancev na lestvici GMFCS – od stopnje I, kjer so preiskovanci pri hoji popolnoma samostojni, do stopnje III, kjer pri hoji uporabljajo pripomočke, in kjer je gibanje zunaj doma omejeno.

Glavne omejitve našega pregleda literature so nizko število vključenih raziskav, raznolikost merjenih spremenljivk in slabo dokumentiranje aktivnosti kontrolne skupine. Za sklepe, ki

bi jih lahko posplošili, bi morali v pregled vključiti več raziskav s kombinacijo vadbe proti uporabi in aerobne vadbe (le dve raziskavi). Raziskavam je bilo skupno merjenje izida izboljšanja mišične jakosti, vendar v večini raziskav mišična jakost ni bila primarni namen raziskave. Če bi želeli rezultate posplošiti, bi morali raziskovalno vprašanje zastaviti ožje. Kljub dejstvu, da so vse raziskave intervencije primerjale s kontrolno skupino, dejavnosti le-te niso bile dobro dokumentirane. Le ena raziskava je poleg količine tedenske fizioterapije navedla še vsebino le-te. Potrebno pa bi bilo tudi dokumentirati količino telesne dejavnosti, ki sta se je izven fizioterapije udeležili obe skupini. Dolgoročne učinke vadbe so spremljali le v štirih raziskavah. Potrebno bi bilo izvesti več raziskav s sledenjem dolgoročnih učinkov vadbe. Prednost tega pregleda literature je visoka kakovost raziskav, uporaba standardiziranih merilnih orodij, podrobni opisi vadbenih programov ter primerljivost tipa vadb.

6 ZAKLJUČEK

Sistematični pregled je vključil sedem randomiziranih kontroliranih raziskav, opisanih v osmih člankih. Avtorji so se v raziskavah osredotočili na izboljšanje mišične jakosti spodnjih udov z uporabo vadbe proti upor. V šestih raziskavah so ugotovili statistično pomembno izboljšanje mišične jakosti med skupinama, v dveh raziskavah so avtorji poročali o pomembnem izboljšanju parametrov hoje. V raziskavah niso poročali o statistično ali klinično pomembnih učinkih na premičnost, grobo gibalno funkcijo ali vzdržljivost med skupinama. Vadbo proti upor lahko pri otrocih s CP označimo kot učinkovito sredstvo za povečanje mišične jakosti. V primerjavi s kontrolno skupino se je mišična jakost pri vseh raziskavah izraziteje povečala v eksperimentalni skupini, torej pri preiskovancih, ki so bili udeleženi v programu vadbe. To velja tako za meritve, opravljene takoj po koncu programa, kot tudi za meritve, opravljene v kasnejšem obdobju. Statistično pomembne spremembe so poročali še pri izboljšanju hoje. Ne moremo pa vadbe proti upor označiti za učinkovito za izboljšanje drugih funkcionalnih sposobnosti, ki so za preiskovance ključne. Razlog za to se skriva v dejstvu, da so funkcijske sposobnosti sestavljene iz več komponent, ki jih je potrebo nasloviti z namenom izboljšanja funkcije, saj so pri posameznikih s CP pogosto okvarjene. Zato vadba le ene izmed njih ni dovolj za izboljšanje zahtevne gibalne naloge. Kombinacija vadbe proti upor z aerobno vadbo na kolesu se je izkazala za manj učinkovito od izolirane vadbe proti upor. Glavne omejitve našega pregleda literature so nizko število vključenih raziskav, raznolikost merjenih spremenljivk in slabo dokumentiranje aktivnosti kontrolne skupine. Za sklepe, ki bi jih lahko posplošili, bi morali v pregled vključiti več raziskav s kombinacijo vadbe proti upor in aerobne vadbe. Raziskavam je bilo skupno merjenje izida izboljšanja mišične jakosti, vendar v večini raziskav mišična jakost ni bila primarni namen raziskave. Če bi želeli rezultate posplošiti, bi morali raziskovalno vprašanje zastaviti ožje in zajeti več raziskav, ki bi učinke spremljale tudi dolgoročno.

7 LITERATURA

ACSM- American College of Sports Medicine (2014). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/ Lippincott Williams & Wilkins: 273-8.

Andersson C, Grooten W, Hellsten M (2003). Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Dev Med Child Neurol* 45: 220–8.

