UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav klinické rehabilitace

Adéla Zatloukalová

Vliv terapie na robotickém trenažéru na chůzi u dětí s dětskou mozkovou obrnou

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PhDr. Romana Holaňová

Olomouc 2024

Anotace

Typ práce: Bakalářská práce

Název práce v ČJ: Vliv terapie na robotickém trenažéru na chůzi u dětí s DMO

Název práce v AJ: The effect of robot assisted gait trainer on children with cerebral palsy

Datum zadání: 30.11. 2023

Datum odevzdání: 8.5. 2024

VŠ, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav klinické rehabilitace

Autor: Adéla Zatloukalová

Vedoucí: PhDr. Romana Holaňová

Oponent: PhDr. Barbora Kolářová, Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Dětská mozková obrna (DMO) je nejrozšířenější psychomotorickou poruchou v dětském věku. Jednou z potíží dětí s DMO je chůze. Některé děti jsou zcela imobilizovány, některé využívají různé kompenzační pomůcky, jiné chodí s menším deficitem. Chůze je pro tyto děti ovšem velice energeticky náročná. Jednou z možností terapie chůze je robotická rehabilitace, která umožňuje dětem trénink správného stereotypu chůze a vytváří větší míru samostatnosti a nezávislosti. Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit efekt využití robotických trenažérů na chůzi u dětí s DMO a poskytnout přehled využívaných přístrojů. Na závěr práce byl potvrzen pozitivní efekt využití robotické rehabilitace. Větší efekt se, ale dle klinických důkazů potvrdil u kombinace robotické a konvenční rehabilitace. Práce byla sepsána ze zahraničních i z českých zdrojů. Celkově bylo využito 44 odborných zdrojů. Tyto zdroje byly vyhledávány z portálu PubMed a GoogleScholar, ale také z českých knižních zdrojů. Vyhledávání zdrojů bylo ukončeno 2.4.2024.

Abstrakt v AJ:

Cerebral palsy (CP) is the most common psychomotor disorder in childhood. One of the challenges children with CP face is walking. Some children are completely immobilized, some use various compensatory aids, while others walk with minor deficits. However, walking is very energy-demending for these children. One option for gait therapy is robotic rehabilitation, which allows children to train proper gait patterns and enables them greater independence and

autonomy. The aim of this bachelor thesis is to evaluate the effect of using robotic trainers on gait in children with CP and provide an overview of commonly used devices. In conclusion, the positive effect of robotic rehabilitation was confirmed. However, according to clinical evidence, a greater effect was confirmed with the combination of robotic and conventional rehabilitaion. The study was compiled from both foreign and czech sources, utilizing a total of 44 academic sources. These sources were searched from the PubMed and GoogleScholar platforms, as well as form czech book sources. The source search was concluted on April 2nd, 2024.

Klíčová slova v ČJ: dětská mozková obrna, robotika, děti, robotická rehabilitace chůze, exoskeleton, trénink chůze

Klíčová slova v AJ: cerebral palsy, robotics, children, robot-assisted gait training, exoskeleton, gait training

Rozsah práce: 55 stran /15 příloh

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen elektronické a bibliografické zdroje uvedené v referenčním seznamu.

Olomouc 2024 Adéla Zatloukalová

podpis autora

Poděkování

Děkuji své vedoucí PhDr. Romaně Holaňové za čas, který mi věnovala a také za vstřícnost, odborné vedení a cenné rady, které mi pomohly k sepsání mé bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD 8

1 DĚTSKÁ MOZKOVÁ OBRNA 9

1.1 HISTORIE 9

1.2 ETIOPATOGENEZE DMO 10

1.2.1 Rizikové faktory 10

1.2.2 Epidemiologie 11

1.3 DIAGNOSTIKA A SCREENING 11

1.3.1 Spontánní aktivita 12

1.3.2 Polohové reakce 13

1.3.3 Primitivní reflexy 14

1.4 FORMY DMO 15

1.4.1 Spastická forma 16

1.4.2 Cerebelární forma 17

1.4.3 Dyskinetická forma 17

1.4.4 Smíšená forma 18

1.4.5 Hypotonická forma 18

1.5 KATEGORIZACE DMO DLE GMFCS 18

1.6 PŘIDRUŽENÉ PORUCHY DMO 21

1.7 CHŮZE DĚTÍ S DMO 21

1.8 TESTOVÁNÍ HRUBÉ MOTORIKY 22

1.8.1 Gross Motor Function Measure (GMFM) 22

1.8.2 Testy chůze 22

1.8.3 Timed up and go (TUG) 23

1.8.4 Testy soběstačnosti 23

2 NEUROREHABILITACE 23

2.1 TERAPEUTICKÉ PŘÍSTUPY U DMO 24

2.1.1 Vojtova reflexní lokomoce 24

2.1.2 Bobath koncept 25

2.1.3 Thera Suit metoda 26

2.1.4 Ergoterapie 26

2.1.5 Senzorická integrace 27

2.1.6 Snoezelen® 27
2.1.7 Fyzikální terapie 27
3 ROBOTICKÁ REHABILITACE 28
3.1 VÝHODY A NEVÝHODY ROBOTICKÉ REHABILITACE 29
3.2 ROBOTIKA V PEDIATRII 30
3.3 DOPLŇKY ROBOTICKÉ REHABILITACE 31
3.3.1 Zpětnovazebné systémy (feedback) 31
3.3.2 Virtuální realita 31
3.4 ROBOTICKÉ SYSTÉMY PRO LOKOMOCI 32
3.5 STACIONÁRNÍ EXOSKELETONY 33
3.5.1 LOKOMAT® 33
3.5.2 Robogait® 35
3.5.3 Walkbot-K® 36
3.5.4 Prodrobot 36
3.5.5 ATLAS2030 37
3.6 NOSITELNÁ ROBOTICKÁ ZAŘÍZENÍ 38
3.6.1 Hybrid Assistive Limb (HAL) 39
3.6.2 Angel-legs 40
3.7 ROBOTICKÁ CHODÍTKA (SMART WALKERS) 40
3.7.1 NF-Walker 41
3.7.2 CPWalker 41
3.8 ENDEFEKTOROVÉ SYSTÉMY 42
3.8.1 Gait Trainer GT-1 43
3.8.2 Innowalk a Innowalk Pro 43
3.8.3 RT600 44
ZÁVĚR 46
REFERENČNÍ SEZNAM 47
SEZNAM ZKRATEK 53
SEZNAM OBRÁZKŮ 54
SEZNAM TABULEK 55

Úvod

Dětská mozková obrna je nejrozšířenější psychomotorickou poruchou v dětském věku. Děti předčasně narozeny v současnosti častěji přežívají a s tím je spojená vetší pravděpodobnost rozvoje dětské mozkové obrny. DMO děti postihuje v různých aspektech jejich života. Jedním z velkých problémů je chůze, která ovlivňuje samostatnost a nezávislost dítěte. Právě ovlivnění tohoto stereotypu chůze a zlepšení práce s těžištěm dítěte je tak u terapie, kromě jiného častým cílem. Fyzioterapie je pro děti s DMO klíčová. Je pro každé dítě individuálně zvolena a zaměřuje se jak na silné, tak i slabé stránky dítěte. Individuální terapie tak poskytuje, co nejlepší výsledky, a to pomocí využití různých přístupů, metod anebo zařízení.

V současné době, kdy se již běžně využívají velmi sofistikované přístroje pro rehabilitaci, lze tyto přístroje využít i pro trénink chůze. Sice se jedná o málo prozkoumanou oblast fyzioterapie dětí s DMO, avšak robotická rehabilitace je jedna z atraktivních možností rehabilitace pro tyto děti.

V mé bakalářské práci jsem se zabývala využitím robotiky u dětí s dětskou mozkovou obrnou. V první části jsem se věnovala problematice dětské mozkové obrny obecně, tedy historii, její diagnostice, etiologii, jednotlivým formám, přidruženým poruchám a možnostem testování. Popsala jsem také problematiku chůze u dětí s DMO. V druhé části jsem sbírala data o možnostech konvenční terapie pro děti s dětskou mozkovou obrnou, např.Vojtova reflexní lokomoce, Bobath koncept, ergoterapie atd. Další specifickou možností, jak ovlivnit stereotyp chůze je robotická rehabilitace. Robotickou rehabilitaci jsem popsala ve třetí části této práce. Popsala jsem dostupná využívaná zařízení, která byla součástí studií, výhody a nevýhody robotiky, a také doplňky robotiky.

Protože se jedná o relativně krátké období využívání robotů u dětí s dětskou mozkovou obrnou, neexistuje velký počet studií, které by se touto problematikou zabývaly.

Cílem této bakalářské práce bylo poskytnout přehled doposud využívaných přístrojů a jejich efekt na chůzi u dětí s DMO.

Pro shromáždění informací a poznatků ze studií jsem využila online databáze PubMed a Google Scholar. Zdroje byly získány i z portálu Bookport.cz a z knižních zdrojů. Využívala jsem české i zahraniční zdroje. Zdroje a studie byly zaměřeny na cíle mé bakalářské práce, tedy na robotiku a její efekt na chůzi a na dětskou mozkovou obrnu. Celkově bylo použito 44 relevantních zdrojů. Součástí práce je také 15 příloh. Zdroje jsou datovány od roku 1993 až do roku 2024. Studie zabývající se efektem robotiky jsou datovány od roku 2011.

1 Dětská mozková obrna

Dětská mozková obrna (DMO) je soubor stálých, ale s časem měnících se poruch vývoje motoriky a postury dítěte. Příčinou bývá poškození mozku plodu nebo kojence, které způsobuje následné limitace v životě. Jedná se o onemocnění, které v sobě zahrnuje množství různých symptomů v různé míře, a proto je ve svých projevech velmi individuální u každého pacienta. Je spojována se širokým spektrem poruch, především pohybového aparátu a držení těla. Objevují se však i další problémy: smyslové, percepční, kognitivní, komunikační, psychické, epilepsie a také sekundární svalové poruchy (Sadowska et al., 2020).

Základem terapie dětí s DMO je maximalizace funkční zdatnosti a spolupráce při vybraných aktivitách a zmírnění negativních faktorů, které mohou ztížit průběh samotné DMO (Graham et al., 2016).

1.1 Historie

DMO je nejrozšířenější psychomotorickou poruchou v dětském věku, která byla poprvé popsána Williamem Littlem v roce 1843. V té době byla popisována jako tzv.Littlova choroba. Základem Littlova popisu bylo propojení vzniku spasticity s poškozením mozku, nejčastěji u předčasného porodu (Paul et al., 2022). Historicky byla DMO také nazývána jako nemoc krátkých svalů, a to z důvodu vznikajících kontraktur svalu (Graham et al., 2016).

V České republice se nejvíce zasloužil o výzkum DMO MUDr. Václav Vojta, který působil na neurologické klinice v Praze od 50.let 20.století. Vojta prokázal, že u dítěte s DMO vzniká blokáda vývoje. Tuto blokádu lze za určitých podmínek ovlivnit a případně i odstranit. Vojtovo učení proniklo do Německa, Japonska, Brazílie a díky jeho kolegyni fyzioterapeutce Jarce Havlové-Boni se rozšířilo i do Říma, kde založila rehabilitační centrum. Vojtovo učení nedosáhlo velkého úspěchu v anglicky mluvících zemí. V těchto zemích se nejvíce propaguje učení manželů Bobathových (Marešová et al., 2011).

Právě Bobathovi byli první, kteří na začátku 50.let podpořili nutnost brzkého zahájení terapie u dětí se zvýšeným svalovým napětím. Zvýšené svalové napětí charakterizuje mozkovou hybnou poruchu, tedy infantilní cerebrální parézu (ICP) neboli DMO. Mnozí nesdíleli názor, že by cvičení dítěte s ICP ovlivnilo jeho stav. Trvali na tom, že u dítěte s ICP nemůže dojít ke zlepšení. A to i při pozitivních výsledcích terapie, kdy toto zlepšení stavu zdůvodňovali spontánní úpravou ICP. Podle skeptiků by k úpravě stavu došlo i bez zahájení jakékoliv terapie (Vojta, 1993).

1.2 Etiopatogeneze DMO

Většinu pacientů s DMO spojují dva hlavní faktory, předčasný porod anebo porod obtížný, při kterém došlo ke kyslíkové deprivaci. Předčasný porod, převážně do 28.týdne zvyšuje riziko DMO o 50 % v porovnání s narozením v termínu. Dalším faktorem vzniku DMO jsou pak abnormality bílé hmoty mozkové. Kojenci s touto přetrvávající abnormalitou v mozku např. léze (cystická, dutinová), ventriculomegalie (dilatace laterální mozkové tepny) mají také o 50% vyšší šanci rozvoje DMO (Graham et al., 2016).

Prvořadým problémem je tedy prematurita plodu (před 32.týdnem gestačního věku nebo váha pod 1,5 kg). Mozek je v této době náchylnější k cerebrální morbiditě a těžkým poruchám nervového sytému, což zvyšuje riziko DMO. Jessen a spol. prokázali, že 40 % dětí, které utrpí brzké postižení mozku mají větší pravděpodobnost rozvoje těžšího motorického deficitu během života (Kolář, 2009).

1.2.1 Rizikové faktory

Rizikové faktory DMO se dělí do 4 kategorií: před početím, které jsou ovlivněny matkou a jejím zdravotním stavem, faktory prenatální vzniklé během těhotenství, perinatální faktory a faktory v pozdním období (Tabulka 1).

