



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Porovnání přístrojů Lokomat a ReoAmbulator

v pediatrické neurorehabilitační péči

A Comparison of the Devices Lokomat and ReoAmbulator

In Pediatric Neurorehabilitation Care

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie

Autor bakalářské práce: Alžběta Strnadová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Příhoda

Kladno 2022



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Strnadová** Jméno: **Alžběta** Osobní číslo: **482866**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Fyzioterapie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Porovnání přístrojů Lokomat a ReoAmbulator v pediatrické neurorehabilitační péči

Název bakalářské práce anglicky:

A Comparison of the Devices Lokomat and ReoAmbulator in Pediatric Neurorehabilitation Care

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude porovnání přístrojů Lokomat a ReoAmbulator u pediatrických neurologických pacientů. V teoretické části budou probrány možnosti robotické rehabilitace chůze a technické specifikace obou přístrojů včetně jejich rozdílů. Metodika shrne veškeré použité vyšetřovací metody aplikované v rámci vstupního a výstupního vyšetření a nastavené parametry terapie při RAR. Obsahem speciální části budou kazuistiky všech probandů obou skupin, kdy jedna skupina absolvuje terapii na přístroji Lokomat a druhá na přístroji ReoAmbulator. Ve výsledcích budou porovnány všechny terapie a vyhodnocen jejich konečný efekt. V diskuzi budou zvaženy všechny klady i záporné aspekty daných zařízení včetně porovnání s relevantními zahraničními studiemi.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KUČERA, Miroslav, Pavel KOLÁŘ, Ivan DYLEVSKÝ et al., Dítě, sport a zdraví, ed. 1, Praha: Galén, 2011, ISBN 978-80-7262-712-7
- [2] VAŘEKA, Ivan, Michal BEDNÁŘ a Renata VAŘEKOVÁ, Robotická rehabilitace chůze, Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie, ročník 79, číslo 2, 2016, 168-172 s., ISSN 1210-7859
- [3] PFEIFFER, Jan, Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi, Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1135-5

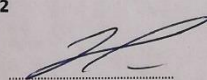
Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:


Ing. Aleš Příhoda

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**


doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Porovnání přístrojů Lokomat a ReoAmbulator v pediatrické neurorehabilitační péči* vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 12. 4. 2022

.....

Alžběta Strnadová

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Alešovi Příhodovi za cenné rady a věcné připomínky, za trpělivost, a především za velmi rychlou komunikaci. Dále bych ráda poděkovala vedení Fakulty biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze za poskytnutí prostorů a možnost využít přístroj v Laboratoři robotické rehabilitace. Zároveň bych ráda poděkovala celé Neurorehabilitační klinice Axon za možnost pracovat s jejich klienty a za využití robotické ordinace. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá efektivitou roboticky asistovaného lokomočního tréninku u pediatrických pacientů s poruchou chůze vlivem neurologické etiologie. Zároveň srovnává klady a zápory Lokomatu a ReoAmbulatoru ve vztahu k dětským pacientům jakožto specifické skupině léčených.

V teoretické části je vymezen pojem neurorehabilitace a zpracovány její principy, popsána fyziologie motoriky člověka a chůze samotné. Dále jsou zde zmapovány možnosti roboticky asistované lokomoční terapie s konkrétními příklady klinicky využívaných přístrojů. Podstatnou část tvoří konkrétní popis Lokomatu a ReoAmbulatoru, na nichž probíhal sběr dat.

Ve speciální části jsou zpracovány kazuistiky čtyř probandů. První polovina absolvovala 20 terapií na zařízení Lokomat s frekvencí 5x týdně. Druhá polovina podstoupila totožný počet terapeutických jednotek na přístroji ReoAmbulator, docházeli 2–3x týdně.

Výstupní vyšetření zahrnovalo testování stability a chůze, přičemž u všech probandů došlo ke zlepšení v obou dovednostech. Diskuze je doplněna o můj subjektivní pohled na přístroje vycházející z uživatelských zkušeností.

Klíčová slova

Roboticky asistovaná rehabilitace; neurorehabilitace; chůze; stabilita; pediatrie; Lokomat; ReoAmbulator

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the effectiveness of robotically assisted locomotor training in paediatric patients with gait disorders due to neurological aetiology. The work also compares the pros and cons of Lokomat and ReoAmbulator devices in relation to paediatric patients as a specific group of patients.

The theoretical part defines the concept of neurorehabilitation and elaborates its principles, describes the physiology of human motor skills and gait itself. Furthermore, the possibilities of robotically assisted locomotor therapy are mapped with specific examples of clinically used devices. A substantial part is devoted to a specific description of Lokomat and ReoAmbulator, on which data collection took place.

In a special part, case studies of four probands are processed. The first half underwent 20 therapies on the Lokomat device with a frequency of 5 times a week. The second half completed the same number of therapeutic units on the ReoAmbulator, with the frequency of visits set at 2–3 times a week.

The final examination included stability and gait testing, with all subjects improving both skills. The discussion is complemented by my subjective view of devices based on user experience.

Keywords

Robotically assisted rehabilitation; neurorehabilitation; walk; stability; paediatrics; Lokomat; ReoAmbulator

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍLE PRÁCE	10
3	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU	11
3.1	Vymezení pojmu neurorehabilitace	11
3.2	Neurofyziologické mechanismy rehabilitace chůze	11
3.3	Motorický systém	13
3.4	Chůze jako nejběžnější lokomoční funkce	15
3.5	Roboticky asistovaná chůze a její možnosti.....	17
3.6	Lokomat a jeho technické specifikace	20
3.7	ReoAmbulator a jeho technické specifikace	24
3.8	Hodnocení hrubé motoriky a koordinace u dětí	27
4	METODIKA	29
4.1	Sběr dat	29
4.2	Vyšetřovací metody	29
4.2.1	Anamnéza	29
4.2.2	Aspekce a vyšetření stoje	30
4.2.3	Vyšetření chůze a rovnováhy.....	31
4.2.4	Antropometrie	32
4.2.5	Goniometrie	33
4.2.6	Neurologické vyšetření	33
4.3	Terapeutické metody – Lokomat a ReoAmbulator	36
5	SPECIÁLNÍ ČÁST	37
5.1	Skupina Lokomat	37
5.1.1	Proband 1.....	37
5.1.2	Proband 2	39
5.2	Skupina ReoAmbulator	42

5.2.1	Proband 3	42
5.2.2	Proband 4	45
6	VÝSLEDKY	48
6.1	Proband 1	48
6.2	Proband 2.....	49
6.3	Proband 3.....	50
6.4	Proband 4.....	52
6.5	Celkové shrnutí výsledků	53
7	DISKUZE	56
8	ZÁVĚR	63
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	64
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66
11	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	71
12	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	72
13	SEZNAM GRAFŮ	73
14	SEZNAM PŘÍLOH.....	74

1 ÚVOD

Pediatřiční pacienti s poruchou chůze neurologické etiologie se se svou diagnózou již narodí, či vznikne infarktem během vývoje. V obou případech je však stěžejní dlouhodobá a v mnoha případech i doživotní cílená rehabilitace. S ohlednutím na principy neurorehabilitace je v terapii důležitá včasnost zahájení, repetitivní opakování a aktivní účast pacientů při tréninku. Léčení může být velmi těžké dlouhodobě motivovat a RAR se nabízí jako skvělá varianta změny, ve které jsou obsáhlé hlavní náležitosti neurorehabilitační péče.

Naším hlavním cílem je ovlivnit klinický obraz dětí tak, aby se staly co nejsamostatnějšími v běžných denních činnostech, mezi něž samostatná lokomoce určitě patří. Čím samostatnějšími se stanou, o to méně odkázány budou ať už na naši či ústavní péči. Sníží se tak socio-ekonomický dopad a zvýší se kvalita života pacientů. To je důvodem, proč jsem si vybrala jako námět mé bakalářské práce propojení velmi moderní roboticky asistované rehabilitace a léčby neurologických pediatrických pacientů, jakožto velmi aktuální téma.

Během sběru dat byl využit jeden z klinicky nejužívanějších přístrojů pro asistovaný lokomoční trénink, Lokomat. Ten se na trhu objevil jako první, díky čemuž se objevuje ve většině zahraničních studií pojednávající o této problematice. Pro porovnání byl zvolen ReoAmbulator, který je pro studenty Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT v rámci výzkumu k dispozici, a je to přístroj stejné exoskeletonové mechanické konstrukce. Předmětem této práce bude posouzení efektu obou robotických systémů na stabilitu a lokomoci u neurologicky nemocných dětí.

2 CÍLE PRÁCE

1. Nastítnit potenciál roboticky asistované chůze, vysvětlit její princip a zmapovat možnosti trhu.
2. Vypracování kazuistik pediatrických pacientů s narušeným stereotypem chůze neurologického původu. Na základě nasbíraných dat bude úkolem zjistit prospěšnost lokomočního tréninku na stereotyp chůze a rovnováhu pacientů.
3. Podrobně popsat Lokomat i ReoAmbulator a na základně vlastní zkušenosti zhodnotit klady a zápory obou přístrojů ve vztahu k pediatrickým pacientům, jakožto ke specifické skupině léčených.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Vymezení pojmu neurorehabilitace

Neurorehabilitace je oblast rehabilitační péče pečující o osoby s poruchou nervového systému ve vztahu k pohybovému aparátu. V současnosti se nejvíce věnuje poruchám CNS. S rozvojem nových poznatků o mechanismech lidské motoriky a s rozmachem moderních zobrazovacích metod, jako je počítačová tomografie, funkční magnetická rezonance či pozitronová emisní tomografie, se stále rozšiřuje oblast působnosti, kterým se současná neurorehabilitační péče věnuje. Tyto metody nám neinvazivně zprostředkovávají potřebné informace o neurofyziologických mechanismech, na nichž je princip neurorehabilitace založen [1; 2].

3.2 Neurofyziologické mechanismy rehabilitace chůze

Jedním z hlavních neurofyziologických mechanismů současné neurorehabilitace je plasticita CNS. I ve chvíli, kdy dojde k trvalému poškození nervového systému, lze v terapii snižovat funkční rezervy a kompenzační schopnosti. Snaha je o maximální využití zachované funkce, funkcemi pomocnými se snažíme nahradit funkce ztracené. Neuroplasticitu lze tedy chápat jako schopnost nervového systému měnit se v závislosti na vnitřních či vnějších podmínkách (fyziologických – aktivita či nečinnost, patologických – poškození inzultem). Lze ji dělit na evoluční neuroplasticitu, díky níž dochází zhruba od 24. gestačního dne intrauterinního vývoje k dynamickému vývoji nervové soustavy, na adaptační neuroplasticitu, která je nejaktivnější v prvních měsících života kojenců a batolat, a na reparační neuroplasticitu, kterou se snažíme maximálně využít v terapii [1; 7].

Pro optimalizaci NS jsou zapotřebí dva základní a protichůdné mechanismy – apoptóza a sprouting. Apoptóza je naprogramovaná buněčná smrt, díky níž po doladění určité oblasti mozku nedochází k nadbytečnému hromadění neuronů. V případě nedostatečné či chybějící apoptózy by docházelo k hromadění neuronů a špatně fungujícímu propojení, což se manifestuje například u autistů, kteří nebývají schopni vyhodnotit důležitost informací. Naopak nekontrolovatelná nadbytečná apoptóza vede k postupnému zániku všech neuronů – například u spinálních svalových atrofií. Druhým mechanismem je sprouting neboli pučení, tedy růst dendritů. Je součástí všech třech dílčích částí neuroplasticity, kdy vytvoření nových dendritů a synapsí může výrazně pomoci při regeneraci tkáně [7].

Neuroplasticita je tedy nejvyšší v raném dětství a těsně po inzultu, kdy se náhle zvyšuje na omezenou dobu. Tomuto jevu říkáme „overplasticity“ a krásně se manifestuje u osob po CMP, kdy průměrná doba obnovy schopnosti chůze bývá 6 měsíců a největšího zlepšení dosahují do 3 měsíců od ataky [3]. Díky funkční magnetické rezonanci byly prokázány změny i v rámci „constraint-induced movement therapy – CIMT“, kdy se cíleně nepoužívá zdravá končetina, a zároveň v rámci „mirror therapy“ [1].