Anttila H, Autti-Ramo I, Suoranta J, Makela M, Malmivaara A (2008). Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review. *BMC Pediatrics* 8: 14.

Ashwal S, Russman BS, Blasco PA et al. (2004). Practice Parameter: Diagnostic assessment of the child with cerebral palsy: Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. *Neurol* 62; 851-63.

Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, et al (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 47: 571-6.

Bjornson KF, Belza B, Kartin D et al (2007). Ambulatory physical activity performance in youth with cerebral palsy and youth who are developing typically. *Phys Ther* 87: 248–57.

Blundell SW, Shepherd RB, Dean CM, Adams RD, Cahill BM (2003). Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clin Rehabil* 17: 48-57.

Carr LJ, Reddy SK, Stevens S, Blair E, Love S (2005). Definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 47(8): 508-10.

Carr JH, Shepherd RB (2011). *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone/ Elsevier.

Chen CL, Chen KH, Lin KC et al. (2010). Comparison of developmental pattern change in preschool children with spastic diplegic and quadriplegic cerebral palsy. *Chang Gung Medical Journal* 33: 407–14.

Chen CL, Hong WH, Cheng HY, Liaw MY, Chung CY, Chen CY (2012). Muscle strength enhancement following home-based virtual cycling training in ambulatory children with cerebral palsy. *Developmental Disabilities* 33: 1087-94.

Damiano DL, Abel MF (1998). Functional outcomes of strength training in spastic CP. *Arch Phys Med Rehabil* 79: 119–25.

Damiano D, Vaughan C, Abel MF (1995). Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic CP. *Dev Med Child Neurol* 37: 731–9.

Damjan H, Groleger-Sršen K (2010). Z dokazi podprta rehabilitacija otrok s cerebralno paralizo. *Rehabilitacija* 9 (1): 138–50.

Dodd KJ, Taylor NF, Damiano D (2002). A systematic review of the effectiveness of strength-training programmes for people with CP. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 1157–64.

Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK, Williamson H (2003). Strength Training for Young People with CP. *Dev Med Child Neurol* 45: 652–7.

Dodd KJ et al. (2005). A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Clin Rehabil* 19: 283-9.

Durstine JL, Painter P, Franklin BA, et al (2000). Physical activity for the chronically ill and disabled. *Sports Med* 30: 207–19.

Eek MN, Beckung E (2008). Walking ability is related to muscle strength in children with cerebral palsy. *Gait Posture* 28: 366–71.

Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ et al. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23: 60–79.

Fernandes MV, Maifrino LBM, Monte KNS, Araújo RC, Mochizuki L, Ervilha UF (2012). Effectiveness of resistance training exercises in spastic diplegia cerebral palsy: a review. *J. Morphol* 29 (3): 125-8.

Fowler EG, Kolobe TH, Damiano DL, et al (2007). Promotion of physical fitness and prevention of secondary conditions for children with cerebral palsy: Section on Pediatrics Research Summit Proceedings. *Phys Ther* 87: 1495–510.

Fowler EG, Knutson LM, DeMuth SK et al. (2010). Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 90 (3): 367–81.

Gillett JG, Boyda RN, Cartyb CP, Barbera LA (2016). The impact of strength training on skeletal muscle morphology and architecture in children and adolescents with spastic cerebral palsy: A systematic review. *Res Dev Disabil* 56: 183–96.

Givon, U (2009). Muscle weakness in cerebral palsy. *Acta Orthop Traumatol Turc* 43: 87–93.

Glew GM, Bennett FC (2011). Cerebral palsy grown up. *J Dev Behav Pediatr* 32 (6): 469–75.

Groleger-Sršen K (2014). Klinične smernice za diagnostiko in spremljanje otrok s cerebralno paralizno v rehabilitaciji. *Rehabilitacija* 13 (1): 84–96.

Jahnsen R, Villien L, Egeland T, Stanghelle JK, Holm I (2004). Locomotion skills in adults with cerebral palsy. *Clin Rehabil* 18: 309–16.

Lauruschkus K, Westbom L, Hallstrom I, Wagner P, Nordmark E (2013). Physical activity in a total population of children and adolescents with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* 34: 157-67.

Lieber RL, Steinman S, Barash IA, Chambers H (2004). Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle Nerve* 29: 615–27.