Tabulka 1

Rizikové faktory vzniku DMO

Faktory vzniku DMO			
Před početím	Prenatální	Perinatální	Pozdní období
Systémové choroby matky	Vaginální krvácení	Předběžný porod	Syndrom dechové tísně
Drogy, jedy	Abnormality placenty, abrupce placenty	Císařský řez	Infekce
Fyzikální, chemické faktory	Oligohydroamnion, polyhydroamnion	Porod kleštěmi	Intrakraniální krvácení
Infekce	Systémové onemocnění matky	Dlouhotrvající porod	Hyperbilirubinémie

Malnutrice	Intrauterinní potlačení vývoje	Asfyxie	Hypoglykémie
Spontánní potraty	Drogy, toxémie	Indukce porodu	

(Sadowska et al., 2020)

Četnost a závažnost postižení záleží i na době těhotenství. Čím kratší těhotenství, tím vyšší pravděpodobnost závažnějšího postižení (Sadowska et al., 2020). Přibližně 92 % případů DMO vzniká v perinatální době, a to perinatální infekcí obzvlášť z příčiny chorioamniotitidy. Méně jak 10 % je spojeno s problémy během porodu a pouze 8 % vzniká u dětí během dětství z důvodu kraniotraumatu nebo infekce (Vitrikas et al., 2020).

V prvním a druhém trimestru vznikají poruchy spojené s vývojem, na začátku třetího se objevují cerebrální poruchy (periventrikulární leukomalacie a intraventrikulární hemoragie) a ke konci třetího trimestru léze šedé hmoty mozkové kortikálně a subkortikálně (Kraus, 2011).

1.2.2 Epidemiologie

Během posledních desítek let jsou čísla prevelance DMO stabilní, a to 2-3 děti na 1000 živých porodů. Velkou roli hraje i země narození dítěte a její ekonomická situace, která ovlivní možnosti intervence během porodu i možnosti léčby (Paul et al., 2022). Incidence DMO se s věkem snižuje, z 3,9 – 5,5/1000 na 2/1000 a to po 4.roce. Nižší věk tak zvyšuje pravděpodobnost mylné diagnózy. U většiny dětí se také vyskytuje tzv. „silent period“, u které nejsou prokázané žádné neurologické potíže. Tyto příznaky, které jsou přítomny na začátku života mají nízkou sensitivitu a specifičnost, aby umožnily správnou diagnózu. Důležité je tedy sledovat vývojové změny jedince (Kraus, 2004).

1.3 Diagnostika a screening

Diagnóza DMO překrývá více symptomů a patogenezí. Je diagnózou pragmatickou, což znamená, že pomáhá anticipovat rizika, a tak stanovuje nejlepší možnou léčbu (Kraus, 2011).

Mezi časné známky DMO patří brzká dominance rukou, nůžkovité držení dolních končetin, přetrvávající primitivní reflexy a poddajnost a tuhost svalů (Paul et al., 2022).

Každý kojenec se zvýšeným rizikem DMO (rizikové faktory DMO jsou výše zmíněny v kapitole 1.2.1) by měl podstoupit rozšířený screening. Jedná se o kombinaci klinického vyšetření motoriky a zobrazovacích metod. Nicméně je nutno podotknout, že u 11-17 %

pacientů je výsledný snímek magnetické rezonance (MRI) bez prokazatelných změn (Graham et al., 2016).

U intrakraniálních abnormalit jako jsou např. schizencephalie, hydocephalus a periventrikálární leukomalacie je MRI preferována pro vyšší specifitu (89 %) než výpočetní tomografie. Jednou z využívaných zobrazovacích metod je také ultrasonografie. V případě, kdy není její využití dostačující pro určitý klinický nález je doporučen screening nervové soustavy. Jestliže je vše v normálu, případně jsou abnormality nediagnostikovatelné, je posledním krokem kontrola poruch metabolismu pacienta nebo genetické vyšetření (Vitrikas et al., 2020).

Klinické hodnocení dítěte je dáno srovnáním normálního vývoje v daném věku vůči abnormálnímu a opožděnému vývoji u dětí s DMO (Kraus, 2004). Při vyšetření motoriky se sleduje spontánní aktivita kojence a polohovací reakce (spontánní aktivita a polohovací reakce jsou popsány níže v kapitole 1.3.1 a 1.3.2). Kojenec, jenž vykazuje abnormální chování bývá zařazen do klinické jednotky centrální koordinační poruchy (CKP). Dítě s CKP je poté dále sledováno a pouze malé procento dětí je dále diagnostikováno jako DMO (Kolář, 2009). CKP je dle Vojty pouze potenciálním stavem a nemusí přejít do patologického vývoje (Marešová et al., 2011).

Nejčastěji dochází ke konečné diagnóze v období kolem 1. až 2.roku, ovšem v současnosti je možné DMO diagnostikovat již kolem 6 měsíce života (Llamas-Ramos et al., 2022). Samotný rozvoj symptomů DMO je, ale progresivní a konečný nález je tedy potvrzen teprve až ve 2-4 letech (Kraus, 2011). Mnohdy je tedy výhodnější vyčkat s konečnou diagnózou do 3 až 4let. Určité rysy DMO se mohou prokázat až s vyvinutím funkce postižené části mozku, např. u spastické formy se může např. dystonie projevit později (Kraus, 2004).

Včasné podchycení je zásadní, umožní indikaci léčby a rychlejší zahájení rehabilitace. Může tak být zmírněn stupeň postižení a předchází se komplikacím spojených s pozdní diagnostikou (Kolář, 2009). Dobré je tedy dojít ke konečné diagnóze, co nejdříve. Rodině to zajistí potřebné odpovědi pro léčbu, ale také zahájí potřebné schválení sociální pomoci a dávek. Vhodné je diagnostikovat DMO před nástupem do školy, aby se tak maximalizovali možnosti vzdělání dítěte (Bosanquet et al., 2013).

1.3.1 Spontánní aktivita

Spontánní aktivitou se zabývá vývojová kineziologie. Popisuje ideální zobrazení motorické ontogeneze od narození po chůzi. Spontánní vzory držení těla nemusí být ideálním zobrazením vývoje a jsou velmi individuální pro každé dítě. Podle posouzení spontánních vzorů

se dá předpokládat, zda se u dítěte může rozvinout nebo už se rozvinula motorická porucha. Abnormální modely jsou zafixovány v 6.týdnu života a dochází tak k ovlivnění vývoje (Vojta & Peters, 2010). Poškození centrální nervové soustavy (CNS) se tak může projevit patologickou hybností a pasivitou novorozence vůči okolí (Vojta, 1993).

1.3.2 Polohové reakce

Polohové reakce jsou uplatňovány ve vývojové diagnostice. Byly popsány doktory Moro, Landau, Schaltenbrand a Peiper. Využívají pasivní změny polohy dítěte, která vyvolá určitou reakci (Vojta, 1993). Polohovací reakce jsou závislé na zralosti CNS a jsou obvykle vyšetřovány během 1.roku života. Využívá se obvykle 7 polohovacích testů:

- Trakční zkouška (test posazování)

Dítě je pasivně posazeno z lehu za distální část předloktí do šikmé polohy. Je sledováno postupné přitažení hlavičky k trupu. Dítě ustupuje z flekčního držení dolních končetin a opírá se o hýždě. To značí přesun těžiště kaudálním směrem. Kolem 1 roku má dítě těžiště na patách.

- Vojtova sklopná reakce

Dítě je pasivně otočeno z vertikály do horizontály. Paže reagují na začátku vývoje „objímacím pohybem“ a dochází k flexi a extenzi dolních končetin. Dlaně jsou otevřeny, což by se mělo vyskytovat během celého vývoje. Horní dolní končetina je ve flekčním postavení a spodní dolní končetina v extenčním. Postupně ustupuje objímací pohyb a diferenciace dolních končetin. Obě dolní končetiny jsou tedy po 10.týdnu již ve flekčním postavení.

- Reakce podle Peiperta a Isberta

Dítě je v poloze na břiše nebo zádech, uchopí se za kolena a otočí se hlavou dolů. Sleduje se pokus dítěte přitáhnout se za vyšetřujícím. Ze začátku má dítě rozpažené paže (Mourův reflex), následně dojde ke vzpažení. Z polohy na břiše se testují děti starší 6.měsíců, a to tak, aby se nemohlo dítě chytnout vyšetřujícího.

- Vertikální vis podle Collisové

Dítě se pasivně zvedne za koleno hlavou dolů. Je sledována reakce volné dolní končetiny. Prvotní reakce je flekční postavení, které se postupně v 7.měsíci mění v extenční postavení.

- Horizontální vis podle Collisové

Dítě se zvedne pasivně z polohy na zádech za stejnostranou horní a dolní končetinu. Volná paže reaguje jak pří Moorově reflexu (popsán v kapitole 1.3.3), později dochází k upažení a ve 3.měsíci je končetina ve flekčním postavení. Postupem času dochází k rozvoji vzpěrné reakce kontralatelární strany dítěte. Dítě se postupně začíná vzpírat až o plosku nohy.

- Landaunova reakce

V horizontální poloze držíme dítě pod břichem a je sledována postupná extenze hlavy.

- Axilární vis (Závěs v podpaží)

Vyšetřující drží dítě v podpaží s hlavou vzhůru. Sleduje se postupná změna flekčního postavení dolních končetin, kdy dítě přitahuje kolena k břichu. Dochází ke změně do volné extenze dolních končetin (Kraus, 2004; Vojta, 1993).

1.3.3 Primitivní reflexy

Další možností k prokázání nezralosti vývoje patří vybavitelnost primitivních reflexů. Tyto reflexy jsou na nižší úrovni řízení (kmenové, spinální) a při patologickém vývoji se u dítěte vyskytují déle, než by měly (Kraus, 2004). Jestliže se primitivní reflexy vyskytují v prvních 4-6 týdnech života jedná se o negativní známky vývoje (Vojta, 1993).

Postupem času jsou reflexy inhibovány a jejich přítomnost odpovídá stupni porušeného vývoje dítěte. Příkladem nejznámnějších reflexů jsou například Mourův reflex, úchopový reflex horních a dolních končetin, Galantův reflex a asymetrický tonický šíjový reflex (ATŠR).

- Mourův reflex

Mourův reflex je nejčastěji vyvolán náhlým trhnutím podložky pod dítětem. Reakce dítěte je abdukce a extenze horních končetin s okamžitou následující flexí a addukcí. Dle Vojty dochází k vyhasínání tohoto reflexu v období 11 týdne až 5.měsíce. U dětí s DMO reflex není do 5.měsíce vyvolatelný a přetrvává do 11.měsíce.

- Úchopový reflex horních a dolních končetin

Úchopový reflex horních a dolních končetin je vybaven při stimulaci ruky nebo plosky dítěte. Dochází ke kontrakci svalů (flexe prstů a addukce a inverze chodidla s prstcy). Během normálního vývoje mizí tyto reflexy s rozvojem aktivního úchopu a opěrné fáze nohy.

- Galantův reflex

Galantův reflex je vyvolán stimulem v paravertebrální oblasti. Dítě je položeno na břiše a reflexní odpověď je vybočení páteře a extenze horních končetin na straně dráždění. Mizí se vzpřímením dítěte a jeho perzistence může značit vznik dyskinetické formy DMO.

- Asymetrický tonický šíjový reflex (ATŠR)

ATŠR je vyvolán pasivní rotací hlavy dítěte. Podle některých autorů je ATŠR totožný jako „pozice šermíře“, kterou zaujímají novorozenci. Dle Koláře se však jedná o 2 rozdílné věci. Poloha šermíře je řízena z vyšších etáží než ATŠR. Horní končetiny jsou v extenčním postavení u čelistních a ve flekčním postavení u záhlavních horních končetin (Šlachtová & Stepaňuková, 2015).

1.4 Formy DMO

Etiologie vzniku DMO je rozmanitá a k poškození mozku dochází z různých důvodů. U DMO je tak přítomná velká variabilita. Klasifikace forem DMO jsou popsány podle topografie, podle typu patofyziologie a podle stupně poškození. Dle stupně poškození jsou děti s DMO rozděleny do The Gross Motor Function Classification System (GMFCS) do 5 stupňů (více v kapitole 1.5. Kategorizace DMO dle GMFCS (Paul et al., 2022).

Dle topografie je popsána unilaterální a bilaterální forma DMO. Unilaterální je dále rozdělena na monoparézu a hemiparézu. U monoparézy je postižena jedna končetina, častěji dolní končetina. Když se jedná o postižení poloviny těla jde o hemiparézu. K bilaterální formě DMO patří diparéza (postižení dolních končetin). Triparéza je typická pro unilaterální postižení horních končetin a bilaterální postižení končetin dolních. Všechny 4 končetiny společně i s trupem jsou postiženy u formy kvadruparetické (Graham et al., 2016).

Nejčastější je forma diparetická, na druhém místě hemiparetická (20-30 %) a poté nejtěžší forma kvadruparetická (10-15 %) (Paul et al., 2022).

Charakter motorické poruchy je odvozen i podle místa poškození CNS. Každá forma DMO i jinak reaguje na léčbu, jinak se rozvíjí a má odlišnou prognózu (Kolář, 2009). Dle Krause dělíme DMO podle patofyziologie na formu spastickou, cerebrální, dyskinetickou a smíšenou. Mezi neobvyklé formy DMO patří hypotonická forma (Kraus, 2004).

Spastická forma je charakteristická pro zvýšené svalové napětí, hyperreflexii a rozvoj spastických jevů. Nekoordinované, mimovolní pohyby jsou typické pro dyskinetickou formu

DMO, kdy svalové napětí může být snížené i zvýšené a většinou se mění s časem. Ataktická forma je dominantně hypotonická a spojená s ataxií (Sadowska et al., 2020).

1.4.1 Spastická forma

Spastická forma DMO může být hemiparetická, bilaterální a ataktická.