Terapie chůze může být jak terapeuticky, tak i přístrojově vedená s cílem potencovat mechanismy neuroplasticity, za předpokladu multisenzorické stimulace s důrazem na minimalizaci nežádoucích pohybových vzorců [4]. Díky neuroplasticitě tedy lze docílit požadované funkční změny či reorganizaci nervové činnosti, za předpokladu námi potencovaných cílených stimulů – proprioreceptivních, exteroceptivních, akustických, vizuálních i motivačních. Tento kýžený léčebný zásah lze nazvat neuromodulace [1; 7].

Centrální generátory pohybových vzorců (Central Pattern Generators – CPGs) jsou interneuronální sítě, které ovládají repetitivní a automatizované pohyby. Generují rytmickou repetitivní aktivitu bez zevní zpětnovazebné

supraspinální motorické kontroly. Pravá a levá končetina jsou separátně řízeny každá svou neuronální sítí. Interlimbická koordinace je zajištěna sdružením těchto sítí. Každá síť se skládá z jednoho generátoru, který přímo kontroluje svalovou aktivitu končetiny. Na jeden kloub s agonistickým a antagonistickým svalem připadají dva generátory, které spolu komunikují díky recipročním inhibičním synaptickým interakcím [17].

Motorické učení lze vysvětlit jako proces, během něhož se provedení jednotlivých pohybů ukládá díky repetitivnímu opakování a interakcí s prostředím do paměti. Tím se pohyb stává méně energeticky náročný. Současně nám dává schopnost selekce nejvhodnějšího pohybového vzoru v daný okamžik. Lze ho rozdělit na implicitní a explicitní. Explicitní motorické učení využívá krátkodobé paměti na základě kognitivních informací získávaných ze zevního prostředí. Jedinec se nad motorickým úkolem zamýšlí a na základě jeho ideje pohyb provádí, ověřuje vhodnost provedení, popřípadě se terapeutem nechává verbálně instruovat. Na rozdíl od toho během implicitního motorického učení obcházíme vědomé kognitivní procesy a snažíme se osvojit daný úkol mimovolně a bez verbální pomoci. Docílit toho lze například zadáním dalšího kontinuálního úkolu či v roboticky asistované chůzi lze využít virtuální realitu. Díky automatizaci pohybu zároveň dochází ke snižování energetické náročnosti úkonu. Dle dosavadních studií se ukázalo jako nejužitečnější kombinovat obě formy [6].

3.3 Motorický systém

Hybnost je jednou z nejzákladnějších funkcí živých organismů. Na řízení má vliv nervová činnost reagující na podměty z vnějšího i vnitřního prostředí. Pohyb je dán tělesnou strukturou, kterou lze rozdělit na několik komponent, bez kterých by nebyl realizovatelný. Komponenty můžeme rozdělit na podpůrné – kosti, vazy a klouby; silové – svaly; řídicí – periferní a centrální

nervová soustava; logistické – metabolické procesy a zároveň také vědomí člověka [8; 22].

Zevní změny jsou zachyceny kožními, pohybovými či senzorickými receptory a jsou aferentně zaslány do CNS. V CNS dojde hierarchickým systémem všech struktur k podrobné analýze a v případě nutnosti reakce jsou vyhodnocené informace vedeny po eferentních drahách k efektorům. Řízení motoriky probíhá prostřednictvím dvou základních složek. První je somatická komponenta nervové soustavy přijímající cestou senzitivních vláken míšních a hlavových nervů informace z kůže a pohybového aparátu. Prostřednictvím motorických vláken míšních a hlavových nervů ovládá příčně pruhované svalstvo. Druhá je autonomní a ta řídí činnost orgánů [15; 16].

Motoriku můžeme dělit na jemnou a hrubou, dle Dylevského lze dělit na archeomotoriku, paleomotoriku a neomotoriku. Jemnou motoriku (neboli neomotoriku) definujeme jako schopnost obratně manipulovat malými předměty v malém prostoru. Pracuje s drobnými svalovými skupinami rukou, úst i nohou. Je typická pro kreativní činnosti člověka a spadají sem manipulace, grafomotorika, logomotorika, oromotorika, mimika a vizuomotorika. Hrubá motorika, jinak také posturální a lokomoční, zajišťuje pohyb tak, aby docházelo k co nejrovnoměrnějšímu zatížení kloubních ploch. Současně zajišťuje stabilitu polohy segmentů v klidovém i pohybovém režimu za potřebného rozsahu. Dle výkladu Dylevského se hrubá motorika rovná paleomotorice. Pohyb je ale komplexní děj, tudíž jemnou a hrubou motoriku nelze striktně oddělit. Hrubá motorika tvoří jemné opěrnou bázi. Manifestovat si to můžeme například u malování na zeď. Pro vzpřímenou polohu a oporu ramene a paže využíváme hrubou, pro dokreslování detailů malby využíváme jemnou. Archeomotorika je evolučně nejstarší a manifestuje se při agresivitě a obraně včetně vegetativních reakcí [8; 23; 24].

Motorika se začíná rozvíjet již během nitroděložního života a její vývoj zrcadlí vývoj nervové soustavy. Hodnocení je zaměřeno převážně na svalový tonus a včasné podchycení odchylky je zcela zásadní pro zahájení terapie. Neschopnost provést pohyb či jeho omezení je vnímáno velmi negativně a má důsledky projevující se nejen v systému pohybovém [16].

3.4 Chůze jako nejběžnější lokomoční funkce

Chůze a její provedení je charakteristické pro každého jedince. Může nám posloužit jako citlivý indikátor poruchy pohybového aparátu či nervové soustavy. Proto je velmi důležité osvětlit si její fyziologické principy a s případnými odchylkami pracovat při terapii [7].

Prvním vzorem lokomoce je plazení v pronační poloze dítěte, kdy se střídavě opírá o lokty, hrudník je stále větší plochou na zemi a dolní končetiny se pohybu účastní minimálně. Tento pohyb nám může připomínat tuleně. S postupem času se z plazení stává spíše plížení – hrudník se již o podložku opírá méně a DKK se lokomoce začínají více účastnit. Dalším milníkem ve vývoji dítěte je lezení. Zde se účastní již všechny čtyři končetiny a hrudník je v horizontálním postavení nad podložkou. Postupně se dítě zkouší dostat do vertikály a zároveň probíhají první pokusy o bipedální lokomoci zatím ve frontální rovině – obě činnosti zatím s oporou. Dokud dítě nedosáhne stabilizace vertikální polohy těla na jedné noze alespoň 2–3 sekund, je pro něj rychlejší a bezpečnější lezení po čtyřech. Pokud dítě volí bipedální lokomoci i před dovršením vertikální stabilizace, udržuje vzpřímené postavení hmotností celého svého těla, které působí jako setrvačnick – každá změna směru či zastavení vede lehce k pádu [8].

Krokový cyklus lze jasně rozdělit na několik částí. Ve švihové fázi se jedna dolní končetina odlepí od podložky směrem dopředu před tělo. Je zde nutné

udržet pánev v rovině vlivem abduktorů oporné nohy, aby nedošlo k poklesu na straně švihové. Oporná fáze začíná kontaktem paty s podložkou na konci švihové fáze. Následuje pronace a supinace nohy, změny nožní klenby a plantární flexe pro zachování správného odvinu hlezna. V tomto okamžiku se z nohy stává noha odrazová. Poslední fází krokového cyklu je fáze dvojí opory, kdy jsou obě dolní končetiny v kontaktu s podložkou. Fází dvojí opory lze diferenciovat chůzi od běhu, jelikož u běhu chybí [8]. Tyto fáze jsou určitými událostmi dále děleny.

Perry krokový cyklus rozdělil od 0 do 100 % do 8 období, během nichž dojde ke kompletnímu vystřídání všech fází – počáteční kontakt (initial contact, IC), reakce na zatížení (loading response, LR, 0–10 %), střed stejné fáze (midstance, MS, 10–30 %), konečný stoj (terminal stance, TS, 30–50 %), předšvihová fáze (preswing phase, PSW, 50–60 %), počáteční švih (initial swing, ISW, 60–70 %), střed švihové fáze (midswing, MSW, 70–85 %), konečný švih (terminal swing, TSW, 85–100 %) [7; 9].

Už před přechodem do vertikály používá jedinec v ontogenezi kontralaterální pohybový vzor. Tento zkřížený vzor si fyziologicky neseme i do bipedální lokomoce, kdy kontra pohyb horní končetiny kompenzuje tendenci rotovat tělo k oporné dolní končetině. S výhodou lze využít v terapii aktivní švih paže, čímž facilitujeme příslušné svalové skupiny dolních končetin. Tímto pohybovým stereotypem se řadíme mezi křížmochodní. Změna může nastat i u zdravého člověka například v hlubokém sněhu či ve vodě, kdy se kyvadlový pohyb paží změní na homolaterální. V tu chvíli jde o mimochodní chůzi [9].

3.5 Roboticky asistovaná chůze a její možnosti

Robotická rehabilitace chůze stojí na různé míře podpory ve vertikále a aktivní hybnosti díky vlivu exoskeletů. Jde o drahou terapii, kdy pořizovací náklady přístrojů i personální zajištění často směřují pouze na vysoce specializovaná pracoviště [3].

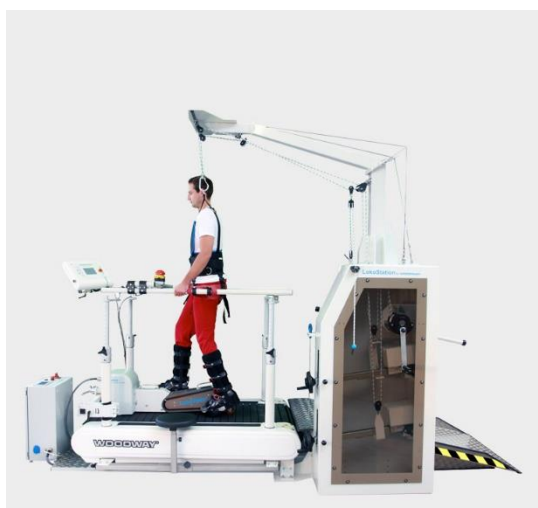
Většina zařízení, které zprostředkovávají roboticky asistovanou chůzi, vycházejí z principu Body-Weight Supported Treadmill Therapy (BWSTT, BWST) – tedy terapie na běžecím pásu s podporou hmotnosti. Nejjednodušší dělení BWST by mohlo být na robot driven exoskeleton orthoses a end-effector devices [3].

Oba přístroje, kterými jsou předmětem práce, spadají do kategorie systémů robotických exoskeletů. Exoskelety fixují dolní končetiny většinou v oblasti planty, bérce, nad kolenem a někdy v oblasti pánve. Od fixace pánve se ale v posledních letech upouští pro zachování fyziologického latero-laterálního posunu a transverzální rotace. Podrobné technické specifikace Lokomatu i ReoAmbulatoru budou popsány níže. Dále sem spadá například AutoAmbulator od výrobce HealthSouth [3].

U systémů typu end-effector mají pacienti fixované pouze distální část dolní končetiny při současném závěsu pro větší bezpečnost, popřípadě se drží bradel. Do této skupiny patří například G-EO Systém od firmy Reha Technology či LokoHelp od výrobce Woodway [3].



Obrázek 1 – GEO System [10]



Obrázek 2 – LokoHelp [11]

Lehce mimo pak stojí tzv. overground walking systémy, jejichž součástí není běžící pás. Pacientovi umožňují chůzi volně v prostoru. Jsou buď pevně instalované většinou do stropu kolejnicemi, do kterých je zasazen systém lan zachycující pacienta při pádu, popřípadě jde o rámové konstrukce pohybující se s pacientem. Příkladem pevné konstrukce je Float od firmy Lutz Medical Engineering, zástupcem rámových systémů je například Andago od Hokomy [3].



Obrázek 3 – Float [12]



Obrázek 4 – Andago [13]

Jako další skupinu bychom mohli považovat nositelné exoskeletony používané většinou s francouzskými berlemi či bradly. Nejsou vázány na běžící pás, ani na rámovou konstrukci či místnost s kolejnicemi ve stropě. Lze je využívat v rámci terapie či i jako kompenzační pomůcku v běžném životě díky jejich ceně a daleko menší prostorové náročnosti. Nesmíme opomenout ani českou společnost Mebster vyrábějící exoskelet Unilexa ve dvou provedeních – Unilexa Prime do rehabilitačních center či nemocnic s nastavitelnými komponenty a Unilexa Home pro domácí použití s možností financování ze zdravotního pojištění. Dalším příkladem je Hal od firmy Cyberdyne či Ekso od Ekso Bionics [3; 14].