Lee JH, Sung IY, Yoo JY (2008). Therapeutic effects of strengthening exercise on gait function of cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 30 (19): 1439–44.

Lee DR, Kim YH, Kim DA et al (2014). Innovative strength training-induced neuroplasticity and increased muscle size and strength in children with spastic cerebral palsy: An experimenter-blind case study –three-month follow-up. *NeuroRehabilitation* 35: 131–6.

Kisner C, Colby LA (2012). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 6th ed. Philadelphia: F.A. Davis Company.

Kržišnik C, Anderluh M, Arnež M et al (2014). *Pediatrics*. 1. izd. Ljubljana: DZS: 570-571.

McNee AE, Gough M, Morrissey MC, Shortland AP (2009). Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*: 429-35.

Meško J, Kovačič T, Kovačič M (2017). Učinki intenzivne metode Therasuit v kombinaciji z razvojno nevrološko obravnavo na grobo gibalno funkcijo otrok s cerebralno paralizo. *Fizioterapija* 25 (2): 11-7.

Miller F (2005). *Cerebral Palsy*. 1st Ed. New York: Springer.

Morton JF, Brownlee M, McFadyen AK (2005). The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clin Rehabil* 19: 283–9.

NSCA- National Strength and Conditioning Association (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics: 74-103.

Opheim A, Jahnsen R, Olsson E, Stanghelle JK (2009). Walking function, pain, and fatigue in adults with cerebral palsy: A 7-year follow-up study. *Dev Med Child Neurol* 51 (5): 381–8.

Peungsuwan P, Parasin P, Siritaratiwat W, Prasertnu J, Yamauchi J (2017). Effects of Combined Exercise Training on Functional Performance in Children With Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Pediatr Phys Ther* 29 (1): 39-46.

Puh U, Jakovljević M, Kacin A (2013). Novi fizioterapevtski postopki za vzdrževanje ali ponovno vzpostavitev optimalnega gibanja in funkcijskih sposobnosti pacientov. *Rehabilitacija* 12 (1): 112-20.

Rimmer JH (2001). Physical fitness levels of persons with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 43: 208–12.

Rodda J, Graham HK (2001). Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol* 8 (5): 98–108.

Rose J, McGill KC (2005). Neuromuscular activation and motorunit firing characteristics in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 47: 329–36.

Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A et al (2007). A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol* 109: 8–14.

Ross SA, Engsborg JR (2007). Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 88: 1114–20.

Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S (1989). The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev Med Child Neurol* 31 (3): 341–52.

Ryan JM, Cassidy EE, Noorduyn SG, O’Connell NE (2017). Exercise interventions for cerebral palsy (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 6: 1-202.

Scholtes VA, Becher JG, Janssen-Potten YJ, Dekkers H, Dijk L, Dallmeijer AJ (2010). Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 52: 107–13.

Scholtes VA, Becher JG, Janssen-Potten YJ, Dekkers H, Smallenbroek L, Dallmeijer AJ (2011). Effectiveness of functional progressive resistance exercise training on walking ability in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Res Dev Disabil* 33: 181–8.

Scianni A, Butler JM, Ada L, Teixeira-Salmela LF (2009). Muscle strengthening is not effective in children with cerebral palsy: a systematic review. *Aust J Physiother* 55: 81–7.

Stackhouse SK, Binder-Macleod SA, Lee SC (2005). Voluntary muscle activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. *Muscle Nerve* 31: 594–601.

Taylor NF, Dodd KJ, Baker RJ, Willoughby K, Thomason P, Graham HK (2013). Progressive resistance training and mobility related function in young people with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 55 (9): 806–12.

Thorpe D (2009). The role of fitness in health and disease: status of adults with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 51(4): 52-8.

Usuba K, Oddson B, Gauthier A, Young NL (2015). Leisure-Time Physical Activity in adults with Cerebral Palsy. *Disabil Health J* 8 (4): 611–8.

Verschuren O, Ada L, Maltais DB, Gorter JW, Scianni A, Ketelaar M (2011). Muscle strengthening in children and adolescents with spastic cerebral palsy: considerations for future resistance training protocols. *Phys Ther* 91: 1130-9.

Vogtle LK (2009). Pain in adults with cerebral palsy: Impact and solutions. *Dev Med Child Neurol* 51 (4): 113–21.