- Hemiparetická forma

Hemiparetická forma může být kongenitální nebo získaná. Kongenitální tvoří 70-90 % z dětí s hemiparetickou formou. Jejich etiologie je nejasná, ale nejčastěji se jedná o periventrikulární leukomalacie a obtížné předčasné porody s hypoxií. První známky spastické hemiparetické formy lze zaznamenat při pokusu dítěte o úchop a u začátků chůze. Dítě v tomto případě sahá po předmětech pouze na jedné straně. Dále je typické tzv. novorozenecké držení (protrakce, addukce a vnitřní rotace v ramenním kloubu, flexe a pronace lokte, flexe a ulnární dukce zápěstí a flexe prstů), které je u těžších forem fixováno. U hemiparetické formy bývá větší postižení na horních končetinách. U mírné formy jsou možné pohybu i prstů ruky, u střední pohyby celé paže a u těžší formy jsou pohyby minimální. Na dolní končetině je držení v extenzi a může se vysyktovat i eqiunus nohy. Další známkou spastické formy může být patologie při chůzi ve smyslu chůze po vnější straně chodidla a v cirkumdukci. Hemiparetická forma je spojena i s postižením n.facialis a n.hypoglossus, s epilepsií, mentální retardací, přičemž 50% pacientů, kteří trpí epileptickými záchvaty vykazují těžší stupeň mentální retardace.

- Bilaterální forma

Bilaterální spastická forma postihuje obě poloviny těla. Patří zde čistá diparéza, ataktická diparéza a taky kvadruparetická forma. Spastická diparéza je nejčastější formou DMO (41 %-65 %), která zahrnuje děti jak plně samostatné, tak i děti zcela závislé na asistenci. Je přítomno větší postižení dolních končetin a chůze má i u soběstačných dětí většinou patologický charakter. Pro diparetickou formu DMO je charakteristická protrakce ramen, flexe loktů, kyčlí a kolen, vnitřní rotace dolních končetin a chůze po špičkách. Typický je i rozvoj kontraktur tricepsu surae, flexorů kolen a kyčlí. Vznikají coxa valga antetorta, s čímž je spojeno vysoké riziko luxace kyčlí. Jemná motorika bývá méně postižena a největší problém je tak lokomoce. U diparetické formy jsou také časté poruchy vizu např.strabismus. Polovina těchto dětí se setkává s epilepsií a pouze třetina má normální intelekt. Výrazně těžší formou je rovnoměrné postižení všech čtyř končetin, tzv. syndrom bilaterální hemiparézy, který postihuje 27 % dětí

se spastickou diparézou. Spasticita je převážně v horních končetinách. Charakteristické jsou také dystonické ataky, které jsou projevy pozůstalých primitivních posturálních reflexů. Dostavují se většinou po zevních podnětech, spojených s emocí, kdy chce například dítě na něco dosáhnout v prostoru. Většina kvadruparetických dětí trpí epilepsií a má těžkou mentální retardaci (Kolář, 2009; Kraus, 2004).

1.4.2 Cerebelární forma

Cerebelární forma tvoří 7-15 % ze všech forem DMO. U těchto dětí se může projevit atrofie vermis mozečku na genetickém podkladu. Typický je pomalý nástup příznaků. Ze začátku přetrvává centrální hypotonický syndrom, apatie a dyskoordinace očních bulbů. Samotné projevy začínají okolo 1. až 2.roku, a to se začátkem chůze (Kraus, 2004). Ojediněle se cerebelární forma vyskytuje samostatně, většinou, ale ve spojení se spastickou formou. Mezi základní projevy patří ataxie, dyskoordinace, intenční třes, adiadochokinéza a spasticita obzvlášť v triceps surae. Děti s lehčím postižením jsou schopny chůze, pouze u těžších stádií není dítě chůze schopné. Dále se může projevit mentální retardace v různých stupních a případně i autismus (Kolář, 2009).

1.4.3 Dyskinetická forma

U dyskinetické formy jsou charakteristické abnormální pohyby a dystonické postavení. Tyto pohyby se objevují později, okolo 5.-10. měsíce a vyvíjí se z hypotonického syndromu. Hlavním problémem je koordinace, vedení volního pohybu a udržení postury. Tvoří 10 % ze všech forem DMO. Rozlišujeme dva základní typy dyskinetické formy, hyperkinetický a dystonický typ.

- Hyperkinetický typ

Hyperkinetický typ obsahuje neúčelné, přestřelené mimovolní pohyby. Tyto pohyby jsou obvykle vyvolány pokusem o pohyb a soustředí se na větší oblast svalů, než by měly (Kraus, 2004).

- Dystonický typ

Změny svalového tonu charakterizují dystonický typ (Kraus, 2004). Pro dystonii je charakteristická svalová kokontrakce. Dochází ke zvýšené aktivaci svalových skupin, které

nejsou potřebné pro cílený pohyb. To omezuje i chůzi a její plynulost, která je omezena pro lepší stabilitu (Graham et al., 2016).

Nejčastěji dochází ke zvýšení napětí v extenzorech zad a šíjových svalech. Dystonické případy jsou častější, a to 2/3 ku hyperkinetické 1/3. 7-8 % z nich jsou formy smíšené, dystonicko – hyperkinetické. Postižena je také orofaciální koordinace. To ovlivňuje artikulaci, polykání, sluch a slinění. Dále je u dyskinetické formy přítomné nevyžádané grimasování. Mentální schopnosti jsou obvykle v normě nebo snížené a epilepsie se vyskytuje asi u 1/4 případů (Kraus, 2004).

1.4.4 Smíšená forma

Kombinace forem vznikají při postižení různých oblastí vyvíjejícího mozku najednou. Vyskytuje se u 15,4 % dětí s DMO (Paul, 2022). V současnosti se vyskytuje smíšená forma častěji, a to v důsledku pokroku ve vyšetřovacích metodách. Často dochází ke kombinaci ataxie, dystonie a spasticity. Cerebelární symptomatologie se může vyskytnout u všech forem DMO. U smíšené formy DMO tak není důležitá přímá klasifikace, ale spíše analýza samotného pohybu dítěte (Kraus, 2004).

1.4.5 Hypotonická forma

Hypotonická forma je neobvyklým obrazem DMO. Charakterizuje ji svalová hypotonie, která se poté vyvíjí ve spasticitu, dyskinezi a nejčastěji v ataxii. K těmto změnám dochází kolem 2.-3.roku. U některých dětí hypotonie přetrvá (Kraus, 2004).

1.5 Kategorizace DMO dle GMFCS

The Gross Motor Function Classification System (GMFCS) je standardizovaná stupnice, která je základem pro stanovení úrovně hrubé motoriky u dětí s DMO. Je spolehlivým a stabilním ukazatelem hrubé motoriky pacienta (Graham et al., 2016). Byla vytvořena týmem doktorem Palisana, který zařazoval děti dle jejich soběstačnosti a pohybových funkcí (chůze, využívání kompenzačních pomůcek například berlí, chodítek nebo vozíku). Celá stupnice je rozdělena do 5 úrovní, a navíc upravena i dle věku pacienta (do 2 let, 2-4 roky, 4-6 let, 6-12 let a 12–18 let) (Obrázek 1).

I. Pacient chodí samostatně

II. Pacient chodí samostatně s menšími limitacemi

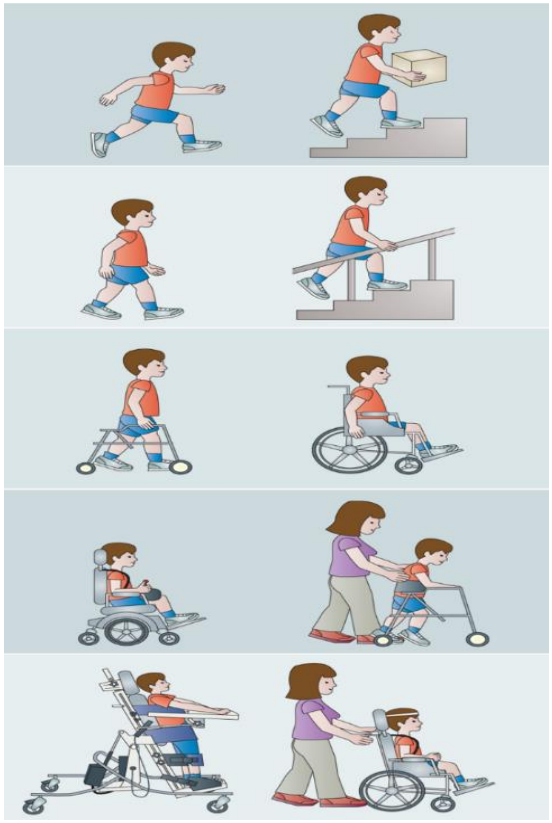
III. Pacient chodí za pomocí kompenzační pomůcky

IV. Pacient se může sám pohybovat, ale s vyšší limitací, může používat elektrický vozík

V. Pacient není schopen samostatného pohybu, transport na vozíku a s pečovatelem (Sadowska et al., 2020).

Obrázek 1

Stupně GMFCS



(Graham et al., 2016)

GMFCS úroveň I

Děti se pohybují samostatně v různorodých prostředích (doma, škola, venku). Schodiště používají bez problému i bez zábradlí. Jsou schopny běhu, skákání, ale je limitována rychlost, rovnováha a koordinace pohybu.

GMFCS úroveň II

Děti se běžně pohybují po schodech za pomocí zábradlí. Setkávají se s problémy při chůzi na delší trať, při chůzi na nerovném terénu, při navýšení terénu, v menších prostorech. Děti můžou chodit s asistencí, s jednodušší pomůckou nebo využívají vozík na delší trať. Snížená schopnost složitějších motorických funkcí jako jsou běh nebo skákání.

GMFCS úroveň III

Jsou využívány kompenzační pomůcky i v domácím prostředí. Po schodech chodí pomocí zábradlí a s asistencí. Na kratší trasy používají kompenzační pomůcky jako chodítka, berle a na trasy delší vozík.

GMFCS úroveň IV

Děti využívají pomůcky, které vyžadují asistenci pečovatele nebo jsou poháněny elektricky. V domácím prostředí a s asistencí jsou děti schopné pohybu na kratší vzdálenost. Mimo domácí prostředí, ve škole, venku se děti pohybují pomocí vozíku nebo vozíku elektrického.

GMFCS úroveň V

Transport je zřizován pomocí vozíku v plném nastavení. Děti mají problém udržet vzpřímenou hlavu, vzpřímený sed a kontrolovat pohyby končetin (Graham et al., 2016).

Data Surveillance of Cerebral Palsy in Europe udávají, že do 1.stupně patří 32 % pacientů, do 2. 29 %, do 3. 8 %, do 4. 15 % a do 5.stupně 16 % (Kraus, 2011).

Nevýhodou stupnice GMCFS je, že neobsahuje hodnocení jemné motoriky ruky. Pro hodnocení jemné motoriky ruky dítěte s DMO je Bimanual Fine Motor Function (BFMF) (Sadowska et al., 2020). Další stupnice, jež se zabývá motorikou ruky je Manual Ability Classification System (MACS). Obsahuje 5 stupňů a zařazuje děti okolo 4-18 let. V rámci této stupnice představuje vyšší stupeň MACS nižší úroveň soběstačnosti dítěte (Paul et al., 2022).

Všechny klasifikační stupnice mohou pomoci stanovit pravděpodobnou prognózu pacienta, mohou stanovit možnosti léčby a posilují komunikaci mezi zdravotníky, vědci a rodiči (Piscitelli et al., 2021).

1.6 Přidružené poruchy DMO

Mezi přidružené poruchy řadíme bolest (75 %), poruchy intelektu (50 %), poruchy chůze (33 %), poruchy kyčelního kloubu (33 %), poruchy mluvy (25 %), epilepsie (25 %), inkontinence (25%) a poruchy chování a spánku (20-25%) (Vitrikas et al., 2020).

Na druhou stranu se, ale poruchy spojené s postižením mozku plodu po 2. roce mohou minimalizovat vývojem CNS. Jestliže postižení přetrvá děti nejsou schopné dosahovat klíčových bodů vývoje, přetrvávají u nich primitivní reflexy a do 2 let používají pouze jednu ruku (Paul et al., 2022).

1.7 Chůze dětí s DMO

Děti s DMO mají kromě jiného potíže s hrubou motorikou. Chůze je pro ně výrazně zkomplikována. Často zakopávají a padají (Bonnano et al., 2023). Děti s DMO začínají chodit později než jejich vrstevníci bez DMO. Typický je změněný pohybový vzor, špatná koordinace končetin, omezená rychlost chůze a délka kroku a vyšší kadence. U DMO jsou často horní končetiny v abnormálním postavení, což má vliv i na chůzi. Se správným pohybem horních končetin mají děti lepší stabilitu a chůze je méně energeticky náročná (Sidiropulus et al., 2021).

U DMO je popisována tzv. spastická chůze. Tím je myšlena chůze po špičkách, která je způsobena deformitou chodidla (pes equinus) a při nákroku je vyšší rotace trupu okolo osy těla. Jednotlivé formy DMO a jejich chůze jsou popsány výše v kapitole 1.4. (Kolář, 2009).

Během švihové fáze chůze bývá omezena flexe kolene. U stojné fáze děti mají koleno v hyperextenzi anebo ve zvýšené flexi (tzv. crouch gait). U chodidla bývá omezená dorsální flexe, což způsobuje equinismus chodidla. Typická je dále nůžkovitá chůze, kdy mají děti kolena blízko sebe, což zvyšuje vnitřní rotaci pánve a addukci (Bonnano et al., 2023).

Dle norské statistiky chodí 53 % pacientů DMO bez kompenzačních pomůcek, 25 % s pomůckami, u 10 % došlo k omezení chůze během času a 12 % nikdy nechodilo. Tyto potíže se během života vyvíjí, a to i z důvodu bolestí, únavy a postupně snižující se fyzické aktivity (Süssová & Šáchová, 2011). Chůze je pro děti důležitá hlavně pro zkoumání okolí, což dále ovlivní kvalitu života dítěte (Cortés-Pérez et al., 2022).