Obrázek 5 – Unilexa Home [14]

3.6 Lokomat a jeho technické specifikace



Obrázek 6 – Lokomat [Zdroj: vlastní]

Lokomat je medicínsko-technické zařízení pro asistovaný lokomoční trénink. Na trhu se objevil v roce 2001 a byl vyvinut za spolupráce vědců, lékařů, fyzioterapeutů a pacientů ve švýcarském paraplegickém centru v Curychu firmou Hocoma. Ačkoliv se rok od roku rozšiřuje množství přístrojů pro asistovaný lokomoční trénink, zůstává Lokomat stále klinicky nejvyužívanější jak pro dospělé, tak i pro děti díky speciálním pediatrickým ortézám. Jeho

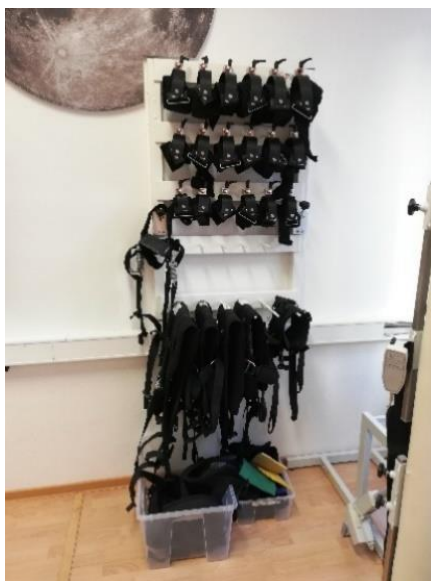
vývoj je založen na klinických studiích motorického učení a od první verze z roku 2001 dochází k neustálému vylepšování [17; 18].

Lokomat se sestává ze základních prvků, kterými jsou:

- chodící pás, *Woodway treadmill*, se senzory, které mají za úkol detailně monitorovat rychlost a vzdálenost,
- systém podpory tělesné hmotnosti, *Body Weight Support Systém*, který je zcela synchronizovaný s chodícím pásem,
- robotické ortézy,
- software počítače [17].

V ortézách jsou integrované pohony nacházející se v kyčelních a kolenních kloubech ortéz, které jsou synchronizovány s hnacím řemenem chodícího pásu. Komponenta kotníku je pasivní, a pokud dojde k zakopnutí hlezna, přístroj se díky přesné synchronizaci ihned zastaví [17].

Robotické ortézy je nezbytné přesně nastavit dle antropometrických údajů pacienta. Měříme délku stehenní kosti od trochanteru major po štěrbinu kolenního kloubu a délku lýtka od kolenní štěrbiny po chodidlo včetně bot, které pacient pro terapii používá. Pro vhodný výběr manžet měříme obvodové míry stehna, lýtka a kotníku. Manžety pro dospělé odlišujeme na pravou a levou, dětské jsou univerzální. Naměřené hodnoty při první terapii zadáme do systému a software nám vygeneruje, kam manžety na přístroji umístit, jak nastavit délku každé části a výšku oblasti pro pánev. Pro jednoduchou orientaci jsou horizontální drážky označeny číselně, vertikální drážky abecedně. Výběr úvazu odpovídá konfekci. Pánev je pevně fixována nad trochantery a musí být v rozmezí 29–51 cm [18].



Obrázek 7 – Výběr manžet a sedáků [Zdroj: vlastní]

Pacient by neměl být vyšší než 200 cm, těžší než 135 kg a délka femuru by měla být v rozmezí 35 až 47 cm. Maximální rychlost s použitím robotických ortéz je 3,2 km/h, bez použití 10 km/h. Systém podpory tělesné hmotnosti lze individuálně nastavit dle potřeb pacienta od 0 do 80 kg. BWS využíváme úměrně pacientově disabilitě tak, aby zvládl chůzi například bez rekurvace kolenních kloubů, přílišné flexe kloubů kyčelních či jiných nechtěných vzorů. Díky BWS není kladen takový tlak na klouby jako při klasickém tréninku chůze, což opět zlepšuje podmínky pro navození optimálního krokového cyklu. Hodnotu odlehčení lze nastavit a upravovat v průběhu terapie. Pacienty na invalidním vozíku lze do přístroje dostat pomocí rampy a zdvihnout do vertikály pomocí kladkového systému, ke zdvihu dochází manuálně pomocí klik. Pro pacientovu lepší stabilitu nastavujeme výšku i šířku opěrných bradel pro horní končetiny [17; 18].

Cvičení může být čistě pasivní, kdy si pacient snaží uvědomit vlastní stereotyp chůze a jeho kvalitu, ale i aktivní až odporované a případně asymetrické se zacílením na konkrétní problém [20].

Lokomat lze využívat i bez robotických ortéz, avšak úplně tím vyřadíme možnost zpětné vazby – na rozdíl od ReoAmbulatoru. Systém feedbacku je totiž

integrován do ortéz. Dle potřeb pacienta tak lze facilitovat například flexi či extenzi v kyčlích či v kolenou. V uživatelském rozhraní lze zvolit vizuální výstup feedbacku dle pacientových preferencí. Pro názornou ukázkou lze použít jednoduché zobrazení smějícího se či mračícího se smajlíka na obrazovce počítače. Pro komplexnější zapojení vyšších mozkových etází lze využít rozšířenou zpětnou vazbu v podobě různých her probíhajících na obrazovce před pacientem. Terapeut může vybrat hru dle pacientových potřeb a cíleně tak zlepšit určitou fázi krokového cyklu či zvýšit motivaci k terapii. V nabídce her je například rovná chůze chodníkem stále vpřed, klikatý chodník plný odboček či sběr mincí, zvířat. Pacient si navíc může vybrat prostředí, v kterém se ve hře bude pohybovat, i dané zvíře, které bude lovit. Právě možnost volby může pacientovi pomoci cítit se co nejlépe, díky čemuž spojuje terapii s pozitivní emocí [17; 18].

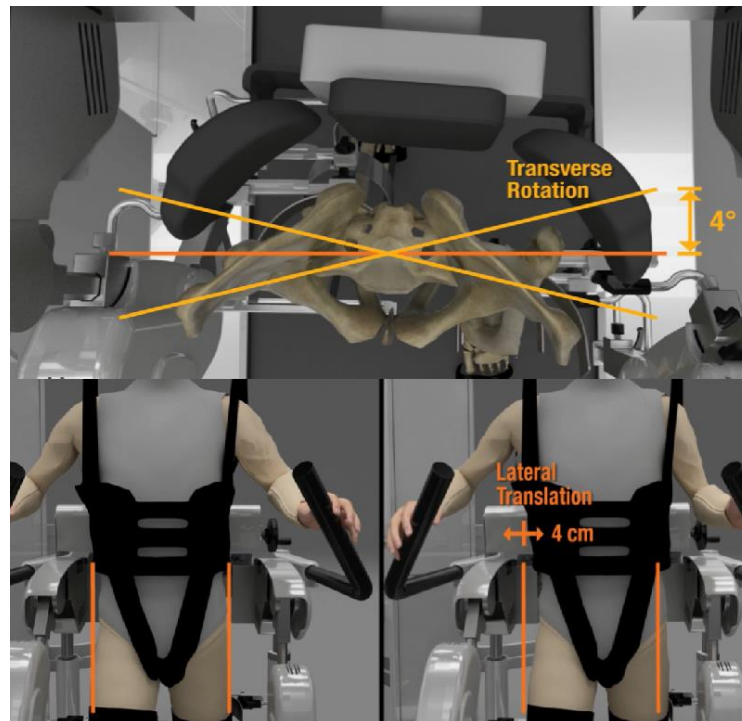


Obrázek 8 – Probandka hrající hru [Zdroj: vlastní]

Na podzim roku 2005 vyšla novinka Lokomatu v úpravě pro pediatrické pacienty. Jde o stejný přístroj, jen je třeba vyměnit ortézy. Limitující je zde délka femuru, která nemůže být menší než 21 cm a větší než 35 cm [18].

Při využití doplňkového modulu FreeD lze docílit fyziologického latero-laterálního pohybu pánve a její rotaci v transverzální rovině, jelikož pánev není

pevně fixována. Dochází k většímu zatížení stojné končetiny a je zde větší nárok na trénink stability. FreeD Modul lze srovnat s řešením oblasti pánve u ReoAmbulatoru, avšak ReoAmbulator má volnou pánev již v základu [18].



Obrázek 9 – FreeD Modul [18]

3.7 ReoAmbulator a jeho technické specifikace



Obrázek 10 – ReoAmbulator [20]

ReoAmbulator je zdravotnický přístroj od firmy Motorika určený pacientům s neurologickou či ortopedickou disabilitou, používaný s cílem zlepšit lokomoci, rovnováhu, koordinaci a držení těla. ReoAmbulator byl vyvinut firmou Motorika v Izraeli a v dnešní době se již nachází na mnoha místech po celé Evropě, Asii i Americe [20; 21].

Základní komponenty ReoAmbulatoru jsou chodící pás, robotické ortézy, systém podpory tělesné hmotnosti, ovládací jednotka a systém biologické zpětné vazby s virtuální realitou [21].

Chodícího pás je vybaven senzory a kamerami, které mají za úkol detailně analyzovat krokový cyklus. V případě detekce nechtěných pohybů díky 3 infračerveným sensorům se pás ihned zastaví. Je synchronizován s robotickými ortézami s elektrickým pohonem v kolenních a kyčelních kloubech. Přesného nastavení úhlů v kyčelních a kolenních kloubech docílíme díky nastavení ve 3 kinematických profilech. Pro podporu dorziflexe lze přidat chodidlový návlek. Při použití ortéz lze dosáhnout rychlosti až 3,5 km/h, bez použití až 10 km/h. Ortézy je nutné přesně nastavit dle antropometrických údajů pacienta. Limitující je zde délka femuru, která musí být v rozmezí od 29 do 47 cm. Pacient je do ortéz upevněn pomocí dvou pohyblivých manžet v oblasti stehna a bérce. Dále nastavujeme šířku pánve, která musí být v rozmezí 24 až 61 cm. Pánev není v ReoAmbulatoru fixována, čímž je umožněn fyziologický latero-laterální posun pánve a její rotace v transverzální rovině. Po upnutí pacienta do čtyřbodového postroje vhodné velikosti ho zvedací rameno zváží, kde limitem je 150 kg. Díky tomuto ramenu lze nastavit podporu tělesné hmotnosti pacienta, a to i během terapie, dle aktuálních potřeb. Pacient nemůže být nižší než 115 cm a vyšší než 200 cm. V případě, že je pacient na invalidním vozíku, lze do přístroje najet rampou a zdvihnout ho pomocí ramena. Pro zdvih lze navolit dvě rychlosti – rychle a pomalu pro přesné donastavení výšky. Pro pacientovu lepší stabilitu nastavujeme výšku i šířku

opěrných bradel. Ty však jdou oproti Lokomatu použít jen za použití ortéz [20; 21].

Úměrně pacientovým schopnostem lze navolit několik módů – plně pasivní, guided mode; iniciovaný pacientem, initiated mode; částečná asistence přístrojem, follow assist; volný, free mode. Bez použití ortéz lze otočit zvedák o 90, 180 a 270 stupňů, díky čemuž můžeme trénovat chůzi bokem i pozadu [21].



Obrázek 11 – Náhled kamery na terapeutické obrazovce [Zdroj: vlastní]

Díky kamerám si můžeme prohlédnout i zaznamenávat pacientův krokový cyklus z frontální i sagitální roviny. Záznamy můžeme po terapii pacientovi ukázat. Dále jsou k dispozici grafy s časem, rychlostí a počtem kroků. To vše nám může pomoci s časovým odstupem k výrazné motivaci pacienta [20; 21].