Waltersson L, Rodby-Bousquet E (2017). Physical Activity in Adolescents and Young Adults with Cerebral Palsy. *BioMed Res Int*: 1-6.

Wood DL, Kantor D, Edwards L, James H (2008). Health care transition for youth with cerebral palsy. *Northeast Florida Med* 59 (4): 44-7.

Zveza društev za cerebralno paralizo Slovenije Sonček. Vrste cerebralne paralize.

Dostopno na: <https://www.soncek.org/cerebralna-paraliza/cerebralna-paraliza/definicije-vzroki-pogostost-oblike/#vzroki> <20.07.2018>

Özal C, Türker D, Korkem D (2016). Strength Training in People with Cerebral Palsy, Cerebral Palsy - Current Steps. InTech: 103-26.

8 PRILOGE

8.1 Razvrstitev otrok s CP glede na funkcijsko prizadetost grobe motorike

Najbolj razširjeni sistem razvrščanja otrok s CP, ki ga uporabljamo danes, temelji na oceni funkcijske prizadetosti grobe motorike (Kržišnik et al., 2014). Z oceno funkcijske prizadetosti grobe motorike se otroke razdeli v sistem s petimi stopnjami:

Stopnja I	Otrok hodi brez omejitev. Omejitve se pojavijo le pri zahtevnejših spretnostnih opravilih grobe motorike.
Stopnja II	Otrok hodi brez pripomočkov. Omejitve v gibljivosti zunaj doma in v širši okolici.
Stopnja III	Otrok pri hoji uporablja pripomočke za hojo. Omejitve v gibljivosti zunaj doma in v širši okolici.
Stopnja IV	Omejeno otrokovo samostojno gibanje. V domačem in zunanjem okolju je potrebno otroka prenašati ali prevažati.
Stopnja V	Kljub uporabi pripomočkov, je otrokovo samostojno gibanje močno omejeno.

8.2 Klasifikacije cerebralne paralize

Grolegger-Sršen (2014), oblike CP razdeli glede na sisteme, pri katerih upošteva:

- anatomsko razporeditev okvar (spastična oblika pri okvari možganske skorje, diskinetična oblika pri okvari bazalnih ganglijev, ataksična oblika pri okvari malih možganov ter mešana oblika pri difuzni okvari možganov);
- anatomsko razporeditev motene funkcije gibanja (glede na švedsko klasifikacijo: hemipareza, dipareza, tetrapareza oziroma po navodilih SCPE: enostranska in obojestranska CP);
- stopnjo okvare funkcijskih sposobnosti (grobe gibalne spretnosti, funkcija rok, motnje hranjenja in požiranja, sposobnost komunikacije, kognitivne sposobnosti, vid, sluh).

CP lahko razdelimo tudi topografsko, vendar je razdelitev po funkcionalni klasifikaciji Ex Rx, razviti s strani CP-ISRA, bolj smiselna. Lestvica CP-ISRA je sestavljena iz osmih stopenj, ki se razlikujejo glede na posameznikovo živčno-mišično funkcijo in posledično sposobnost za sodelovanje v športu (ACSM, 2014).

Zveza društev za CP Sonček CP razdeli v pet kategorij; spastična oblika CP, atetoidna (diskinetična) CP, ataksična CP, mešana oblika in hipotonična oblika CP. Za spastično obliko je značilen stalno povečan mišični tonus in šibkost v mišicah prizadetih delov telesa, kar povzroča napetost mišic in zmanjšano gibljivost sklepov. Atetoidna oblika se kaže v obliki nehotnih gibov, ki včasih zajamejo celotno telo kot počasno in ritmično tresenje. Največkrat ni mogoče nadzorovati gibov dlani in stopal. Govor je lahko težko razumljiv zaradi težav pri nadzorovanju jezika, dihanja in glasilk, pogoste so tudi težave s sluhom. Mešana oblika CP predstavlja kombinacijo spastičnosti in atetoze. Ataksična CP povzroči težave s prostorskim zavedanjem, osebe težko presodijo položaj lastnega telesa v prostoru v odnosu do stvari, ki jih obkrožajo, posledično je hoja pogosto nestabilna. Pogosto je prisotno tresenje z glavo, govor pa je sunkovit. Hipotonična CP je zelo redka oblika bolezni, čeprav je znižan mišični tonus pogost pri otrocih s CP.