Standartní léčbou chůze jsou terapie jako Bobath koncept nebo Vojtova reflexní lokomoce. Důležité je také posílení dolních končetin, zvyšování rozsahů, snížení spasticity a tuhosti a trénink rovnováhy. V poslední době se, ale také velice rozšířila robotická rehabilitace (Bonnano et al., 2023).

1.8 Testování hrubé motoriky

K testům zabývající se hrubou motorikou patří níže uvedené testy:

- Gross Motor Function Measure (GMFM)
- Testy chůze - 10 minute Walking Test (10MWT), 6-min Walking test (6MWT)
- Timed up and go (TUG)
- Testy soběstačnosti – Goal Attainment Scale (GAS), test funkční soběstačnosti (Functional Independence Measure)

(Klobucká et al., 2011; Kolář, 2009; Nicolini-Panisson & Donadio, 2013; Pool et al., 2021).

1.8.1 Gross Motor Function Measure (GMFM)

Gross Motor Function Measure (GMFM) je mezinárodní standardizovaný test pro hodnocení hrubé motoriky pro děti od 5 měsíců. Využívá se jako prostředek pro hodnocení efektu rehabilitační péče. Tento test byl vytvořen přímo pro děti s DMO. Používají se 2 verze GMFM testu: 88 položková a zkrácená 66 položková verze. Test je rozdělen do 5 oblastí. označených písmeny A-E.

A = leh a přetáčení = 17 položek

B = sed = 20 položek

C = lezení a klek = 14 položek

D = stoj = 13 položek

E= chůze, běh, poskoky = 24 položek

Každá položka testu je hodnocena 4 body, podle toho, jak dítě danou činnost provede (0-dítě nezačne, 1-začne, 2-částečně ukončí, 4-ukončí činnost adekvátně). Hodnocení jednotlivých oblastí (A-E) a celkové průměrné hodnocení jedince se dále matematicky zpracovává dle daného vzorce, kdy konečný výsledek se udává v procentech. (Klobucká et al., 2011; Kolář, 2009).

1.8.2 Testy chůze

Nejčastěji využívané testy pro hodnocení chůze jsou např.10 minute Walking Test (10MWT) chůze a 6-min Walking test (6MWT). 10MWT test chůze určuje rychlost chůze dítěte na vzdálenost 10 m. Dítě chodí svým tempem a se svými kompenzačními pomůckami. U 6MWT se sleduje vzdálenost chůze na vyznačené trase za 6minut. Sleduje se výdrž pacienta.

Pacient jde svým tempem a se svými kompenzačními pomůckami. Využívá se hladký povrch, bez překážek (Klobucká et al., 2011).

1.8.3 Timed up and go (TUG)

Dalším testem, který hodnotí chůzi je TUG. Na rozdíl od dvou předešlých zohledňuje také schopnost zastavení, otočky a změnu polohy ze sedu. Promítne se tedy do hodnocení práce s těžištěm dítěte. Ze začátku byl využíván u starších lidí pro evaulaci dynamické rovnováhy, ale dnes je využíván i u dětí s DMO. TUG měří čas, za který pacient vstane z židle, ujde 3 metry, poté se otočí, vrátí se k židli a zpátky se posadí (Nicolini-Panisson & Donadio, 2013).

1.8.4 Testy soběstačnosti

U dětí s DMO se využívají také testy soběstačnost, a to Goal Attainment Scale (GAS) slouží k dosažení individuálních cílů dítěte. Vztahuje je na všechny stupně GMFCS (Pool et al., 2021).

Dalším testem je test funkční soběstačnosti (Functional Independence Measure). Jsou sledovány kognitivní schopnosti a pacientovy schopnosti v každodenních aktivitách. Test je 7bodový v 6kategoriích (osobní péče, kontinence, přesuny, lokomoce, komunikace, sociální aspekty) (Kolář, 2009)

2 Neurorehabilitace

V roce 1996 vytvořila Evropská federace neurologických společností standart neurorehabilitace. Jedná se o multidisciplinární individuálně vedenou rehabilitaci pro pacienty s poškozením CNS. Pomáhá pacientům s neurologickými potížemi snížit jejich disabilitu pomocí rehabilitačních prostředků. Mezi základní principy neurorehabilitace patří brzké zahájení terapie, komplexnost terapie, návaznost těchto terapií a jejich koordinovanost (Švestková, 2013).

Terapie je pro každého pacienta rozdílná. Je brán ohled na jeho osobnost i sociální zázemí. Využívá multidisciplinárního týmu, který se skládá z lékaře, fyzioterapeuta, ergoterapeuta, logopeda, sociálního pracovníka a dalších. Hlavní cíle neurorehabilitace jsou mobilizace pacienta, nácvik každodenních aktivit (Activities of daily living, ADL), trénink kognitivních funkcí a prevence případných komplikací. U pacientů je podporováno spontánní uzdravení a také schopnost mozkové plasticity (Grünerová-Lippertová, 2005).

Neurorehabilitační přístupy využívají plastických změn mozku. Jinými slovy mozek je schopen reorganizace dle působení vnějších a vnitřních podnětů. Fyziologicky dochází k reorganizaci mozku při vývoji, učení a při stárnutí. Výraznější pozitivní plasticita se tak vyskytuje u vyvíjejících se dětí, což jim pomáhá při rekonvalescenci. Neuroplasticita je neustálá, ovšem skrze cílené techniky (fyzioterapie, kognitivní trénink, stimulace prostředím atd.) je neuroplasticita více podpořena. Může být zefektivněna i využitím robotických systémů. Už po 3 měsících pravidelného cvičení se ukazují u zdravých jedinců změny ve struktuře CNS. U některých pacientů ke zlepšení ale nedojde, a to nejčastěji z genetických důvodů (Navrátil & Příhoda, 2022; Nogová & Holaňová, 2017).

2.1 Terapeutické přístupy u DMO

Terapie dětí s DMO závisí na úrovni postižení a specifických symptomech daného pacienta. Stěžejní je identifikovat cíl, který je stanoven pacientem a jeho rodinou ve spolupráci s terapeutem. Současně je, ale nutné počítat s faktem, že kolem pěti let života se děti dostávají na 90 % své celkové motorické zdatnosti. Nemusí tak i přes komplexní a pokračující terapii dojít k úplné rekonvalescenci. Terapie není cílena pouze na motoriku. Nelze přehlížet vývoj dítěte v oblastech komunikace, socializace a vzdělávání (Vitrikas et al., 2020).

Cílem terapie je zlepšení motorických schopností pacienta, a především jeho soběstačnosti a nezávislosti. Úspěšná terapie závisí na její intenzitě a brzkém zahájení. Z důvodu měnícího se charakteru DMO musí být terapie také adaptabilní na jakékoliv možné změny (Kraus, 2011).

2.1.1 Vojtova reflexní lokomoce

Vojtova reflexní lokomoce se snaží o změnu abnormálního modelu novorozence v ideální model. Pomocí terapie by mělo být docíleno rozvoje normální ontogeneze dítěte. Patologický model je tak postupně nahrazován vyšším dokonalejším modelem (Marešová et al., 2011).

Základem je provedení určitého pohybu pro spouštění tzv.motorických koordinačních komplexů. Tyto komplexy se šíří po těle a vykazují pohybovou tendenci vpřed ve vývoji. Pohyb vpřed způsobuje reflexní lokomoci tzv.reflexní plazení a otáčení. Dochází k nim pomocí specifického podráždění na určitých bodech v určených polohách. Výchozí poloha pro reflexní plazení je poloha na břiše, pro reflexní otáčení poloha na zádech. Z polohy na zádech se dítě

otáčí na bok. Během toho se docílí ideální svalové souhry, a to vede ke vzpřimování a následné chůzi (Vojta & Peters, 2010).

Jestliže je posturální ontogeneze zastavena a není včasně obnovena vyvine se obraz DMO. Maximální věková hranice pro zahájení terapie dle Vojty je 8.měsíc. Děti se v této době pokouší o vertikalizaci, což u postižených dětí komplikují nekompenzované primitivní vzpěrné reakce (Marešová et al., 2011).

Předpoklad úspěšné terapie je kooperace rodiče, terapeuta a dítěte. Ze začátku je frekvence cvičení 3-4krát denně, maximálně 10 minut. Po prvním roce života se frekvence cvičení snižuje. Důležitá je edukace rodičů. Rodiče budou cvičit Vojtovu metodu převážně sami. Terapeut je v tomto případě pouze rádce, který zadává cvičební program a případně koriguje cvičení (Kolář, 2009).

2.1.2 Bobath koncept

Koncept Bobathových, neuro-developmental treatment je metoda také vycházející z ontogeneze. Autory jsou manželé Bobathovi, pediatr-neurolog Karl Bobath a fyzioterapeutka Berta Bobath, kteří pochází z Německa. Základ konceptu je inhibice nižších řídících mechanismů a facilitace vyšších mechanismů, pomocí inhibičních a facilitačních poloh. Terapeut sleduje funkční dovednost dítěte. Sleduje, které pohyby svede samo a které ne. Sleduje také možné kompenzační mechanismy a snaží se o zkvalitnění pohybu. Terapeut využívá různé kompenzační pomůcky, důležitý je také handling a opora při cvičení. Opora musí být dostatečná, ale nikdy ne zbytečně vysoká (Marešová et al., 2011).

Úspěch terapie vychází z propojení Bobath konceptu a ADL aktivit. Postižené segmenty jsou neustále stimulovány. Vyvolá se tak podráždění, a to spustí opětovné zařazení ztracené funkce do kvalitnějšího pohybového schématu (Grünerová-Lippertová, 2005).

Cílem je podpora soběstačnosti a samostatnosti dítěte. Terapie se provádí pomocí každodenních činností, které mají terapeutický efekt. Činnosti se vybírají podle věku a zájmů dítěte. Důležitá je také spolupráce rodičů a dalších lidí v okolí dítěte. Vedle cvičení terapeut také rodiče učí, jak dítě zvedat, nosit a polohovat (Kolář, 2009).

Nejefektivnější je terapie 5krát týdně, obecně je však 2krát týdně na 1 hodinu a rodiče pokračují s terapií i doma během každodenního života a hraní (Patel, 2005).

2.1.3 Thera Suit metoda

Thera Suit metoda Byla patentována v roce 2001 manžely Koscielny, kteří metodu vyvinuli pro svou nemocnou dceru. Metoda vychází z principů Bobath konceptu, proprioceptivní neuromuskulární facilitace a měkkých technik. Využívá se také jako součástí Klimtherapy, což je 4týdenní terapeutický program Sanatorií Klimkovice. Základem je respektování neurofyziologického vývoje, učení funkce pomocí kortikálních a subkortikálních mechanismů, facilitace normálních pohybových stereotypů, sensomotorická integrace a ovlivnění měkkých tkání. Maximálního efektu terapie se dosáhne u 3hodinvého trvání, střední intenzity.

Využívá se proprioceptivní stimulační obleček. Ten se skládá z čepice, vesty, šortek, kolenních návleků, speciální obuvi, a i návleků na horní končetiny. Jednotlivé časti jsou propojeny elastickými pruhy. Jejich tah napomáhá stabilizaci, a to podporuje správné pohybové vzorce. Před samotnou terapii dochází k přípravě na aktivitu (nahřátí, ledování, měkké techniky, mobilizace atd.). Během terapie se potom využívají kladky, závěsy a závaží v klecové konstrukci, kde se nacvičuje chůze, manipulace s předměty a další (Nogová & Holaňová, 2017).

2.1.4 Ergoterapie

Ergoterapie se zajímá o obnovení samostatnosti a soběstačnosti během denních aktivit a snaží se o návrat pacienta do jeho domácího prostředí. Celá terapie se řídí sociálními a individuálními potřebami pacienta. Obsahuje i poradenskou činnost, která pomáhá rodině adaptovat se, připravit domácnost, případně pomáhá s výběrem kompenzačních pomůcek. Pacienti se učí různorodým schopnostem, jak zvládat oblékání, hygienu, stravování atd. Součástí ergoterapie je také senzomotorická funkční terapie, posouzení percepce a trénink kognitivních funkcí (Grünerová-Lippertová, 2005).

Základ ergoterapie dětí tvoří léčebná hra. Učí děti soběstačnosti, samostatnosti, rozvijí osobnost dětí a jejich zájmy. Pomocí her se trénuje jemná motorika, úchop, koordinace a cílené pohyby. Příkladem je arteterapie a muzikoterapie. Obě jsou součástí ergoterapie a psychorehabilitace. Arteterapie se využívá na trénink jemné motoriky pomocí malování, plastelíny, modelování z hlíny, vystřihování, tvorby koláží. Muzikoterapie se využívá jak pro zlepšení koordinace, tak i pro harmonizaci organismu a zlepšení koncentrace (Kraus, 2004)

2.1.5 Senzorická integrace

Senzorická integrace je schopnost mozku sjednocovat, zpracovat senzorické podněty a vytvořit optimální motorickou odezvu, tzv.adaptační odpověď. Řídí registraci, třídění a organizaci senzorických podnětů, které ovlivňují tělo. Jsou to především podněty pro smyslové vjemy (zrak, sluch, chuť, čich, hmat, podněty vestibulárního systému). Sleduje, ale i hlubší proprioceptivní složku např.stereognozii (Kolář, 2009).

Senzorická integrace byla zkoumána v 70.letech A.Jean Ayresovou. Je využívána převážně ergoterapeuty. Děti se učí přijímat, zpracovat a propojovat jednotlivé senzorické informace. K tomu terapeut využívá her a prostředí. Hry se mění a časem i komplikují. Díky tomu se pak lépe dítě adaptuje na nové složitější podněty (Patel, 2005).

Děti s poruchou senzorické integrace mají vysoké IQ, jsou emocionálně přecitlivělé, úzkostné, uzavřené a impulzivní. Důležité je tak vybrat správnou formu metody. Terapie mohou být individuální nebo skupinové. Hlavním komponentem je výbava terapeutické místnosti, míče, balanční plochy, žíněnky, závěsné systémy, hry a různé hračky. Hravé a pestré prostředí znamená pro dítě plno vjemů pro integraci (Kolář, 2009).