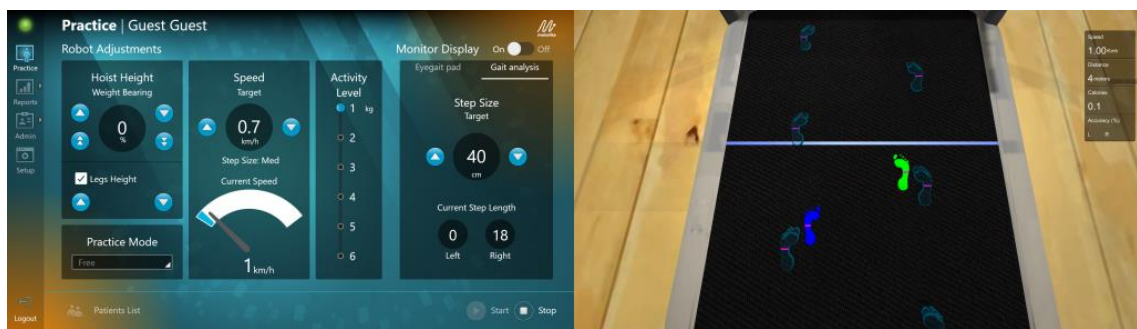


Obrázek 12 – Terapeutická obrazovka s ukázkou volby virtuální reality [20]

Na velké obrazovce před pacientem lze kromě hodnot aktuálního tréninku promítat i prostředí virtuální reality. Na výběr je z velké škály her i prostředí, ve kterém se hry odehrávají. Lze si vybrat lesní krajinu, centrum Říma či procházku po riviéře. V nabídce her nalezneme sběr kruhů, sběr předmětů z větší množiny podle výběru, i sběr předmětů po paměti. Hry jsou ovládány

díky pohybovým sensorům snímající trup a horní končetiny pacienta. Oproti Lokomatu lze integrovaný software pro motorický a kognitivní trénink využít i bez použití robotických ortéz. U každé hry se zaznamenává skóre a po terapii lze vygenerovat graf dosavadních výsledků, což může fungovat jako motivující prvek. [20; 21].

U pacientů, kde shledáme využití ortéz jako zbytečné, lze využít inovativní software monitorující chůzi. Přístroj se zaměřuje na délku kroku, načasování a koordinaci. Během cvičební jednotky poskytuje pacientovi zpětnou vazbu vizuálními i akustickými signály [21].



Obrázek 13 – Analýza chůze a biologická zpětná vazba [20]

Při využití ReoAmbulatoru u pediatrických pacientů není třeba měnit celé ortézy, stačí použít pediatrický postroj a dětské manžety [21].

3.8 Hodnocení hrubé motoriky a koordinace u dětí

Hodnocení motorického vývoje až po dosažení bipedální lokomoce je neoddelitelnou součástí práce dětského fyzioterapeuta. Pozornost je směřována k hodnocení posturální aktivity, reaktivity a primitivních reflexů [7].

K hodnocení samotné bipedální lokomoce samozřejmě využíváme aspekci, pro dovyšetření lze zařadit modifikace typu zúžení báze, měkký povrch, chůze pozpátku, chůze se souběžným kognitivním úkolem, chůze s elevací horních končetin, změny rychlosti [7].

Většina studií se zaměřuje na vyšetření pohybových dovedností dětí a hodnocení motoriky dítěte po dosažení bipedální lokomoce je věnováno podstatně méně prostoru. Přesto lze pár standardizovaných testů dohledat. Příkladem jsou Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Gross Motor Function Measure, Peabody Developmental Motor Scales – Second Edition. Použití výše zmíněných testů však komplikuje prostorová a časová náročnost a zároveň finance. Řada z nich totiž vyžadují zakoupení testovací baterie.

4 METODIKA

4.1 Sběr dat

Veškerá data, která byla během výzkumu nashromážděna, pocházejí ze dvou pracovišť disponující přístroji pro lokomoční trénink – robotické laboratoře Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT a Neurorehabilitační kliniky Axon. Sběr dat v Neurorehabilitační klinice Axon probíhal během povinných odborných praxí v létě roku 2020 bez přerušení. Terapie v robotické laboratoři Fakulty biomedicínského inženýrství začaly v létě 2020, avšak kvůli poruše přístroje nastala dvouměsíční prodleva, a znovu byly zahájeny v říjnu 2020.

Pro účel bakalářské práce byli vybráni čtyři pediatričtí pacienti ve věku 7 až 13 let. Kritériem pro výběr dětí bylo centrální neurogenní postižení zapříčínující poruchu chůze. Záměrně byly vybrány rozličné diagnózy a s nimi spojené odlišné klinické obrazy pro názorné porovnání obou přístrojů, na kterých probíhalo zkoumání. Každý pacient absolvoval 20 terapií na vybraném přístroji, kdy na celý proces byla vyhrazena hodina čistého času. Vstupní vyšetření bylo provedeno před první terapií, výstupní vyšetření bylo provedeno po posledním robotickém tréninku a bylo doplněno o zhodnocení přínosu RAR na stereotyp chůze u konkrétního pacienta.

4.2 Vyšetřovací metody

4.2.1 Anamnéza

Anamnéza obsahuje informace o zdravotním stavu pacienta od narození až do příchodu do ordinace. Lze ji odebírat přímo od pacienta či nepřímo od doprovázející osoby. V pediatrické praxi je zvykem konzultovat anamnézu

s rodiči, avšak zároveň přítomnost dítěte, je-li toho kognitivně schopno, nám může leďacos doplnit. Anamnézu lze vyhodnocovat až s časovou latencí, popřípadě se v rámci terapie doptávat. Námi kladené dotazy by neměly být návodné. Pro účely této bakalářské práce jsem zjišťovala anamnézu rodinnou (RA), osobní (OA), farmakologickou (FA), alergickou (AA) a sociální (SA) [7; 25].

4.2.2 Aspekce a vyšetření stoje

Vyšetření pohledem nezabere v terapii čas navíc a lze tak rychle nashromáždit velké množství informací o pacientově současném stavu. S výhodou terapeut sleduje pacienta již v čekárně v nekorigovaném stavu. Jeho způsob sedu, chůze do ordinace, stisk ruky na pozdrav nám může mnohé napovědět. Při úvodním rozhovoru sledujeme pacientův výraz v obličeji a pohyby očí. Velmi zajímavý může být rozdíl chování při vyšetřování a mimo vyšetření. Vyšetření stoje probíhá zepředu, zezadu a z laterálních stran [7; 26; 39].

Rombergova zkouška

Jde o vyšetření stoje ve třech pozicích. Romberg I, nohy jsou na šířku ramen. Romberg II je stoj spojný. Romberg III je stoj spojný se zavřenýma očima. Zároveň nám tato zkouška vypovídá o kvalitě hlubokého čítí na DKK [27].

Trendelenburgova-Duschenova zkouška

Jde o hodnocení svalové síly pelvifemorálních svalů. Vyšetřovaný pokrčí nohu v kolenním a kyčelním kloubu. Za pozitivní výsledek testu se považuje pokles pánve na straně stojné dolní končetiny. Sledujeme kompenzační úklon či laterální posun pánve [26].

4.2.3 Vyšetření chůze a rovnováhy

Při základním kvalitativním vyšetření chůze aspekty si všímáme došlapu, odvinu hlezna od země, délky a šířky kroku, souhybu horních končetin a zaměříme se i na hlučnost došlapu [7 ;39]

Time Up And Go Test

Pro potřeby této bakalářské práce byl jakožto zástupce testu chůze vybrán Time Up And Go Test a s každým pacientem byl uskutečněn testování před zahájením RAR a po ukončení. Jde o jednoduchý, časově a prostorově nenáročný, široce využívaný test, jehož testovací baterie je zdarma. Reflektuje manévry chůze používané v běžném životě. Je hojně využíván u geriatrických pacientů od 65 let, pro ně byl původně také vytvořen. Použit lze ale i u pacientů s Parkinsonovou chorobou, s vestibulární dysfunkcí, s roztroušenou sklerózou, u pacientů po CMP či u dětí s DMO. Test začíná sedícím pacientem na židli s opěrkami na ruce a opřenýma nohama. Po spuštění časomíry pacient vstává a po vyznačené třímetrové čáře dojde ke kuželu, který obejde a vrací se zpět na židli. Čas stopujeme po opětovném dosednutí. Tuto připravenou testovací dráhu jsem využila i na změření času chůze se zúženou bazí (zkouška dynamické rovnováhy, pozitivní při centrální lézi – mozeček a bazální ganglia), po měkkém povrchu (zkouška kvality propriorecepce), pozpátku (zkouška omezení extenze v kyčli), s elevací HKK (zkouška pro stabilitu laterálního korzetu pánve), se současným kognitivním úkolem (zkouška k vyloučení vědomé kontroly chůze), po patách (zkouška na mm. peronei) a po špičkách (zkouška na m. triceps surae) z důvodu obsáhnutí širší škály chůzových dovedností [29].

Pediatric Balance Scale

Pro zhodnocení prospěšnosti robotického lokomočního tréninku na stabilitu dětí byl zvolen Pediatric Balance Scale (PBS) a testování každého pacienta

proběhlo před první terapií a po poslední terapii. Jde o modifikaci Berg Balance Scale (BBS) pro děti školního věku s lehkým až středně těžkým motorickým deficitem. Testovací baterie sestává ze 14 stejných úkonů jako BBS, je však přeházené pořadí jednotlivých částí, snížená časová norma statických poloh a detailnější verbální popis úkolů. V případě potřeby lze poskytnout více pokusů, popřípadě vizuálně ukázat, co se po pacientovi chce. Testovanými úkony jsou přechod ze sedu do stoje, přechod ze stoje do sedu, transfer z jedné židle s područkami na druhou, stání bez opory po dobu 30 sekund, sezení bez opory po dobu 30 sekund, stoj se zavřenými očima, stoj spojný, tandemový, na jedné noze, rotace o 360 stupňů, rotace hlavy, zvednutí předmětu ze země, střídavé pokládání chodidel na schod – každá noha čtyřikrát, posun předpažené horní končetiny horizontálně. Hodnotíme v rozmezí 0 až 4 body, kdy nula znamená nemožnost úkol provést a čtyři pravý opak. Maximální možný získaný počet je tedy 56 bodů a značí nejlepší možnou stabilitu v situacích běžného života a nejnižší předpoklad k pádům [28].

Oficiální záznamový arch je přiložen v Příloze 1.

4.2.4 Antropometrie

Antropometrie je vyšetření, pomocí něhož zjišťujeme délkové a obvodové míry těla. Po těle jsou dány antropometrické body, dle kterých se orientujeme. Pro účely této bakalářské práce jsem měřila délku stehna a bérce pro správné nastavení ortéz přístrojů a šířku pánve. Tyto údaje byly rovnou zaneseny do profilu pacienta v softwaru přístroje. Délku stehna měříme od trochanteru major po zevní šterbinu kolenního kloubu, délku bérce od hlavice fibuly po hrot malleolus lateralis. Měření pánve jsem zvolila bitrochanterické, tedy přímou vzdálenost mezi levým a pravým trochanterem major [26].

4.2.5 Goniometrie

Goniometrie je vyšetřovací metoda zjišťující postavení v kloubu či rozsah pohybu, kterého je měřený jedinec schopen. Lze měřit pohyb aktivní, kterého je pacient schopen sám, či pasivní, ke kterému pomůže terapeut. Měříme ve stupních pomocí goniometru. Při měření vycházíme ze základního anatomického postavení kloubu a od této polohy počítáme stupně. Nejběžnější metodou je SFTR odpovídající popisu tělních rovin, kolem kterých se pohyb uskutečňuje; S – sagitální (flexe a extenze), F – frontální (abdukce a addukce), T – transverzální (horizontální addukce, extenze v abdukci), R – rovina rotační (vnitřní a zevní rotace). Vždy zaznamenáváme tři hodnoty, kdy první pohyb je od těla (extenze, abdukce, zevní rotace), druhou hodnotou je nulové postavení, třetí hodnota odpovídá pohybu k tělu (flexe, addukce, vnitřní rotace) [26].

Data metodou SFTR jsem pro účely této bakalářské práce sbírala u všech pacientů a zaměřila jsem se výhradně na dolní končetiny.

4.2.6 Neurologické vyšetření

Vyšetření cerebella

Vyšetření cerebella bylo hodnoceno testem současného posazení se se zkříženýma rukama na hrudník, který poukazuje na paleocerebellární poruchu. Při jeho pozitivitě chybí fyziologický rychlý předklon hlavy. Namísto toho tento koordinačně náročný pohyb nebývá zvládnut a dochází k zvedání DKK nad podložku. K průkazu postižení neocerebella bylo využito vyšetření taxy. Pacienta vyzveme k doteku prst-nos, popřípadě pata – koleno. Dále u pacientů s postiženým cerebellem dochází k mozečkové hypotonii manifestující se zvýšenou exkurzí ruky při protřepávání uchopených předloktí. S pasivitou souvisí i fenomén odrazu. Náhle upustíme podepřené rozpažené paže

a na straně poruchy se končetina nezastaví, ale udeří do stehna a několikrát se od něj odrazí [20].