2.1.6 Snoezelen®

Snoezelen® pochází z Nizozemska (1975). Jedná se o speciální pokoje, které obsahují různé senzorické předměty (rádio, zvuky, aromaterapie, bublinové sloupy, vodní postele, houpací křesla atd.). Tyto předměty děti využívají, hrají si s nimi sami, případně i s přítomným terapeutem. Nejčastěji využívají tyto místnosti děti s poruchami chování. U dětí se projevilo větší zklidnění, snížení bolesti, snížení podráždění, a i větší samostatnost. Děti jsou i více relaxovány a jsou sledovány i změny EEG aktivity (Gómez et al., 2016).

2.1.7 Fyzikální terapie

U dětí s DMO je fyzikální terapie (FT) doplňkovou léčbou. Nejvíce indikovanou FT je fototerapie laserem a magnetoterapie. Laser snižuje spasticitu, aplikuje se na trigger pointy a na motorické body paretických svalů. Magnetoterapii využíváme pro analgetický účinek, pro zlepšení biorytmu a pro regulaci svalového tonu (Kraus, 2005).

Další s užívaných FT je elektroterapie, která využívá účinky elektrického proudu. Používá se například galvanický proud, nízkofrekvenční elektroterapie, středofrekvenční elektroterapie, vysokofrekvenční elektroterapie. Mají analgetický účinek, ale také

elektrostimulační (Grünerová-Lippertová, 2005). Elektrostimulace slouží ke zvýšení svalové síly. Je indikována pro děti nad 4-5 let, obvykle s diparetickou nebo hemiparetickou formou DMO. Příkladem pro elektrostimulaci je např.transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS). TENS jsou neinvazivní, nízkofrekvenční, přenosná zařízení, která mohou být použita i pacienty doma (Patel, 2005).

Na ovlivnění svalového tonu se užívá termoterapie. Teplo se aplikuje formou horkého vzduchu nebo tepelnými zábaly pro lepší prokrvení a snížení svalového napětí. Ledové zábaly se využívají pro analgetický účinek a snížení spasticity (Grünerová-Lippertová, 2005).

Velice pozitivně vnímají děti s DMO vodní prostředí. Hlavní jsou mechanické a termické účinky. Využívají se vířivé koupele (končetinové, celkové), perličkové lázně nebo koupání v bazéně (Kraus, 2005).

3 Robotická rehabilitace

Robotická rehabilitace (Robot assisted therapy, RAT) je využití robotiky k tréninku nebo asistenci pacientům se zdravotním postižením. První zařízení RAT byla využita v klinickém prostředí v 90.letech (Reiner, 2013).

Obecně se roboti využívají nejen v operačních oborech, ale také k léčbě a rehabilitaci. Tito roboti mohou pohyb zabezpečit zcela sami, v pohybu iniciovaným pacientem pokračovat anebo produkovat odpor pro posílení oslabených svalových skupin. Existují i různé typy robotů dle jejich účelu. A to jsou roboti k usnadnění pohybu (invalidní vozíky, trenažéry hrubé a jemné motoriky, končetin a chůze), pro fyzikální terapii anebo pro cvičení kognitivních funkcí (Navrátil & Příhoda, 2022). Roboti mohou být zaměřeni buď na horní končetinu nebo na dolní. Dále jsou roboti jsou klasifikováni podle toho, zda pacientovu funkci celkově posilují anebo jí pouze asistují a pohyb usnadňují (Reyes et al., 2020).

Plné řízení pohybu robotem může vést k pasivitě pacienta a následnému oslabení svalové aktivity. Pro omezení pasivity slouží různé doplňky terapie, které udržují pacienta aktivního během celé terapie. Mohou to být různé módy přístrojů, virtuální realita (VR) atd. Tyto doplňky terapeut vybírá pro každého pacienta individuálně (Aurich-Schuler et al., 2017).
Podle formy aplikace můžeme rozdělit RAT na terapeutickou a asistenční.

- **Asistenční RAT**

Asistenční RAT je využívána v domácím prostředí pro konkrétního pacienta. Nemá přímý terapeutický vliv, ale využívá se pro lepší začlenění pacienta zpátky do života. Mezi asistenční zařízení patří vozíky, poháněné protézy a manipulátory.

- **Terapeutická RAT**

Terapeutická RAT využívá klinická zařízení, která slouží k vylepšení motorických schopností. Jsou využívány obvykle v nemocnicích a nejsou tak určeny pouze pro jednoho pacienta. Roboti mohou být pasivní, kdy pouze stabilizují pacienta v jedné poloze bez vyvinutí pohybu anebo aktivní, kteří pomocí motoru dokážou vyvinout aktivní pohyb končetin pacienta. Nejčastěji jsou zařízení poháněna pomocí elektromagnetických motorů, případně hydraulikou.

- **Interaktivní systémy**

Typem aktivního zařízení jsou systémy interaktivní. Fungují na principu interakce pacienta s robotem. Využívají impedantní strategie. Ta popisuje interakci robota s okolním prostředím. Díky tomu se může robot adaptovat na změny v okolí a neprodukuje jeden monotónní pohyb. Robot pak vytváří odchylky, které závisí na úsilí pacienta a jeho chování (Reiner, 2013).

Hlavním úkolem RAT je pomoc těžce postiženým a imobilním pacientům vrátit se do každodenního života. Důležité je pro RAT motorické učení a repetitivní, intenzivní a cílený trénink. To podporují vrozené schopnosti spinálních a supraspinálních motorických center člověka, která ovlivňují pohyb. Vykonáním správného pohybu dostává CNS podnět, který dále podpoří uložení ideálního pohybového engremu v mozku. To vede k zahájení pohybu a případně jeho postupné obnově (Esquanazi & Talaty, 2019; Navrátil & Příhoda, 2022).

Využití RAT je v širokém spektru patologií např. po mrtvici, při traumatu míchy, u Parkinsonovy choroby, u Brown-Sequardova syndromu anebo u dětí s DMO (Esquanazi & Talaty, 2019).

3.1 Výhody a nevýhody robotické rehabilitace

Využití robotiky se ve zdravotnictví setkává s pozitivními i negativními ohlasy. Největším problémem je snížení kontaktu zdravotníka s pacientem. Na druhou stranu RAT zajišťuje vyšší intenzitu a konzistenci pohybu během terapie. To může vést ke zkrácení celkové doby rehabilitace, a i ke změně organizace práce personálu. Samotná terapie je tak méně fyzicky náročná pro terapeuty a nabízí větší pocit jistoty a bezpečí dítěte v případě RAT tréninku chůze. Terapeut je stále přítomen i když může obsluhovat více RAT strojů najednou. RAT tedy v pravém smyslu nenahrazuje práci člověka, pouze ji zefeektivňuje a modifikuje (Esquanazi & Talaty, 2019; Navrátil & Příhoda, 2022).

RAT dále nabízí, na rozdíl od konveční kinezioterapie možnost ukládání dosažených výsledků a tím sledování pacientova pokroku v terapii. V průběhu samotné terapie dochází

navíc díky feedbacku ke zvýšené motivaci pacienta a lepší spolupráci (Reiner, 2013). Výsledky mohou být vedeny v databázi po delší dobu a zajistit tak i dlouhodobé sledování pacienta (Navrátil & Příhoda, 2022).

Pro rodiče jsou při výběru terapie hlavní otázky: cena, efektivita, náročnost aplikace a dostupnost robota. Pro děti je to motivace a zábava (Fasoli et al., 2012).

Většina autorů se shodne na tom, že robotické systémy představují úžasný doplněk konvenční terapie. Roboti jsou, ale hlavně pomocníkem terapeuta. Terapeuta nahradit nemohou (Llamas-Ramos et al., 2022).

3.2 Robotika v pediatrii

Děti s DMO jsou nejčastější pediatričtí pacienti, kteří robotickou rehabilitaci využívají. Díky vyšší míře neuroplasticity mají děti z RAT větší přínos. RAT stimuluje jak jejich motoriku, tak i jejich kognitivní schopnosti (Bayon et al., 2016).

RAT je pro každé dítě individuální. Pomocí jednotlivých nastavitelných parametrů lze terapii pro každého pacienta zefektivnit a zaměřit se na jejich individuální cíle. Jedním z častých cílů terapie u dětí je schopnosti chůze a její zkvalitnění. RAT může pomoci dětem, které mají poruchy chůze, ale i dětem, které se spontánně nikdy chodit nenaučily. Roboti jsou častěji navrženi pro dospělé, a tak limitem terapie bývá výška dětí, např. pro Lokomat je potřebná výška 90-140 cm. Problémem mohou být i psychické poruchy, poruchy pozornosti a celková schopnost spolupráce dítěte (Navrátil & Příhoda, 2022).

Problémem bývá u dětí také nedostatečná motivace. Během konvenční terapie mohou děti motivaci ztrácet z různých důvodů. Proto je klíčové aktivně pracovat na jejím obnovení. Oblíbeným motivačním prostředkem dětí je virtuální realita (VR) (Bayon et al., 2016).

U dětí s DMO zvyšuje RAGT dovednosti volní motoriky. Kromě toho má pozitivní vliv na svalovou aktivitu, rozsah kloubů a hrubou motoriku. Minimalizuje také možné sekundární komplikace, např.svalovou atrofii, osteoporózu, kloubní tuhost nebo zkrácení svalů. Chůzi dokáže dle klinických zkušeností ovlivnit. Nicméně, přímé spojení mezi RAGT a vlivem na chůzový mechanismus zatím není jednoznačně prokázán (Žarković et al., 2021; Esquanazi & Talaty, 2019).

Pro trénink chůze jsou důležité i jiné schopnosti. Stabilita (stoj) předchází mobilitu (chůze). Je proto podstatné zaměřit se na chůzi, ale i na schopnost a kvalitu stoje. Taky na trénink chůze pomocí RAGT reagují děti různě, a to dle jejich psychomotorického postižení. Nejvíce jsou vyhodnoceny výsledky dle položek testu GMFM. U dětí s lehčím postižením jsou

ovlivněny více položky kategorie E (chůze). Děti s těžším postižením mají více ovlivněnou položku D (stoj) (Fasoli et al., 2012).

Dle Carvalho et al., 2017 je RAGT nejprospěšnější pro děti GMFCS I a II. Tyto děti po RAGT rychleji chodí a jsou vytrvalejší (Reyes et al., 2020).

Nejlepší výsledky byly prokázány v kombinaci s konvenční terapií. Pro srovnání efektu je zapotřebí ale více studií, ve větším měřítku a s dlouhodobým sledováním (Llamas-Ramos et al., 2022).

3.3 Doplňky robotické rehabilitace

Během RAT se využívají různé techniky, díky kterým je terapie efektivnější, dochází k podpoře motorického učení pacienta a pacient může být díky nim i více motivován. Jedná se například o feedback anebo virtuální realita (Navrátil & Příhoda, 2022).

3.3.1 Zpětnovazebné systémy (feedback)

Součástí robotických zařízení jsou také zpětnovazebné systémy (feedback). Zpětná vazba je o monitorování a analýze pohybu pacienta během terapie. Následně jsou výsledky pacientovi prezentovány, převážně hravou formou na monitoru, který pacient po celou dobu terapie vidí (Navrátil & Příhoda, 2022).

Dochází k přesunu informací z monitorovaných segmentů pacienta k senzorům zařízení a zpět do lidského těla, tzv. biofeedback. Základem biofeedbacku je pohyb, který tvoří signály. Tyto signály jsou prezentovány pacientovi. Signály musí být vnímatelné a k tomu se využívají různá signalizační zařízení: monitory, reproduktory, vibrační zařízení atd. Tyto zařízení mohou být i rozšířená o virtuální prostředí (Reiner, 2013).

3.3.2 Virtuální realita

V rámci feedbacku mohou být informace předány pacientovi pomocí jednoduchých obrazců anebo grafů. Ovšem více vzrušující a motivující je pro pacienta začlenění virtuální reality (VR). Jedná se o rozšířený feedback, kdy je pacientův výkon reprezentován pomocí animací. Tyto animace ukazují jednotlivé parametry (rychlost chůze, svalová aktivita, pohybová vzorce kloubů) (Reiner, 2013).

VR je oblíbená především u dětí. Využívá virtuální scenérie a videohry, kde mohou děti interagovat s předměty. Virtuální prostředí je pro děti věrohodné, děti jsou prostředím pohlceny a snaží se tak dosáhnout, co nejlepších výsledků. Vědomě, ale nepřemýšlí nad samotným provedením pohybu. VR poskytuje také neustálou zpětnou vazbu jak pacientovi, tak

terapeutovi. Dále poskytuje kvantitativní hodnocení pacienta a možnost seřízení pohybu podle výsledků po ukončení i během terapie (Bayon et al., 2016).

Ovšem VR může být návyková. Je důležité VR správně dávkovat a postupně během času i snižovat její využívání, aby děti byli motivovány k pohybu nejen ve virtuálním prostředí (Navrátil & Příhoda, 2022).

Studie 10 dětí s DMO a 8 dětí bez postižení prokázala větší efekt terapie LOKOMATEM® s využitím VR než bez ní. Studie Fasoli et al., 2012 zkoumala efekt VR v porovnání terapie bez VR. Děti chodily ve VR a museli se vyhýbat překážkám. Byly sledovány změny v GMFM testu. Studie se zúčastnily 4 děti (GMFCS II-III) a jedno z nich mělo terapii doplněno o VR. U všech dětí byl prokázán efekt RAGT ovšem u dítěte, které využívalo i VR byl efekt větší (Fasoli et al., 2012).

3.4 Robotické systémy pro lokomoci

Terapie hybnosti dolních končetin je dodnes nejčastější indikací pro robotickou rehabilitaci. Přístrojů je více druhů a fungují na různých principech (Navrátil & Příhoda, 2022).