Pyramidové jevy paretické (zánikové) – DKK

Základní zkouškou k průkazu obrny dolních končetin je zkouška Minagazziniho, kdy pacient vleže na zádech se zavřenýma očima flektuje DKK v kyčelních a kolenních kloubech. Oscilace či pokles dolní končetiny poukazuje na obrnu na homolaterální straně. Dále byla provedena zkouška dle Barrého, kdy pacient leží na břiše s flektovanými koleny. U modifikace Barré I sledujeme pacientovy bérce, zda drží ve vertikále. Při zkoušce Barré II přitahuje pacient chodidla směrem k hýždím a u vyšetření Barré III se snažíme pacientovy bérce odtáhnout od hýždí, zatímco on je k hýždím přitahuje [20].

Pyramidové jevy spastické (iritační) – DKK

Spastické jevy na DKK dělíme na flekční a extenční. Jako hlavní zkoušku extenčních jevů byl zvolen test Babinského, který se vybavuje škrábnutím ostřejším předmětu od paty po malíkové hraně obloukem pod prstce. U fyziologie se objeví plantární reflex či žádná odpověď, u spasticity dojde k dorzální flexi palce a abdukci prstců. Babinsky byl doplněn Oppenheimovou zkouškou, kdy tlačíme na hranu tibie od její půlky kaudálním směrem, a Chaddockovou zkouškou, kdy ostrým předmětem obkroužíme zezadu dopředu malleolus lateralis. V obou případech je příznakem spasticity dorzální flexe palce či dokonce dorzální flexe hlezna. Jakožto zástupce flekčních jevů byla využita zkouška dle Rossolima a Žukovského-Kornilova. Průkaz spasticity nám v obou případech vyvolá flekční pohyb prstců [20].

Myotatické reflexy DKK

Napínací reflexy vyšetřujeme za pomoci neurologického kladívka, kterým rychle a pružně udeříme na šlachy svalů nebo na periost v blízkosti svalových úponů. Hodnotíme záškub ve směru kontrakce vyšetřovaného svalu

a bilaterální souměrnost. U postižení centrálního motoneuronu bývá reakce zvýšená a často lze sledovat i rozšíření reflexogenních zón. Vyšetřovám byl i reflex patellární (L2-L4) poklepem pod koleno na ligamentum patellae s odpovědí extenze DK, reflex Achillovy šlachy (L5-S2) vkleče poklepem nad patní kost s odpovědí plantární flexe nohy a reflex medioplantární (také L5-S2, bývá však nižší odpověď) poklepem do středu planty se stejnou odpovědí jako u Achillovy šlachy [20].

Primitivní reflexy

Pro vyšetření Morova reflexu byla vybrána varianta vleže na zádech, pod pacientovými rameny je polštář, hlava je cca 5 cm nad podložkou v našich dlaních, ruce má pacient před tělem, jako kdyby držel velký míč. Pacientovi vysvětlíme, že necháme hlavu chvíli padat a pak ji ještě nad podložkou zachytíme. Sledujeme pacientův dech a polohu rukou. Při pozitivitě dochází k zadržení dechu, EXT a ABD HKK s rychlou následnou FLX a ADD, u DKK dojde s časovou latencí k FLX [7; 31].

Galantův reflex vyšetřujeme na čtyřech v pozici „stolu“. Štětcem dráždíme pacientovy záda podél páteře od lopatek dolů k pánvi třikrát po sobě. Za pozitivní výsledek hodnotíme vybočení dolní části trupu konkavitou ke straně stimulace [7; 31].

Asymetrický tonický šíjový reflex jsem testovala na čtyřech s hlavou v prodloužení páteře. Svými rukama jsme provedla pasivní rotaci hlavy doprava a doleva. Za pozitivitu považujeme extenzi končetin na straně obličejové, flexe končetin na straně záhlavní [7; 31].

Symetrický tonický šíjový reflex jsem vyšetřovala v pozici na čtyřech s rovnými zády. Pacient byl vyzván k plné flexi hlavy a následně plné extenzi. Pozitivní výsledek vyvolá při flexi hlavy flexi HKK a zvednutí nártů od země, při extenzi hlavy extenzi paží a flexi DKK (sednutí si na paty) [7; 31].

4.3 Terapeutické metody – Lokomat a ReoAmbulator

Pro účely zhodnocení dvou přístrojů pro roboticky asistovaný lokomoční trénink nebyly do terapií účelně zařazeny žádné jiné terapeutické metody než ony dva přístroje, které jsou technicky detailně popsány v kapitolách 3.6 a 3.7.

5 SPECIÁLNÍ ČÁST

5.1 Skupina Lokomat

Dvojice pacientů podstupující terapie na přístroji Lokomat v Neurorehabilitační klinice Axon podstupovala terapie po dobu 4 týdnů každý pracovní den, tzn. dohromady 20 dní. Vzhledem k tomu, že toto zařízení poskytuje roboticky asistovaný lokomoční trénink je soukromé, byl vždy Lokomat zarezervovaný pro daného pacienta přesně na hodinu čistého času. V tomto časovém okně bylo tedy zapotřebí při první terapii založit profil pacienta, zanást potřebné antropometrické údaje do softwaru, vybrat vhodnou velikost postroje, nastavit pediatrické ortézy a připevnit manžety. Po těchto úkonech bylo možné začít s terapií. Následující dny již byl proces jednodušší, proto mohly probandi strávit na Lokomatu delší čas. K provedení vstupního a výstupního vyšetření nebylo zapotřebí využít místnost pro robotickou rehabilitaci, proto byla provedena mimo tento časový horizont.

5.1.1 Proband 1

5.1.1.1 Vstupní vyšetření

Anamnéza byla získána od matky vzhledem k věku (10 let) a kognitivním schopnostem probandky. Hlavní diagnózou je centrální hypotonický syndrom s mozečkovou symptomatologií, lehká až středně těžká mentální retardace. RA: matka i otec zdraví, bratr (20 měsíců) také hypotonický syndrom. OA: 1. těhotenství, od 6. měsíce intrauterinního vývoje zpomalen růst, porod 40+6 spontánně záhlavím, protrahovaný s dočasným vymizením ozev, AS 9-10-10, PH 2 740 g, od 3. měsíce zpomalení PMV. AA i FA bezvýznamná. SA: bydli

s rodiči, prarodiči a bratrem, chodí do speciální základní školy. Objektivně spolupracuje, je pozitivně laděna, na terapii se těší.

Hlava je v předsunutém držení, ramena v protrakci. Pánev je držena v anteverzi. Stoj je značně nestabilní, DKK jsou hypotonické s rekurváci v kolenních kloubech. Ischiokrurální svalstvo je zkráceno, čímž je celý trup v mírné flexi. Romberg II s titubacemi, modifikaci se zavřenýma očima neprovede. U Tredelenburgovy-Duschenovy zkoušky dochází k výraznému posunu pánve bilaterálně symetricky.

Při chůzi na delší vzdálenosti se opírá o bratrův kočárek, po místnosti chodí bez opory. Krok je o široké bázi bez odvinu hlezna. To dopadá hlučně na podložku celé v jeden okamžik. Rytmus kroku je pravidelný, bilaterálně stejný. U HKK při chůzi chybí kontra pohyb. Po zaměstnání kognitivním úkolem ujde bez pomoci dál než při soustředění se na samotnou chůzi. Time Up And Go Test probandka absolvovala za 30 s, o zúžené bázi nezvládla, po měkkém povrchu za 40 s, pozpátku nezvládla, s elevací HKK za 35 s, se současným kognitivním úkolem za 27 s, po patách a po špičkách nezvládla. V testu Pediatric Balance Scale dosáhla 19 bodů z 56 možných, celý záznam je součástí Přílohy 2. Rozsah pohybu DKK bez patologie a asymetrie.

Zkoušku současného posazení se se zkříženýma rukama nezvládla pro přílišnou koordinační náročnost. Zkouška taxie bilaterálně symetrická, přesná. Mingazzini i Barré pozitivní, PJI taktéž. Myotatické reflexy jsou nevýbavné. Z primitivních reflexů přetrvává Galant.

5.1.1.2 Průběh terapie

První den došlo k seznámení se s přístrojem a pro začátek jsme ve virtuálním prostředí zvolily chůzi po rovném chodníku. Zprvu pro ovládání avatara byla navolena extenze v kyčelním kloubu (EXT levé nohy – avatar zahne doleva, EXT pravé nohy – avatar zahne doprava) s cílem protáhnout zkrácené

ischiokrurální svalstvo. To bylo však pro pacientku obtížně pochopitelné, proto bylo ovládání změněno na flexi v kyčli jakožto nejintuitivnější možnost. Toto ovládání bylo ponecháno po celý zbytek všech terapeutických jednotek.

Postupně jsme zařazovaly kognitivně náročnější hry. Vždy byla volba na klientce pro udržení co největšího zájmu. Na začátku každé terapie zařazovala rovný chodník pro rozehtání. Počítal se čas, za který dojde avatar do cíle. Hra je zaměřena na stejné zapojení obou DKK. Toto scóre se pokaždé snažila probandka překonat. Následoval klikatý chodník se stejným principem. Posléze jsme zařadily sběr předmětů. V pravém dolním rohu obrazovky je miniatura mapy s vyobrazením míst, kde sbírat. Při sběru se musí vyhýbat překážkám a místům, která odečítají body. Po sebrání všech předmětů se stopne čas, který se opět snažila pacientka v průběhu terapií překonávat. Tuto hru lze navolit s různými zvířaty, s penězi a v různých prostředích, což vždy záviselo na preferenci probandky. Já jsem nastavovala obtížnost úměrně zlepšujícím se dovednostem (délka chodníků, počet předmětů pro sběr).

BWS jsem zezáčátku nastavila na 70 % tělesné hmotnosti a postupně snižovala až na 50 %. Probandka chodila průměrnou rychlostí 1,7 km/h a pro udržení kvality chůze a pozornosti jsme se ji nesnažily navyšovat. První terapii probandka chodila v Lokomatu 35 minut, postupně jsme se dostaly na průměrných 40 minut. Průměrně nachodila 970 m za terapii. Díky zlepšujícím se dovednostem klientky navyšovala počet odehraných her. Začínala na 3 hrách za jednotku, poslední terapii zvládla her 7.

5.1.2 Proband 2

5.1.2.1 Vstupní vyšetření

Anamnéza byla získána od matky vzhledem k věku probandky (7 let) a kognitivnímu deficitu. Její diagnózou je Rasmussenova encefalita

s postižením pravé hemisféry, středně těžká levostranná hemiparéza, těžká epilepsie. RA: bezvýznamná, OA: 2. těhotenství bpn, porod spontánní záhlavím v termínu, AS 10-10-10, PH 3 430 g, novorozenecký ikterus 0, kříšení 0, kojena 4 měsíce, očkována dle kalendáře. AA: bezvýznamná, FA: Briviac a Zebimix. SA: bydlí s rodiči a starším bratrem, chodí do speciální základní školy. Objektivně je pozitivně laděna a na terapii se těší, komunikuje, někdy výpadky krátkodobé paměti, ADL s dopomcí (oblékání, jídlo, kontinence).

Pacientka zaujímá Wernicke-Mannovo držení. LHK není zahrnuta do body schématu, je držena v semiflexi a pronaci v loketním kloubu, akrum je až plegické držené v semiflexi, palec je sevřen v pěsti. Na noc nosí návlek z pevné tkaniny působící proti flekčnímu držení LHK. Hlava je v předsunutém držení s úklonem vlevo, trup v lateroflexi vpravo, kyfotické držení trupu. Pánev je v anteverzi a elevována vpravo. LDK je paretická držena ve vnitřní rotaci v kyčelním kloubu. Kolenní kloub je v zatížení v semiflexi. Akrum je v plantární flexi a inverzi. Přesné goniometrické údaje LDK byly měřeny aktivně a jsou zpracovány formou tabulky v Příloze 3, PDK je bpn. Značné potíže s rovnováhou již v pozici Romberg II. U Trendelenburgovy-Duschenovy zkoušky při pokusu o zvednutí PDK padá, LDK zvedne do 90 stupňů a vydrží 5 s za současného laterálního posunu pánve ve směru stojné končetiny.

Chůze je značně limitována hemiparézou, úplně chybí pohyb HKK a dochází při ní k cirkumdukci. Time Up And Go Test klientka ušla za 27 s, o zúžené bázi nezvládla, po měkkém povrchu za 37 s, pozpátku za 45 s, s elevací HKK nezvládla, se současným kognitivním úkolem za 33 s, po špičkách za 32 s, po patách nezvládla. Pediatric Balance Test absolvovala s dosaženými 18 body, jednotlivé komponenty testu jsou zpracovány v Příloze 2.

Zkoušku současného posazení se se zkříženýma rukama nesvede. Taxe vpravo přesná zkouškou prst – nos i pata – koleno, vlevo dochází

k přestřelování v obou případech. PJP i PJI pozitivní I. sin. Na patellární reflex reaguje hypersenzitivně, z primitivních reflexů nepřetrvává žádný.

5.1.2.2 Průběh terapie

První den došlo k seznámení se s přístrojem. Vzhledem k výraznému nepohodlí pacientky ve visu ji bylo zapotřebí velmi rychle zapnout do přístroje, aby nedošlo k útlaku v oblasti třísla. Probandka má znatelný problém s dorziflexí levého hlezna a bylo potřeba ji v tomto pohybu namotivovat, aby ji nezakopávala špička a zároveň aby došlo k co nejlepšímu možnému odvinu. Ve virtuálním prostředí tento pohyb nelze využít k pohybu avatara, jelikož oblast hlezna je pasivně přitahována jen díky návleku. Proto jsem vzala míč, držela ho u její LDK a vyzývala, aby v představě kopala do míče. Tato hra pomohla k pochopení chtěného pohybu, uvolnila napnutou atmosféru z nového prostředí a činnosti.

S ohlednutím na kognitivní deficit jsem zvolila k pohybu avatara FLX v kyčelním kloubu jakožto nejintuitivnější možnost a začaly jsme rovným chodníkem. K pochopení hry jsem zvolila vizuální výstup na obrazovce nad terapeutickou jednotkou. Ve chvíli, kdy probandka zabírá bilat. symetricky, se objeví na obrazovce smějící se smajlík. V opačném případě se ukáže mračící se smajlík. Tato vizuální zpětná vazba pacientce velmi pomohla v pochopení principu ovládání avatara, čímž jsme mohly zařadit složitější hry.

Klientka si vybírala herní prostředí i předměty ke sběru, bylo ji však těžké hrou zaujmout a udržet její pozornost. Proto jsem nastavovala co nejnižší počet předmětů ke sběru, abychom mohly herní prostředí často střídat. Motivace v překonávání dřívějšího skóre nefungovala. Ve chvílích, kdy jsem na probandce viděla již úplnou ztrátu zájmu, jsem volila rovný chodník a učila jsem ji básničky. Tím jsme zároveň trénovaly krátkodobou paměť, s kterou má probandka potíže.

BWS bylo nastaveno na 50 % její tělesné hmotnosti, průměrně chodila 1,4 km/h, průměrně strávila v Lokomatu 35 minut a ušla vždy kolem 840 m.

5.2 Skupina ReoAmbulator

Terapie na přístroji ReoAmbulator probandi absolvovali v robotické laboratoři Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT. Oba probandi chodili 2x až 3x týdně, dohromady 20 dní. U Probanda 4 bohužel došlo kvůli poruše přístroje k dvoutříměsíční pauze. Ve snaze zachovat stejné testovací podmínky jako u skupiny Lokomat bylo s pacienty vždy pracováno hodinu čistého času, i když prostory fakulty by dovolovaly i více. V rámci první RAR se nastavil profil pacienta, zadány jeho antropometrické údaje a nastaven úvaz. Vstupní a výstupní vyšetření byla provedena nad rámec těchto časových oken.

5.2.1 Proband 3

5.2.1.1 Vstupní vyšetření

Anamnéza byla získána od babičky vzhledem k věku (13 let) probanda. Během terapií byla doplněna přímým rozhovorem s pacientem. Jde o chlapce s atypickým autismem a ADHD, u něhož se předpokládá neurosvalové onemocnění, ale doposud nedošlo k přesné diagnostice. Klinickým projevem suspektního neurosvalového onemocnění je neúplná paraparéza DKK. RA: matka náhle zemřela, bratr jeví také projevy autistického spektra, má problémy s řečí. OA: narozen ve 37. týdnu těhotenství, protražovaný porod, PMV zpomalen, chůze v 16 měsících pouze po špičkách, opožděn vývoj řeči. AA: bezvýznamná, FA: Abilify, Stratera, Medorispar. SA: bydlí s babičkou a bratrem, chodí do logopedické třídy s asistentem. Objektivně spolupracuje a po důkladném vysvětlení, co bude terapie obnášet, se těší.

Převažuje stoj na špičkách, až po výzvě je snaha o kontakt celých chodidel. Zvýšená klenba nožní více l.sin., výrazně zkrácené Achillovy šlachy více l.sin, valgozita hlezen, hypertrofie lýtek, zkrácené hamstringy, rotovaná pánev v anteverzi. Goniometrické zhodnocení hybnosti DKK přikládám do Přílohy 4, nejsignifikantnější je omezení dorzální flexe obou hlezen. Romberg III bez větších potíží, u Trendelneburgovy-Duschennovy zkoušky flektuje DKK bilat. symetricky, vždy však dojde k výraznému laterálnímu posunu pánve.

Chodí po špičkách, po výzvě se snaží o kontakt celého chodidla. Při kroku dochází nejdříve ke kontaktu špičky, pak až k pokusu o dotyku paty. Chůze vykazuje známky cirkumdukčního mechanismu a postrádá fyziologický pohyb HKK. Time Up And Go Test proband absolvoval za 20 s, v modifikaci se zúženou bazí za 24 s, po měkkém povrchu za 29 s, pozpátku za 35 s, s elevací HKK za 25 s, se současným kognitivním úkolem za 23 s, po patách nezvládl a po špičkách za 15 s. V testu Pedatric Balance Scale dosáhl 51 bodů, celý záznam s rozepsanými dílčími úkoly přikládám do Přílohy 2.

Při cerebelárních testech taxe a posazení se se zkříženýma rukama neměl proband s provedením problém. PJI zvýšeny bilat., PJP negativní. Myotatické reflexy jsou výbavné bilat. symetricky v normě, primitivní reflexy nevýbavné.

5.2.1.2 Průběh terapie

Vzhledem k poruše autistického spektra bylo pro klienta velmi důležité se nejprve podrobně seznámit se strukturou terapie a s přístrojem samotným. V robotické laboratoři bylo v den první terapie dost dalších probíhajících konzultací. Proto jsme si vše nejdříve vysvětlili v klidu na chodbě a ukázala jsem probandovi fotky ReoAmbulatoru. Po shlédnutí ukázek statistik a virtuálních her se pro lokomoční trénink nadchnul. Mohli jsme tedy přejít k přístroji samotnému.

Vzhledem k drobným proporcím jsem nejdříve měla strach, že bude probandovi postroj velký. Neměla jsem totiž k dispozici pediatrický set od ReoAmbulatoru, který by zahrnoval menší sedák. Tyto obavy se však nenaplnily a utažený na maximum probandovi pasoval dobře.

Po prvním seznámení se s chůzí na páse a shlédnutí jednoduchých grafů ukazující symetrii kroku a aktuální rychlost jsem navolila první virtuální prostředí. Pro začátek jsem zvolila jednoduchý sběr kruhů, pacient si vybral mužského avatara a lesní prostředí. Kruhy se sbírají pomocí HKK, které snímá kamera nad čelní obrazovkou. Za žluté kruhy se připisují body, za červené se naopak body odečítají. Další hrou, kterou proband vyzkoušel, byla sběr vybraných předmětů vyobrazených na množině v rohu herní obrazovky. Je tedy již potřeba přesnější taxy a většího kognitivního úsudku. Klient s ní však neměl problém a rychle ji zvládal. Nejvyšší kognitivní nároky má varianta hry s nutností memorovat si množinu vybraných předmětů a až po zmizení předlohy pochytat správné. Ta byla pro probanda nejtěžší, ale s občasnou chybou zvládnutelná s velkým benefitem trénování krátkodobé paměti.

Obecně byl chlapec velmi motivovaný zlepšovat skóre, moc se mu líbily grafy po ukončení terapie na terapeutické jednotce. Sledoval zejména průměrnou rychlost, ušlou vzdálenost a celkový čas strávený chůzí. Snahu neustále navyšovat ve zmíněných bodech jsem ke konci terapií již musela mírnit, jelikož by začala převažovat kvantita nad kvalitou provedení.

Začínal na rychlosti 0,8 km/h, po 20 dnech tréninku se dostal až na 2,8 km/h, z 26 minut chůze se dostal na 55 minut, z 350 metrů bylo na konci 2,5 kilometrů. Celkem nachodil 33 kilometrů a strávil na páse téměř 16 hodin.

5.2.2 Proband 4

5.2.2.1 Vstupní vyšetření

Anamnéza byla získána rozhovorem s matkou i probandkou zároveň. Jde o 13ti letou dívku s rhomboencefalomyelitidou autoimunitní etiologie. RA: bezvýznamná, OA: 1. těhotenství, porod bez komplikací, PH 3 250 g, PMV v normě, od léta 2018 zhoršená artikulace, potíže s rovnováhou. FA: Imuran, Medrol, Helicid, Milagmma. AA: bezvýznamná. SA: bydlí s rodiči a mladší sestrou, chodí do klasické ZŠ, před onemocněním navštěvovala sportovní třídu a pro udržení sociálních kontaktů navštěvuje stále i přes nemožnost sportovat v rozsahu osnov, chodí na lukostřelbu a procházky se psem. Objektivně spolupracuje jen díky vlivu matky, sama svůj stav podhodnocuje a tvrdí, že rehabilitovat není třeba.

Stoj je nejistý s titubacemi o širší bázi, pes excavatus l.dx., hyperextenze kolenních kloubů, pánev je v anteverzi, ramena v protrakci, hlava předsunutá. Goniometrické hodnoty jsou bpn. Romberg II nestabilní, při Romberg III padá nazad. U Trendelenburgovy-Duschenovy zkoušky vydrží s flektovanou DK v řádu sekund se značnou nestabilitou stojné končetiny i laterálního korzetu pánve.

Chůze je ataktická s nestejnou délkou kroku, s nepravidelným rytmem. Time Up And Go Test klientka absolvovala za 15 s, v modifikaci se zúženou bazí za 13 s, po měkkém povrchu za 20 s, pozpátku za 24 s, s elevací HKK za 17 s, s kognitivním úkolem za 15 s, po patách za 23 s, po špičkách za 19 s. V testu Pediatric Balance Scale dosáhla 38 bodů, rozepsané jednotlivé úkoly jsou v Příloze 2.

Test posazení se se zkříženýma rukama má pacientka pozitivní, zkoušku taxie taktéž, horší l.sin. Z PJI je pozitivní Babinský bilat., flekční jsou negativní.

Mingazzini pozitivní bilat. symetricky. Myotatické reflexy jsou nevýbavné, primitivní také.

5.2.2.2 Průběh terapie

První den došlo k seznámení se s přístrojem, kde byla přítomna i matka klientky. Tento fakt velmi ovlivňoval celkový přístup probandky k terapii. Sice dělala vše, co se od ní očekávalo, ale bez jakéhokoliv zaujetí či aktivní participace. Nevalná motivace k terapii velmi ovlivňovala tréninky. Dle jejích slov totiž její stav není natolik tíživý, aby musela tak často rehabilitovat. K lehkému zlepšení došlo, když pacientka začala docházet bez matky, ale stejně vždy záleželo na její aktuální náladě. Největšího zaujetí pro RAR jsem dosáhla, když jsem pacientce dovolila s sebou vzít její kamarádku. Ta se velmi zajímala o benefity lokomočního tréninku a tím motivovala léčící se přítelkyni. Zároveň jsem díky jejich rozhovoru načerpala nová témata, která probandku zajímají, a nasbírala pár dalších důležitých bodů do anamnézy.

Terapie byla zaměřena na zlepšení stability, zpravidelnění kroku a zpevnění laterálního korzetu pánve. Právě stabilita je dle slov matky nejvíce limitující co do samostatnosti léčené.

Klientka si vybrala ženského avatara a začala sběrem kruhů, hrou popsanou již výše. Obecně neměla problém ani se sběrem předmětů z množiny, ani se sběrem po paměti. Vzhledem ale k vysokému intelektu a nepotřebě trénovat krátkodobou paměť zůstala většinu terapií u kruhů.