Hlavní výhodou, na rozdíl od konvenční terapie, jsou konstantní aferentní vstupy a přesná kontrola kvality chůze. Trénink chůze tak může být delší, efektivnější a jsou očekávány i rychlejší výsledky (Klobucká et al., 2011).

Robot-assisted gait therapy (RAGT), Robotická rehabilitace chůze využívá ortézy, které jsou spojeny s tělem pacienta a stimulují pohyb. Pacient, má díky nim oporu v chůzi a je tak jistější při nácviku chůze. Nejvíce využívaný přístroj je LOKOMAT®. Mezi další robotické systémy patří např. Gait Trainer GTI, Innowalk PRO (IP) a další. Nicméně zatím nebyla provedena žádná studie, která by porovnávala různé robotické systémy, aby dokázala, zda je mezi nimi převaha v jejich efektivitě (Cortés-Pérez et al., 2022; Llamas-Ramos et al., 2022)

Neexistuje ani předepsaný ideální manuál RAGT např. nastavení intenzity, délky terapie, frekvenci terapie. Pro vše je potřeba dalšího zkoumání (Bonnano et al., 2023).

Roboty můžeme rozdělit do 3 kategorií: stacionární exoskeletony, kteří jsou ukotveni k podlaze, nositelné exoskeletony a endeffektorové systémy (ES) (Reyes et al., 2019). ES jsou doporučeny pro děti s menším postižením, zatímco exoskletony pro děti s těžším stupněm postižení (Bonnano et al., 2023).

Většina robotů je využívána pouze v klinickém prostředí a jedná se o velké, stacionární stroje. V budoucnu se, ale očekává, že roboti budou více zapojeni do každodenního života dětí. A to tím, že budou roboti spíše nositelní a budou se moci využívat i doma (Delgado et al., 2021).

3.5 Stacionární exoskeletony

Jsou inspirovány vnější kostrou živočichů, především hmyzu. Jedná se o robotická zařízení, které je spojené s tělem pacienta. Ovlivňují schopnost pohybu pacienta a zvýšují svalovou sílu (Navrátil & Příhoda, 2022).

Mohou být využíváni buďto na běžeckém pásu, kdy jsou pacienti fixováni na jednom místě (např.LOKOMAT® nebo Prodrobot) anebo pacientovi umožňuje robot pohyb v prostoru, tzv.nositelná zařízení (viz. kapitola 3.6.) (Bonnano et al., 2023).

3.5.1 LOKOMAT®

Skupina odborníků švýcarské univerzity chtěla v roce 1995 vytvořit řízené ortézy pro obnovení chůze. Jejich cílem bylo zefektivnění práce fyzioterapeutů. O pár let později vznikl LOKOMAT® (Obrázek 2). Vznikl ve spolupráci vědců, lékařů a fyzioterapeutů ve švýcarském Zurichu pod firmou HOCOMA (Reiner, 2013).

Obrázek 2

LOKOMAT®

(Bayon et al., 2016).

LOKOMAT® je jedním z nejvyužívanějších a nejrozšířenějším robotem v rehabilitaci. To je také důvod, proč se většina studií RAGT věnuje efektu terapie právě na LOKOMATU® (Llamas-Ramos et al., 2022).

Jedná se o medicínsko-technické zařízení, které spojuje manuálně řízený trénink chůze s pohyblivým chodníkem. Skládá se z pohyblivého chodníku/treadmill, závěsného systému LOKOFIT a elektronicky řízených ortéz. LOKOFIT umožňuje podporu těla pomocí

protivážného systému a korzetu. Pacient je připoután k exoskeletu přístroje pomocí popruhů přes boky, stehna a lýtka. Motorické ortézy jsou ovládány počítačem, který je vybaven softwarem. Tento software obsahuje funkci vodící síly, kterou terapeut nastavuje pro každého pacienta individuálně. 100% vodící síla znamená striktní vedení pacienta robotem. Obvykle se pro terapii nastavuje vodící síla okolo 20 %. Trajektorie chůze jsou přednastaveny, ale mohou být i manuálně nastaveny pro kyčle a kolena. Software ovlivňuje i délku krokového cyklu, kvalitu jednotlivých fází kroku a rozsahy jednotlivých kloubů. Robot může během chůze i klást pacientovi odpor. V oblasti kolenních a kyčelních kloubů se nachází sensory, které synchronizují rychlost kroku s rychlostí pohyblivého pásu. Sensory také snímají interakci mezi pacientem a robotem. Pomocí toho má terapeut odhad, jakou svalovou sílu pacient vyvíjí aktivně (Klobucká et al., 2011; Reiner, 2013).

Pro děti od 4 let je určený pediatrický model LOKOMAT®. Limitem je délka femuru (21 cm do 35 cm), spolupráce dítěte, únava, strach anebo bolest dítěte (Klobucká et al., 2011).

Dle studie z roku 2012 dosahuje LOKOMAT® nejvyšší míry zlepšení u dětí s diparetickou a kvadruparetickou formou DMO. U těchto dětí se zlepšila schopnost stoje i chůze (Fasoli et al., 2012).

Studie zkoumající efekt LOKOMATU® u dětí s DMO ve věkovém rozmezí 4-14 let ukázala pozitivní efekt na tyto děti jako doplněk konvenční terapie. Studie se zúčastnilo okolo 52 dětí, a to na 4,6 nebo 8 týdnů s různou frekvencí cvičení za týden. Děti byly rozděleny do 2 skupin. Do skupiny robotické a do kontrolní skupiny využívající pouze běžnou fyzioterapii. Výsledky ukázaly zlepšení u robotické skupiny, ale pouze o nízká procenta. Tyto pokroky byly zejména v oblasti chůze a ve funkčnosti posturálního a hybného aparátu, a to o cca 65 %. Kontrolní skupina zaznamenala zlepšení přibližně o cca 60 %. Aktivity ve stoji se u robotické skupiny zlepšily o cca 55 % a u kontrolní skupiny cca 48 %. Pozitivní účinky terapie se projevovaly i po 3 měsících od ukončení terapie (Llamas-Ramos et al., 2022).

Švýcarská studie z roku 2016 zkoumala rozdíly efektu jednotlivých módů, které LOKOMAT® nabízí: Guidance Force, Path Control, Free D. Studie byla provedena na 15 adolescentech. Byla snímána EMG aktivita 5 svalů dolní končetiny a srdeční frekvence. Největší účinek se ukázal při využití Guidence Force a Path Control. Při Guidance Force 100 % poskytuje robot plnou kontrolu nad prováděným pohybem, 0 % dává pouhou vnější oporu. Je tedy ideální pro nácvik krokového cyklu. Path Control umožňuje pacientovi upravit

trajektorii. Je tak dobrou volbou pro zlepšení svalové síly, vytrvalosti, přesunu hmotnosti nebo rovnováhy. Nejnovější mód je FreeD. Na rozdíl od předešlých módů je u něj pohyblivá pánev. Díky tomu je pro pacienta chůze přirozenější. V tomto ohledu je důležitý správný výběr módu pro každého pacienta. A to může posoudit pouze terapeut (Aurich-Schuler et al., 2017).

Studie Borgraeffe et al. prokázala pozitivní účinky využití LOKOMATU po 12 terapiích. Pozitivní účinky sledovali u schopnosti stoje a chůze. U chůze došlo k vylepšení v GMFM, u položky E. Dítě šlo rychleji a na delší vzdálenost. Tyto účinky byly zachovány 6 měsíců po ukončení terapie (Bayon et al., 2016).

Na Slovensku byl LOKOMAT® využit u dvou pacientek (5,5 let, GMFCS III a 25 let, GMFCS IV) ve 12týdenním tréninku s frekvencí terapií 3krát až 5krát do týdne. Obě pacientky měly kvadruparetickou formu DMO. RAGT obě pacientky podstoupily po dobu 4-12 týdnů ve frekvenci 2-5krát týdně. Na konci terapie bylo u obou zaznamenáno zlepšení. Došlo ke zlepšení v oblasti GMFM a ve stabilitě sedu, stoje i chůze. Zlepšila se funkce trupového svalstva, bylo sníženo napětí flexorů dolních končetin, došlo k uvolnění ramene a zlepšilo se postavení lopatek. Obě pacientky ovšem zůstaly na své původní úrovni GMFCS (Klobucká et al., 2011).

LokomatPro byl využíván u studie, která chtěla posoudit, zda může být RAGT využito samostatně. Studie se zúčastnilo 12 dětí ve věku od 5 až 17 let. Všechny děti měli diparetickou formu DMO (GMFCS I-III) a byly schopny chůze. Studie probíhala 4 týdny, jedna terapie byla 30-45 minut. Závěr studie ukázal, že samostatná RAGT má vliv na reedukaci svalové aktivity a rozsahy kloubů. Došlo k ovlivnění kinematiky kloubů. U této studie je, ale omezena pohyblivostí pánve, které chybí laterální posun, což může ovlivnit celkový účinek RAGT. Na druhou stranu byla podpořena myšlenka facilitace chůze pro trénink over-ground walking pomocí RAGT (Žarković et al., 2021).

3.5.2 Robogait®

Robogait® (Obrázek 3) je exoskeleton propojující kyčel a koleno pomocí ortéz. Dítě je stabilizováno ortézami a závěsným systémem. Součástí je také běžecký pás, monitor a počítač. Sucuoglu et al., 2020 využívali Robogait® ve studii s 38 dětmi (GMFCS II-V). Studie trvala 8-10 týdnů a největší pokroky byly v GMFM oblasti D a E a také v 10MWT a 6MWT (Cumplido et al., 2021).

Obrázek 3

Robogait®

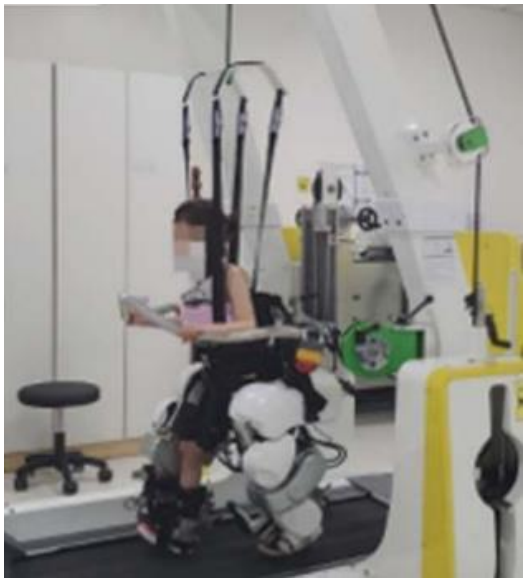
(Cumplido et al., 2021)

3.5.3 Walkbot-K®

Walkbot-K® (Obrázek 4) využívá běžecký pás a motorizované klouby pro stimulaci chůze. Ve studii Jin et al., 2020 prokázal Walkbot-K® zlepšení v GMFM D a E položce, ve svalové síle a chůze byla pro děti energeticky méně náročná (Cumplido et al., 2021).

Obrázek 4

Walkbot-K®



(Cumplido et al., 2021)

3.5.4 Prodrobot

Prodrobot (Obrázek 5) je polský automatizovaný trenažér chůze. Ze začátku byl navržen pouze pro děti. Od roku 2022 je dostupná i verze pro dospělé. Kontraindikací dětského

Prodrobota je váha nad 50 kg, těžké kontraktury, těžké kardiovaskulární potíže atd. Obsahuje také zpětnovazebný systém, který během terapie neustále snímá aktivitu pacienta (Agencja Interaktywna Epoka (e-poka.com), 2016).

Pacient je do robota vložen vsedě. Poté je umístěn do postroje, zajištěn a vertikalizován. Umožňuje simulaci chůze, švihu, chůze po schodech, jízdy na rotopedu a dřepů (Navrátil & Příhoda, 2022).

Obrázek 5

Prodrobot

(Agencja Interaktywna Epoka (e-poka.com), 2016)

3.5.5 ATLAS2030

ATLAS2030 (Marsi Bionics, Madrid) (Obrázek 6) je nově certifikovaný exoskeleton, který byl navržen pro děti se spinální svalovou atrofií (SMA). Využíván je však spíše u dětí s DMO. Jeho hlavním úkolem je podpora motoriky, prevence skoliózy a celkové zlepšení kvality života. Jedná se o bilaterální exoskleton, který je propojen s kovovým rámem s kolečky. Děti jsou schopny chůze dopředu i dozadu ve dvou různých módech. Všechno je řízeno z tabletu. První mód plně řídí pacientovu chůzi, mezitím druhý mód podporuje pacienta v aktivitě, která vyvolá akci robota a pacient tak chodí sám. Studie v Madridu o 3 dětech okolo 8 let, testovala ATLAS 2030. Všechny děti měli kvadruparetickou formu DMO (GMFCS III-IV) a využívali vozík. Děti prošly 10 terapií, každá o cca 60 minutách a musely předvést 6 aktivit (stoj, sed-stoj, chůzi dopředu a dozadu, rotace trupu, hru s míčem a trénink rovnováhy). U dětí s GMFCS IV byla na konci terapie snížena spasticita (Delgado et al., 2021).

Obrázek 6

ATLAS2030

(Delgado et al., 2021)

3.6 Nositelná robotická zařízení

V poslední době došlo k rozvoji zařízení, která pacientovi poskytují svobodu pohybu. Jedná se o flexibilní nositelné roboty, kteří mohou být využiti jak v nemocničním prostředí, tak i doma. Zařízení mohou být použita na jeden kloub (single-joint) např. Walking Assist Device od japonské firmy HONDA, na více kloubů (multi-joint) nebo se jedná o celotělové obleky na horní i dolní končetiny (Hybrid Assistive Limb, HAL). Jejich cílem je asistence pacientovi, snížení energetické náročnosti chůze a zabezpečení cvičení pro končetinu. První nositelné zařízení bylo navrženo již ve 30 letech 20.století Cobbsem. Příkladem single-joint HONDA Walking Assist Device (HWA) (Obrázek 7) (Reiner, 2013).