Po 11. terapii došlo k poruše přístroje a vadná součástka se musela dovézt z Izraele, proto jsme nemohly dva měsíce pokračovat. 12. terapie byla touto pauzou ovlivněna. Od 13. ale pacientka navázala, kde před přerušením skončila.

Probandka začínala na rychlosti 0,7 km/h, v den 11. terapie byla již na 2,4 km/h, v den 12. jednotky jsem rychlost snížila na 1,9 km/h, od 13. již opět

pokračovala na 2,4 km/h do konce. Po prvním tréninku měla nachozených pouhých 200 m, po 20 dnech 1 800 m, v průměru 1 472 m. Průměrně léčená strávila chůzí na páse 45 minut.

6 VÝSLEDKY

6.1 Proband 1

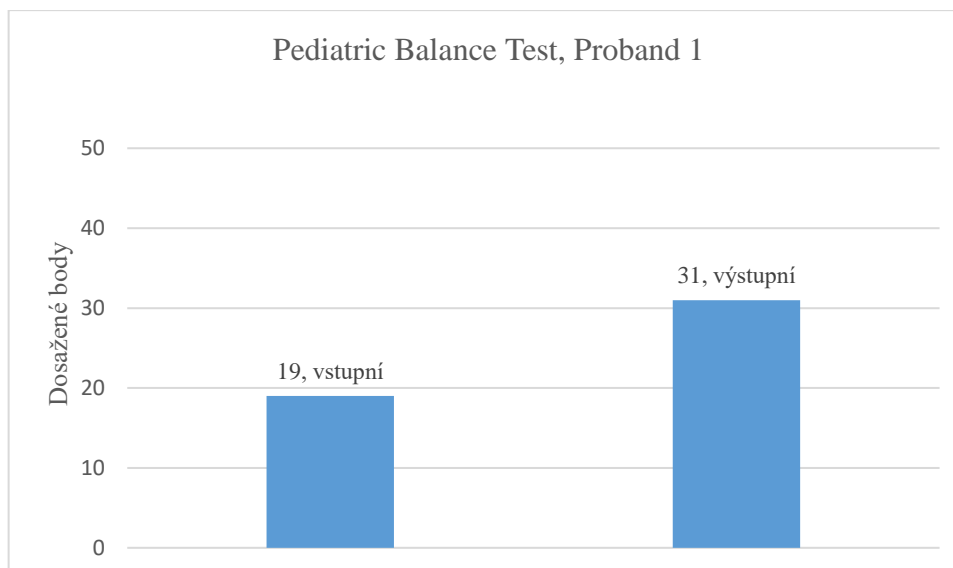
Stoj je stabilnější, Romberg II ale zůstává s titubacemi, Trendelenburgova-Duschenova zkouška zůstává pozitivní. Došlo k protažení ischiokrurálního svalstva, čímž se napřímil trup. Rekurvace kolenních kloubů přetrvává.

Po 20 tréninkových dnech na Lokomatu je pacientka schopna chodit již bez opory o bratrův kočárek i na delší vzdálenosti. Matka udává větší samostatnost léčené. Krok již začíná kontaktem paty a až následně dochází k dotyku chodidla a špičky, stále chybí fyziologický kontra pohyb HKK. Báze zůstává široká. V Tabulce 1 je přesně zpracován Time Up And Go Test s modifikacemi. Došlo ke zlepšení ve čtyřech bodech z osmi. V Grafu 1 je znázorněno zlepšení stability, podrobně jsou jednotlivé úkoly rozebrány v Příloze 2.

Neurologické vyšetření je bez rozdílu.

Tabulka 1 – Time Up And Go Test, Proband 1

ÚKOL	Proband 1, vstupní	Proband 1, výstupní
klasická chůze	30 s	26 s
zúžená báze	nezvládla	nezvládla
po měkkém povrchu	40 s	37 s
pozpátku	nezvládla	nezvládla
s elevací HKK	35 s	30 s
s kognitivním úkolem	27 s	23 s
po patách	nezvládla	nezvládla
po špičkách	nezvládla	nezvládla



Graf 1 – Pediatric Balance Scale, Proband 1

6.2 Proband 2

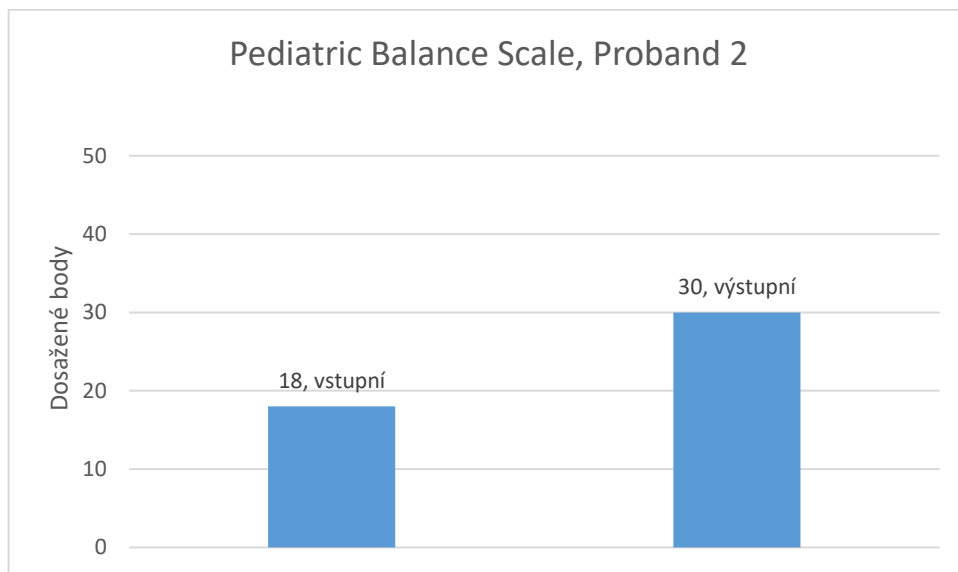
Díky RAR došlo ke zlepšení hybnosti hlezna do everze a do dorziflexe, v zatížení nastalo nulové postavení kolenního kloubu a kyčelní kloub se dostal z vnitřní rotace do středního postavení. Přesné goniometrické údaje jsou v Příloze 3. Romberg II již bez obtíží zvládne, Romberg III neprovede. Trendelenburgova-Duschenova zkouška zůstala beze změny.

Díky zlepšení hybnosti LDK došlo ke zlepšení stereotypu chůze, již není patrný cirkumdukční mechanismus. Je patrna snaha o iniciální kontakt levé paty a následný odvin hlezna. Pohyb HKK stále chybí. V testu Time Up And Go Test došlo ke zlepšení ve čtyřech z osmi úkolů, jak ukazuje Tabulka 2. Zlepšení stability dokázané Pediatric Balance Scale testem znázorňuje Graf 2.

Taxe pata – koleno vpravo již přesná. Mingazzini zůstal pozitivní, zlepšení došlo u zkoušky Barrého – pozitivní je až Barré II. Ostatní vyšetření jsou beze změny.

Tabulka 2 – Time Up And Go Test, Proband 2

ÚKOL	Proband 2, vstupní	Proband 2, výstupní
klasická chůze	27 s	25
zúžená báze	nezvládla	nezvládla
po měkkém povrchu	37 s	34
pozpátku	45 s	44
s elevací HKK	nezvládla	nezvládla
s kognitivním úkolem	33 s	30
po patách	nezvládla	nezvládla
po špičkách	32 s	32 s



Graf 2 – Pediatric Balance Scale, Proband 2

6.3 Proband 3

U Probanda 3 došlo k výraznému protažení Achillových šlach, díky čemuž se uvolnil celý stoj a pacient se již dotýká oběma chodidly podložky. Zároveň došlo k protažení hamstringů. Goniometrická data přikládám do Přílohy 4. U Tredelenburgovy-Duschenovy zkoušky dochází k menšímu laterálnímu posunu pánve.

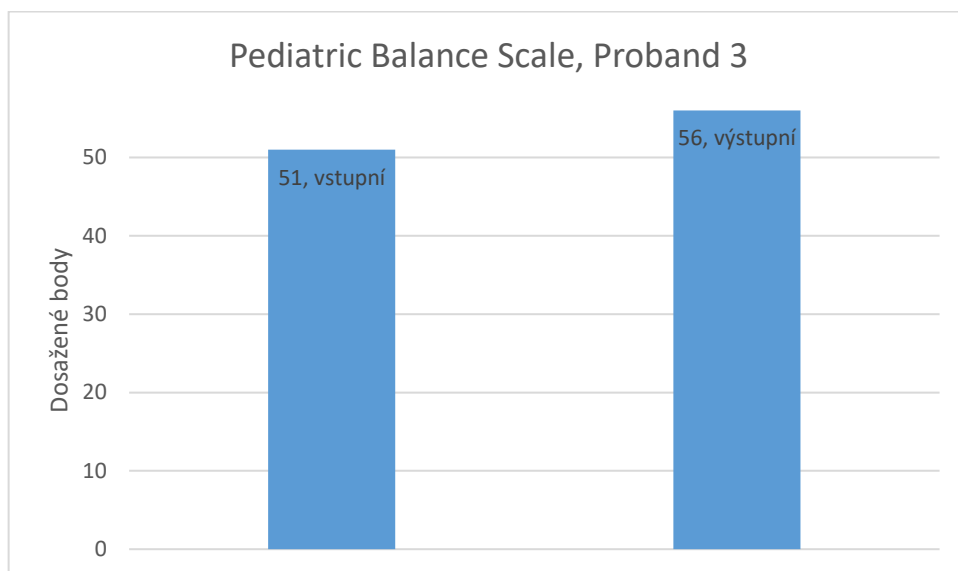
Při chůzi již dochází k odvinu hlezna s iniciálním kontaktem paty. Do chůzového stereotypu jsou již zapojeny i HKK, nedochází k cirkumdukčnímu mechanismu. Dle babičky léčeného došlo k velkému

zlepšení chůze v terénu, později se unaví a ujde delší vzdálenost. Pacient subjektivně sám udává zlepšení. Dle Tabulky 3 je zřejmé zlepšení ve všech dílčích úkolech testovací baterie. Graf 3 znázorňuje probandovu stabilitu, která byla testována Pediatric Balance Scale testem. Klient dosáhl po ukončení terapií plného počtu bodů.

Neurologické vyšetření je bez změny.

Tabulka 3 – Time Up And Go Test, Proband 3

ÚKOL	Proband 3, vstupní	Proband 3, výstupní
klasická chůze	20 s	17 s
zúžená báze	24 s	23 s
po měkkém povrchu	29 s	25 s
pozpátku	35 s	32 s
s elevací HKK	25 s	21 s
s kognitivním úkolem	23 s	20 s
po patách	nezvládl	40 s
po špičkách	15 s	13 s



Graf 3 – Pediatric Balance Scale, Proband 3

6.4 Proband 4

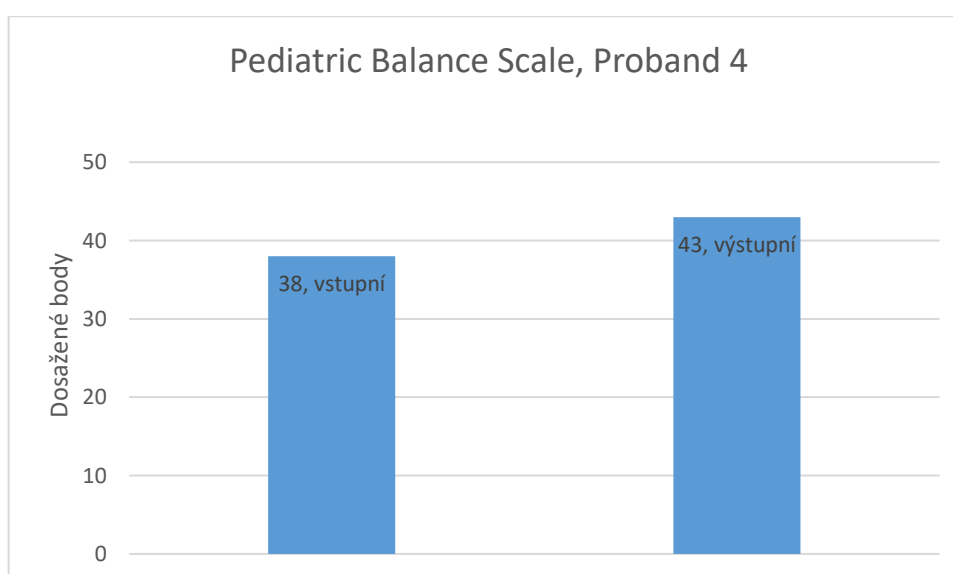
Stoj je stále o širší bázi s titubacemi, Romberg II s potížemi, kolena v jsou v hyperextenzi. Ke zlepšení došlo u Trendelenburgovy-Duschenovy zkoušky. Stojná končetina je značně stabilnější a vychýlení pánve je menší.