Obrázek 7

HONDA Walking Assist (HWA)

(Reiner, 2013)

HWA se skládá z bederní části a ze dvou stehenních rámů. Robot váží 2,7 kg. Protože nebyl navržen pro děti, musel být pro studii modifikován. Studie se zúčastnilo 10 dětí ve věku od 5-16 let. Děti měly diparetickou nebo hemiparetickou formu DMO. Byly rozděleny do dvou skupin. Skupina, která využívala HWA na běžeckém pásu a skupina bez RAGT. Závěr studie prokázal větší symetrii pohybů dolních končetin, zvýšila se flexe i extenze kyčelního kloubu. Žádná změna nebyla prokázána v rychlosti chůze. Studie, ale byla úspěšná a HWA bylo shledáno jako efektivní pro děti s DMO (Kawasaki et al., 2020).

3.6.1 Hybrid Assistive Limb (HAL)

HAL (Obrázek 8) je nositelný robotický oblek, který byl navržen v Japonsku. Kombinuje pohyby horních a dolních končetin. Od roku 2013 bylo navrženo více typů HAL. HAL-5 a HAL-6 jsou celotělové obleky, které unesou velké hmotnosti. Jedná se o komplexní systém senzorů, které snímají bioelektrické signály, dopad na povrch, gyroskopické senzory atd (Reiner, 2013). Kuroda et al., 2020 ve 4týdenní studii prokázal lepší výsledky dětí s DMO u 6MWT, v GMFM, v rychlosti chůze, v kadenci a v délce kroku. Studie se ovšem zúčastnilo pouze 1 dítě. Na druhou stranu studie Mataki et al., 2020 se zúčastnilo 19 dětí (GMFCS II-IV), ale pouze na 1 den. U těchto dětí byla zaznamenána vyšší rychlost chůze a delší kroky (Cumplido et al., 2021).

Obrázek 8

Hybrid Assistive Limb (HAL)

(Cumplido et al., 2021)

3.6.2 Angel-legs

Angel-legs (ANGEL ROBOTICS Co., Ltd., Seoul, Korea) (Obrázek 9) bylo využito u 3 dětí se spastickou formou DMO (GMFCS II-IV). Angel-legs je asistivní nositelný robotický exoskeleton. Pomocí sensorů produkuje pohyby pro asistenci chůze pacienta. Skládá se z bederní opěry, motorů oblasti kyčle, kolene a kotníku a speciálních bot, které snímají kontakt s povrchem přes sensor na podrážce. Studie obsahovala cca 20 terapií ve frekvenci 1-3krát týdně. Závěr studie prokázal výrazné zlepšení celkové hrubé motoriky i zlepšení schopnosti chůze. U dětí také došlo ke zvýšení rychlosti chůze a také jejich vytrvalosti. GMFM oblasti D a E byly také pozitivně ovlivněny (Kim et al., 2021).

Obrázek 9

Angel-legs

(Kim et al., 2021)

3.7 Robotická chodítka (Smart Walkers)

Chodítka jsou účinným prostředkem pro pacienty na pomoc orientace v prostoru. Smart Walkers jsou robotická chodítka, která kombinují běžné chodítko s robotikou. Využívají zbylé schopnosti pacienta a předchází možnému používání vozíku (Bayon et al., 2016).

3.7.1 NF-Walker

Příkladem je NF-Walker (Obrázek 10), hybridní asistenční zařízení, které podporuje chůzi a vzpřímený stoj. Dle studie Smania et al., 2012 provedené na 11letém chlapci s kvadruparetickou formou byl NF-Walker užitečný jako pomůcka chůzi (Bayon et al., 2016). NF-Walker byl vyroben firmou Made for Movement (Norsko, 1995) pro děti s disabilitou. Děti jsou umístěny do popruhů chodítka a zabezpečeny. Chodítko je handsfree a děti jsou tak schopné samostatné interakce s okolím. Na chodítko mohou být dodány řídítka pro dítě, pro rodiče, stůl, krční límec a další možné doplňky (Made for Movement, 2024).

Obrázek 10

NF-Walker

(Bayon et al., 2016)

3.7.2 CPWalker

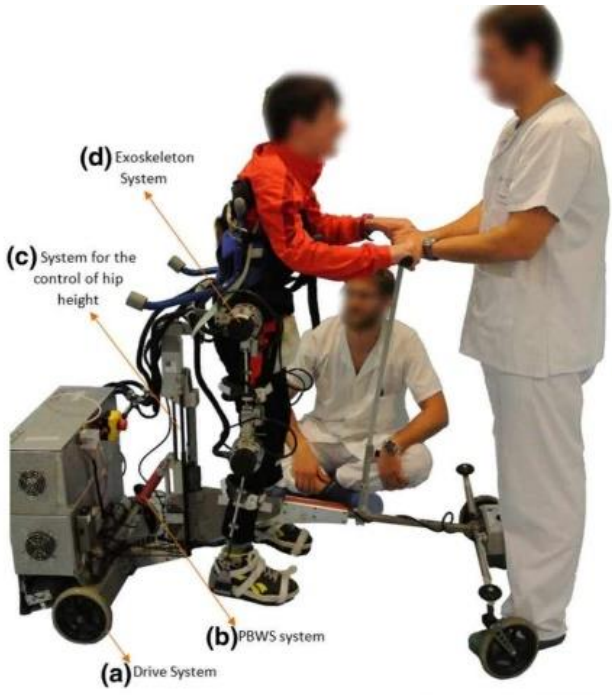
Novým robotickým chodítkem je CPWalker (Obrázek 11). Skládá se z chodítkové části, řídícího systému a závěsného systému, který poskytuje snížení hmotnosti pro terapii. Řídící systém poskytuje dítěti možnost volného pohybu v prostoru. CPWalker poskytuje oporu pro trup a krk, zvyšuje tak kontrolu nad těmito segmenty. Tomuto dopomáhá také biofeedback. Studie o 3 dětech, věk okolo 11-18 let, s diparetickou spastickou formou DMO (GMFCS I-III) prokázala za 5 týdnů, že se u dětí zlepšila rychlost, kadence chůze a také délka kroku. Výsledky

jsou tedy pozitivní, ale pro malé množství pacientů je stále potřeba dalšího zkoumání (Bayón et al., 2016).

Studie Aycardi et al., 2019 zkoumala využití CPWalkeru ve 3 částech. V první části děti chodily s asistencí terapeutů, v druhé byl využit CPWalker samostatně a ve třetí chodily opět pouze s terapeuty. Během druhé fáze byl zaznamenán pokrok v rychlosti chůze, v kadenci a délce kroku, ovšem do konce zkoumání se zase snížil. Také je potřebné přezkoumání s vyšším počtem dětí a v delším čase (Aycardi et al., 2019).

Obrázek 11

CPWalker



(Bayón et al., 2016)

3.8 Endefektorové systémy

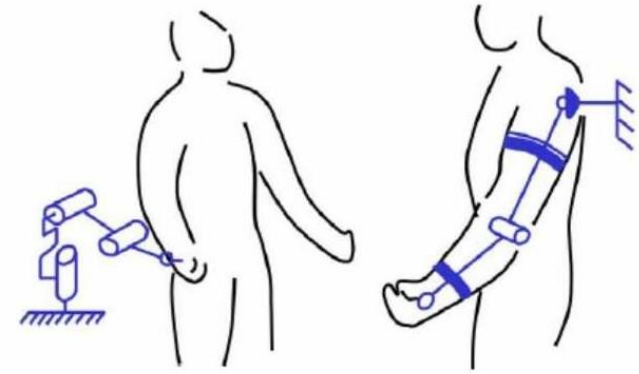
Základem endeffektorových systémů (ES) je kontrola distální části končetiny. Pro RAGT se jedná chodidlo. Proximální část se pohybuje volně dle vyvolaného pohybu (Esquanazi & Talaty, 2019).

Pacientova končetina je propojena s manipulační částí robota. Problémem je interakce mezi pacientem a robotem pouze skrz jeden bod. Pohyb tak není čistě veden pouze přístrojem. Na druhou stranu nemusí robot přímo odpovídat osám rotace kloubu člověka, a to z důvodu spojení právě přes jeden bod. Proto jsou také ES jednodušší na sestavení a aplikaci než exoskeletony (Obrázek 12) (Reiner, 2013).

Hlavním rozdílem mezi exoskeletony a ES je kontakt chodidla s oporou. U ES je kontakt konstantí na nožní opory a u exoskeletonu dochází ke stimulaci stojné a švihové fáze po běžícím páse, kdy dochází ke změně kontaktu chodidla se zemí (Esquanazi & Talaty, 2019).

Obrázek 12

Endefektorové systémy/Exoskeleton



Vpravo schéma endeffektorového systému, vlevo schéma exoskeletonu (Reiner, 2013)

3.8.1 Gait Trainer GT-1

Gait Trainer byl prvním komerčně dostupným přístrojem pro lokomoci. Je distribuován německou firmou „Reha-Stim“. Skládá se ze 2 nožních opěr, které se pohybují v trajektorii chůze. Pacient se pohybuje v postroji připojeném na rám okolo něj. Kolena a kyčle zůstávají volné a k přístroji jsou pouze připojeny chodidla. Nepřetržitá asistence terapeuta je tak nutná (Reiner, 2013).

Studie Smania et al., 2011 byla provedena u dětí s diparézou nebo kvadraparézou. Děti byly rozděleny do 2 skupin, skupina pouze s konvenční terapií a experimentální skupina s RAT. Gait Trainer při terapii měl uspokojivé výsledky u experimentální skupiny. Došlo ke zlepšení v testech, kinematice kyčle a v délce kroku. Tyto výsledky byly zachovány ještě měsíc po terapii (Bayon et al., 2016).

3.8.2 Innowalk a Innowalk Pro

Innowalk a Innowalk Pro (Obrázek 13) jsou zařízení, která stimulují správný krokový cyklus. Produkují pohyb dolních končetin ve stoji nebo vsedě. Součástí terapie je koordinovaný pohyb dolních a horních končetin při chůzi (Bayon et al., 2016).

Innowalk Pro (IP) byl využit ve studii, ve Velké Británii 2019. Do studie se přihlásilo 27 dětí. Výzkumu se zúčastnila obě pohlaví, s průměrným věkem 12 let, s diagnózou DMO,

GMFCS IV-V. Délka měření byla 6 týdnů. Další měření byla provedena po 6týdnech a 3 měsících. Frekvence terapie byla 4krát týdně v časovém rozmezí 30 minut. Společně s RAT byla využita i konvenční fyzioterapie. Nejvýraznější zlepšení se ukázalo v ADL schopnostech. Okamžitě po intervenci se u 88 % pacientů prokázalo zlepšení, postupem času ovšem kleslo na původní hodnotu. Toto zlepšení se nejvíce ukázalo ve starších dětech, 11-18 let. V dalších oblastech jako jsou např. zdraví, mobilita, emoce nebyla prokázána velká zdokonalení. Pro terapii spasticity a rozsahu pohybu nebyl IP prokázán jako efektivní, zlepšení nastalo pouze okamžitě po terapii a postupně se časem zmenšilo (Grodon et al., 2023).

Další studie, která využívala Innowalk prokázala, že dochází ke zlepšení svalové síly a postury. Studie se zúčastnilo 5 dětí (GMFCS III – V), na 4 týdny a 85,1 % dětí si zachovala svou funkci (Bayon et al., 2016).

Obrázek 13

Innowalk Pro

(Made for Movement, 2024)

3.8.3 RT600

RT600 (Obrázek 14) je krokovací ergometr s motorizovanými pedály. Během chůze stimuluje svaly dolních končetin a tuto stimulaci využívá jako feedback. Tato svalová stimulace také podporuje vzpřímení postoje pacienta. Ve studii (Perth, Austrálie, 2018), která využívala RT600 u dětí s DMO (GMFCS III-V) chtěli zjistit, zda budou rozdíly mezi využitím běžné terapie a RAGT. Studie se zúčastnilo 40 dětí s průměrným věkem 8 let. Byly rozděleny do 2

skupin: RAGT+běžná terepie a samotná běžná terapie. K závěru sloužilo hodnocení GAS a 10mWT (výše v kapitole 1.8.). U běžné terapie využívali overground walking a chůzi po běžeckém pásu. RAGT skupina měla robotické terapie na 20minut. Stimulován byl laterální quadriceps a hamstringy. RAGT nakonec bylo náročnější, než se očekávalo. Na závěr nebyly žádné rozdíly mezi skupinami. RAGT bylo tedy doporučeno jako doplněk terapie, ale nebylo prokázáno jako efektivnější (Pool et al., 2021).

Obrázek 14

RT600

(Lancette Clinic, 2024)

Závěr

Robotická rehabilitace se v posledních letech rychle vyvinula. Efekt u dětí s dětskou mozkovou obrnou je jednoznačně pozitivní, ovšem pro vytvoření závěru je omezené množství studií, které by tuto problematiku zkoumaly.

Děti s dětskou mozkovou obrnou mají omezenou motorickou schopnost. Rehabilitace mobility je pro tyto děti tedy klíčová. Děti tak mohou být soběstačnější. Zvyšuje se jejich síla, rozsahy kloubů, snižuje bolest, a je tak ovlivněna celková kvalita jejich života.

Robotika představuje pro děti ideální kombinaci tréninku a zábavy. Využitím samotného robota je terapie o něco pestřejší a s využitím doplňků jako je např. virtuální realita je terapie i zábavnější. Děti jsou více motivované, což zvyšuje celkový efekt. Efektů robotické rehabilitace je mnoho. Pomáhá psychickým aspektům, celkové kondici dětí, ale i jednotlivým parametrům chůze (rychlost, kadence, délka kroku atd.). Pomáhá dokonce i terapeutům. Snižuje fyzickou zátěž a může zvýšit i efektivitu práce.

Největším limitem jednoznačného závěru je omezené množství studií. Studie se navzájem špatně porovnávají. Autoři nepoužívají stejné standardizované testy (např. GMFM, 10MWT, 6MWT atd.). Anebo se studií zúčastňuje pouze malé množství pacientů na krátký časový interval.

Nejvyužívanějším přístrojem je LOKOMAT®, ale to neznamená, že je nejlepší a nejúčinnější. Ideálním závěrem by byl určitý manuál pro využití RAGT a také porovnání jednotlivých zařízení ve studii, což ale není moc pravděpodobné. I kdyby manuál byl individuální přístup jenejdůležitější.

Robotika má svoji budoucnost v rehabilitaci. Samotná robotika je účinná, ale ve spojení s běžnou fyzioterapií je dle klinických zkušeností účinnější. Terapeut je, ale nenahraditelný. Je potřeba individuální přístup, kontrola robota a pacienta. Důležitá je i lidskost. Ta může dítě uklidnit a pomoct mu.

Referenční seznam

Agencja Interaktywna Epoka (e-poka.com). (2016). *Prodrobot*. PRODromus.pl. Retrieved March 14, 2024, from https://prodromus.pl/en/product/prodrobot/

Aurich-Schuler, T., Grob, F., van Hedel, H. J. A., & Labruyère, R. (2017). Can Lokomat therapy with children and adolescents be improved? An adaptive clinical pilot trial comparing Guidance force, Path control, and FreeD. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *14*(1), 1-14. https://doi.org/10.1186/s12984-017-0287-1

Aycardi, L. F., Cifuentes, C. A., Múnera, M., Bayón, C., Ramírez, O., Lerma, S., Frizera, A., & Rocon, E. (2019). Evaluation of biomechanical gait parameters of patients with Cerebral Palsy at three different levels of gait assistance using the CPWalker. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *16*(1), 1-9. https://doi.org/10.1186/s12984-019-0485-0

Bayón, C., Lerma, S., Ramírez, O., Serrano, J. I., Del Castillo, M. D., Raya, R., Belda-Lois, J. M., Martínez, I., & Rocon, E. (2016). Locomotor training through a novel robotic platform for gait rehabilitation in pediatric population: short report. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *13*(1), 1-6. https://doi.org/10.1186/s12984-016-0206-x

Bayon, C., Raya, R., Lara, S. L., Ramirez, O., Serrano J, I., & Rocon, E. (2016). Robotic Therapies for Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. Translational Biomedicine, 7(1), 1-10. https://doi.org/10.21767/2172-0479.100044

Bonanno, M., Militi, A., La Fauci Belponer, F., De Luca, R., Leonetti, D., Quartarone, A., Ciancarelli, I., Morone, G., & Calabrò, R. S. (2023). Rehabilitation of Gait and Balance in Cerebral Palsy: A Scoping Review on the Use of Robotics with Biomechanical Implications. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(9), 1-13. https://doi.org/10.3390/jcm12093278

Bosanquet, M., Copeland, L., Ware, R., & Boyd, R. (2013). A systematic review of tests topredict cerebral palsy in young children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *55*(5), 418-426. https://doi.org/10.1111/dmcn.12140

Cortés-Pérez, I., González-González, N., Peinado-Rubia, A. B., Nieto-Escamez, F. A., Obrero-Gaitán, E., & García-López, H. (2022). Efficacy of Robot-Assisted Gait Therapy Compared to Conventional Therapy or Treadmill Training in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sensors*, *22*(24), 1-28. https://doi.org/10.3390/s22249910

Cumplido, C., Delgado, E., Ramos, J., Puyuelo, G., Garcés, E., Destarac, M. A., Plaza, A., Hernández, M., Gutiérrez, A., & García, E. (2021). Gait-assisted exoskeletons for children with cerebral palsy or spinal muscular atrophy: A systematic review. *NeuroRehabilitation*, *49*(3), 333-348. https://doi.org/10.3233/NRE-210135

Delgado, E., Cumplido, C., Ramos, J., Garcés, E., Puyuelo, G., Plaza, A., Hernández, M., Gutiérrez, A., Taverner, T., Destarac, M. A., Martínez, M., & García, E. (2021). ATLAS2030 Pediatric Gait Exoskeleton: Changes on Range of Motion, Strength and Spasticity in Children With Cerebral Palsy. A Case Series Study. *Frontiers in Pediatrics*, *9*(1), 1-9. https://doi.org/10.3389/fped.2021.753226

Esquenazi, A., & Talaty, M. (2019). Robotics for Lower Limb Rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, *30*(2), 385-397. https://doi.org/10.1016/j.pmr.2018.12.012

Fasoli, S. E., Ladenheim, B., Mast, J., & Krebs, H. I. (2012). New Horizons for Robot-Assisted Therapy in Pediatrics. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 91(11), S280-S289. https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31826bcff4

Gómez, C., Poza, J., Gutiérrez, M. T., Prada, E., Mendoza, N., & Hornero, R. (2016). Characterization of EEG patterns in brain-injured subjects and controls after a Snoezelen® intervention. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *136*(1), 1-9. https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.08.008

Graham, H. K., Rosenbaum, P., Paneth, N., Dan, B., Lin, J. -P., Damiano, D. L., Becher, J. G., Gaebler-Spira, D., Colver, A., Reddihough, D. S., Crompton, K. E., & Lieber, R. L. (2016).

Cerebral palsy. Nature Reviews Disease Primers, 2(1), 1-27. https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.82

Grodon, C., Bassett, P., & Shannon, H. (2023). The 'heROIC' trial: Does the use of a robotic rehabilitation trainer change quality of life, range of movement and function in children with cerebral palsy? *Child: Care, Health and Development*, *49*(5), 914-924. https://doi.org/10.1111/cch.13101

Grünerová-Lippertová, M. (2005). *Neurorehabilitace*. Galén.

Kawasaki, S., Ohata, K., Yoshida, T., Yokoyama, A., & Yamada, S. (2020). Gait improvements by assisting hip movements with the robot in children with cerebral palsy: a pilot randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *17*(87), 1-8. https://doi.org/10.1186/s12984-020-00712-3

Kim, S. K., Park, D., Yoo, B., Shim, D., Choi, J. -O., Choi, T. Y., & Park, E. S. (2021). Overground Robot-Assisted Gait Training for Pediatric Cerebral Palsy. *Sensors*, *21*(6), 1-11. https://doi.org/10.3390/s21062087

Klobucká, S., Kováč, M., & Žiaková, E. (2011). Zlepšenie motorických funkcií testovaných GMFM u dvoch pacientov s detskou mozgovou obrnou po absolvovaní roboticky asistovaného lokomočného tréningu. *Neurologie pro praxi*, *12*(6), 435-442. https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2011/06/14.pdf

Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén.

Kraus, J. (2004). *Dětská mozková obrna*. Grada.

Kraus, J. (2011). Dětská mozková obrna. *Neurologie pro praxi*, *12*(4), 222-224. https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2011/04/02.pdf

Llamas-Ramos, R., Sánchez-González, J. L., & Llamas-Ramos, I. (2022). Robotic Systems for the Physiotherapy Treatment of Children with Cerebral Palsy: A Systematic

Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(9), 1-10. https://doi.org/10.3390/ijerph19095116

Lancette Clinic. (2024). *RT600 simulator*. Lancette clinic. Retrieved April 2, 2024, from https://cliniclancette.ru/en/services/rehabilitation/neuro/trenazher-rt600

Made for Movement. (2024). *Innowalk Pro*. Made for Movement. Retrieved April 2, 2024, from https://www.madeformovement.com/innowalk-pro

Made for Movement. (2024). *NF-WALKER*. Made for Movement. Retrieved March 14, 2024, from https://www.madeformovement.com/nf-walker

Marešová, E., Joudová, P., & Severa, S. (2011). *Dětská mozková obrna: možnosti a hranice včasné diagnostiky a terapie*. Galén.

Navrátil, L., & Příhoda, A. (2022). *Robotická rehabilitace*. Grada.

Nicolini-Panisson, R. D. 'A., & Donadio, M. V. F. (2013). Timed "Up & Go" test in children and adolescents. *Revista Paulista de Pediatria, 31*(3), 377-383. https://doi.org/10.1590/S0103-05822013000300016

Nogová, I., & Holaňová, R. (2017). Intenzivní neurorehabilitace u dětí s DMO a její efekt. *Slovak journal of Health Science*, 8(1), 51-59. https://www.sanatoria-klimkovice.cz/base/files/attachments/564700/59264-Slovak-Journal-of-Health-Sciences.pdf

Patel, D. R. (2005). Therapeutic Interventions in Cerebral Palsy. Indian Journal of Pediatrics, 72(11), 979-983. https://kenanaonline.com/files/0017/17235/icbt05i11p979.pdf

Paul, S., Nahar, A., Bhagawati, M., Kunwar, A. J., & Kumar, G. (2022). A Review on Recent Advances of Cerebral Palsy. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2022*, 1-20. https://doi.org/10.1155/2022/2622310

Piscitelli, D., Ferrarello, F., Ugolini, A., Verola, S., & Pellicciari, L. (2021). Measurement properties of the Gross Motor Function Classification System, Gross Motor Function Classification System-Expanded & Revised, Manual Ability Classification System, and

Communication Function Classification System in cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *63*(11), 1251-1261. https://doi.org/10.1111/dmcn.14910

Pool, D., Valentine, J., Taylor, N. F., Bear, N., & Elliott, C. (2021). Locomotor and robotic assistive gait training for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *63*(3), 328-335. https://doi.org/10.1111/dmcn.14746

Reiner, R. (2013). Rehabilitation Robotics. *Foundations and Trends in Robotics*, *3*(1-2), 1-137. https://doi.org/10.1561/2300000028

Reyes, F., Niedzwecki, C., & Gaebler-Spira, D. (2020). Technological Advancements in Cerebral Palsy Rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, *31*(1), 117-129. https://doi.org/10.1016/j.pmr.2019.09.002

Sadowska, M., Sarecka-Hujar, B., & Kopyta, I. (2020). Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 16, 1505–1518. https://doi.org/10.2147/NDT.S235165

Süssová, J., & Šáchová, I. (2011). Péče o pacienty s dětskou mozkovou obrnou v dospělosti: Péče o pacienty s dětskou mozkovou obrnou v dospělosti. *Neurologie pro praxi*, *12*(4), 254-255. https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2011/04/10.pdf

Šlachtová, M., & Stepaňuková, M. (2015). Techniky vybavování a interpretace fyziologické doby výbavnosti u vybraných primitivních reflexů. *Pediatrie pro praxi*, *16*(4), 231-233. https://www.solen.cz/pdfs/ped/2015/04/05.pdf

Švestková, O. (2013). Základní principy současné neurorehabilitace: Základní principy současné neurorehabilitace. *Neurologie pro praxi*, *14*(3), 136-139. https://www.solen.cz/pdfs/neu/2013/03/06.pdf

Vitrikas, K., Dalton, H., & Breish, D. (2020). Cerebral Palsy: An Overview. *American family physician*, *101*(4), 213-220. https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2020/0215/p213.html

Vojta, V. (1993). *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku: Včasná diagnóza a terapie*. Grada.

Vojta, V., & Peters, A. (2010). *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi*. Grada.

Žarković, D., Šorfová, M., Tufano, J. J., Kutílek, P., Vítečková, S., Ravnik, D., Groleger-Sršen, K., Cikajlo, I., & Otáhal, J. (2021). Gait Changes Following Robot-Assisted Gait Training in Children With Cerebral Palsy. *Physiological Research*, *70*(3), 397-408. https://doi.org/10.33549/physiolres.934840

Seznam zkratek

ADL Activities of daily living, každodenní aktivity
ATŠR Asymetrický tonický šíjový reflex
BFMF Bimanual Fine Motor Function
CKP Centrální koordinační porucha
CNS Centrální nervová soustava
DMO Dětská mozková obrna
ES Endeffektorové systémy
FT Fyzikální terapie
GAS Goal Attainment Scale
GMFCS Gross Motor Function Classification System
GMFM Gross Motor Function Measure
HAL Hybrid Assistive Limb
HWA Honda Walking Assist
IP Innowalk Pro
ICP Infantilní cerebrální paréza
MRI Magnetická rezonance
NMES Neuromuskulární elektrická stimulace
RAT Robot-assisted therapy
RAGT Robot-assisted gait therapy
SMA Spinální muskulární atrofie
TENS Transkutánní elektrická nervová stimulace
TUG Timed up and go
VR Virtuální realita
10MWT 10-m test chůze
6MWT 6-min test chůze

Seznam obrázků

Obrázek 1 *Stupně GMFCS* (Graham et al., 2016)

Obrázek 2 *LOKOMAT*® (Bayon et al., 2016)

Obrázek 3 *Robogait*® (Cumplido et al., 2021)

Obrázek 4 *Walkbot-K*® (Cumplido et al., 2021)

Obrázek 5 *Prodrobot* (Agencja Interaktywna Epoka (e-poka.com), 2016)

Obrázek 6 *ATLAS 2030* (Delgado et al., 2021)

Obrázek 7 *HONDA Walking Assist* (Reiner, 2013)

Obrázek 8 *Hybrid Assitive Limb (HAL)* (Cumplido et al., 2021)

Obrázek 9 *Angel-legs* (Kim et al., 2021)

Obrázek 10 *NF-Walker* (Bayon et al., 2016)

Obrázek 11 *CPWalker* (Bayón et al., 2016)

Obrázek 12 *Endefektorové systémy/Exoskeleton* (Reiner, 2013)

Obrázek 13 *Innowalk Pro* (Made for Movement, 2024)

Obrázek 14 *RT600* (Lancette Clinic, 2024)

Seznam tabulek

Tabulka 1 *Rizikové faktory vzniku DMO* (Sadowska et al., 2020)