Při snaze jsou kroky při chůzi pravidelné, stále o širší bázi, ale stejně dlouhé. Při únavě jsou ataktické rysy stále patrné. Výsledky testu Time Up And Go Test jsou zaznamenány v Tabulce 4. Došlo ke zlepšení šesti dílčích úkolů. Graf 4 zaznamenává vývoj stability léčené, podrobný záznam je v Příloze 2.

U zkoušky taxe pata-koleno nastalo zlepšení, PJP jsou již negativní.

Tabulka 4 – Time Up And Go Test, Proband 4

ÚKOL	Proband 4 Z	Proband 4 K
klasická chůze	15 s	12 s
zúžená báze	13 s	10 s
po měkkém povrchu	20 s	17 s
pozpátku	24 s	24 s
s elevací HKK	17 s	16 s
s kognitivním úkolem	15 s	11 s
po patách	23 s	21 s
po špičkách	19 s	19 s



Graf 4 – Pediatric Balance Scale, Proband 4

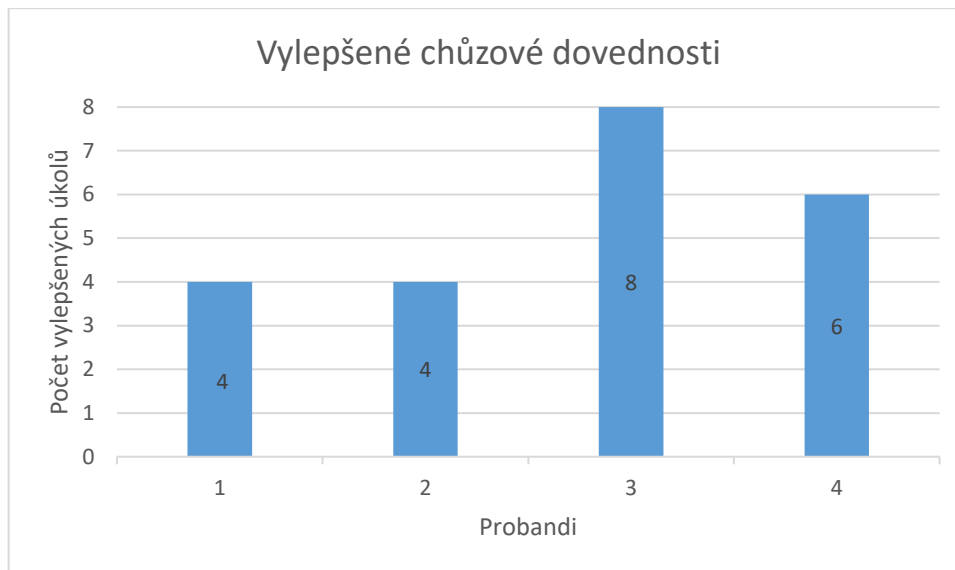
6.5 Celkové shrnutí výsledků

Po absolvované RAR nastalo zlepšení chůze i stability u všech probandů. Subjektivně všichni zákonní zástupci hodnotí pozitivně dopad zlepšených lokomočních funkcí na kvalitu života jejich dětí. Zvýšila se jejich samostatnost v rámci společenského prostředí, kde se normálně vyskytují (domov, škola, zájmová činnost). Zlepšilo se i jejich sebevědomí a tím i postavení v rámci jejich sociálního kruhu.

Tabulka 5 znázorňuje vstupní a výstupní hodnoty Time Up And Go Testu s mnou vytvořenými modifikacemi. Popisuje vývoj časů všech čtyřech léčených před zahájením a po skončení lokomočního tréninku.

Tabulka 5 – Time Up And Go Test, Proband 1–4

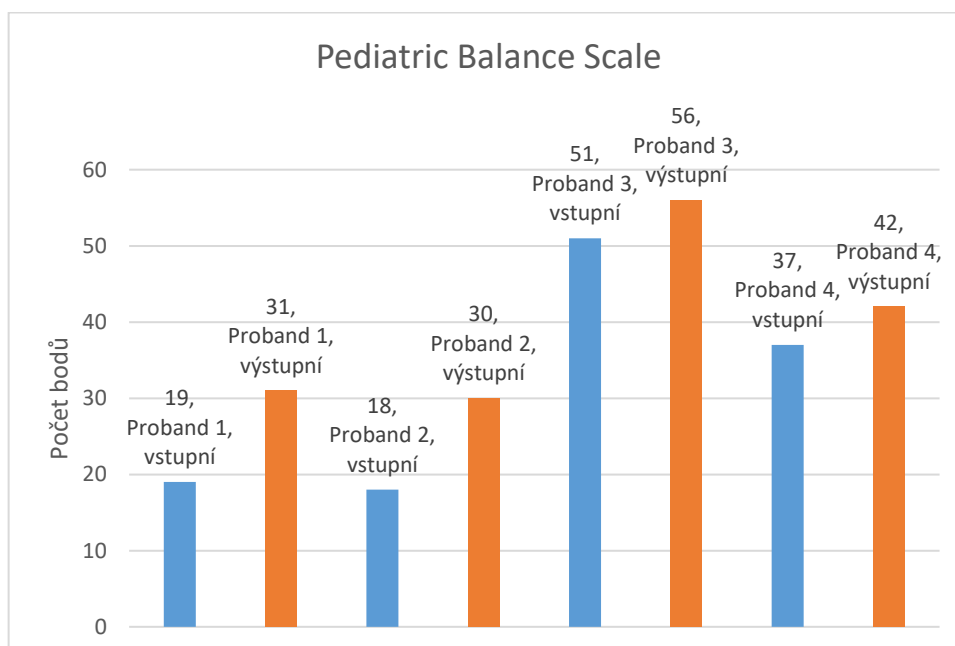
ÚKOL	Proband 1, vstupní	Proband 1, výstupní	Proband 2, vstupní	Proband 2, výstupní	Proband 3, vstupní	Proband 3, výstupní	Proband 4, vstupní	Proband 4, výstupní
klasická chůze	30 s	26 s	27 s	25 s	20 s	17 s	15 s	12 s
zúžená báze	nezvládla	nezvládla	nezvládla	nezvládla	24 s	23 s	13 s	10 s
po měkkém povrchu	40 s	37 s	37 s	34 s	29 s	25 s	20 s	17 s
pozpátku	nezvládla	nezvládla	45 s	44 s	35 s	32 s	24 s	24 s
s elevací HKK	35 s	30 s	nezvládla	nezvládla	25 s	21 s	17 s	16 s
s kognitivním úkolem	27 s	23 s	33 s	30 s	23 s	20 s	15 s	11 s
po patách	nezvládla	nezvládla	nezvládla	nezvládla	nezvládl	40 s	23 s	21 s
po špičkách	nezvládla	nezvládla	32 s	32 s	15 s	13 s	19 s	19 s



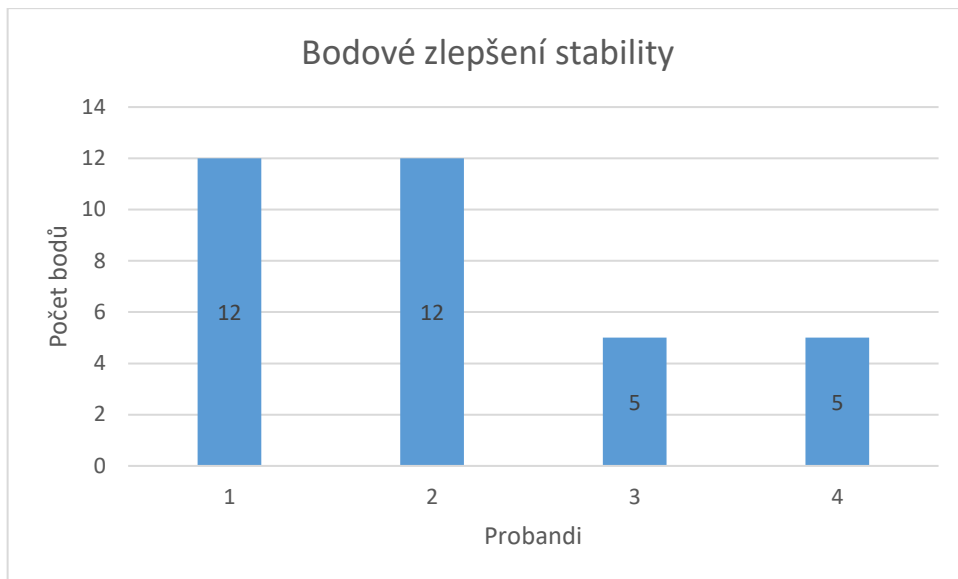
Graf 5 – Vylepšené chůzové dovednosti

Graf 5 znázorňuje počet zlepšených chůzových dovedností Time Up And Go Testu. V kapitole 4.2.3 je vypsáno všech osm modifikací, které jsem do testovací baterie zařadila, s odůvodněním proč.

Graf 6 znázorňuje vstupní a výstupní bodové hodnocení stability dle Pediatric Balance Scale všech probandů. Jasně z něj vyplývá, že ke zlepšení došlo u všech. Graf 7 znázorňuje bodový rozdíl mezi vstupním a výstupním vyšetřením.



Graf 6 – Pediatric Balance Scale, porovnání vstupních a výstupních hodnot



Graf 7 – Pediatric Balance Scale, bodové zlepšení probandů

7 DISKUZE

Hlavním důvodem pro výběr tématu mé BP bylo propojení moderní robotické rehabilitace jako velmi dynamicky se rozvíjející možnost v léčbě neurologických onemocnění. V léčbě pediatrických pacientů je alfou a omegou udržet terapii zajímavou pro zachování jejich pozornosti. Jakmile nastane situace, že pacient ztrácí motivaci, není efektivně dosahováno terapeutických cílů. To může být při konvenční terapii oříšek vzhledem k tomu, že neurologicky nemocné děti většinou bývají léčeny dlouhodobě. RAR je pestrá a atraktivní, nabízí nové možnosti.

Při zpracování teoretické části mé práce, konkrétně části věnované současnému stavu roboticky asistovaného lokomočního tréninku, jsem většinu informací a dat čerpala z odborných článků a studií, ať už šlo o její princip, klasifikaci či příklady robotických zařízení. Majoritní část všech článků a studií se věnuje dospělým pacientům po CMP či se spinální lézí. Jen zlomek z nich je věnován pediatrické problematice, kde dominuje diagnóza dětské mozkové obrny.

Pediatričtí pacienti se se svým neurologickým znevýhodněním buď narodí (DMO, vzácné genetické syndromy apod.) či vznikne později infarktem během vývoje (encefalitidy, spinální léze apod.). V léčení těchto dvou skupin vidím znatelný rozdíl. Ve chvíli, kdy se již s onemocněním narodí, je zvyklé pracovat s možnostmi, které má. Zároveň je zvyklé již od narození či časného dětství velmi často docházet do zdravotnického prostředí za lékaři nejrozličnějších odborností, fyzioterapeuty, ergoterapeuty, sociálními pracovníky apod. Pravidelné terapie pro něj tedy nejsou nově nastalý jev na rozdíl od druhé skupiny. Tam se může objevit onen značně limitující faktor, kterým je nepřijetí nastalé diagnózy, nové životní situace. Pak dochází k negativnímu postoji

k léčbě. To vše pod podmínkou dostatečného kognitivního nadhledu a uvědomování si sebe sama.

Mnou složený soubor byl záměrně značně rozmanitý pro důkladné zhodnocení obou přístrojů. Pracovala jsem se třemi dívkami a jedním chlapcem, jejichž společným znakem byla porucha chůze neurologické etiologie. Probandi 1 a 3 se se svým znevýhodněním potýkají již od narození či od útlého dětství. S léčbou byli naprosto srovnáni a kvitovali změnu v podobě robotiky, která terapii ozvláštnila. Probandky 2 a 4 se vyvíjely fyziologicky, chodily do běžných školek a základních škol, chodily na zájmové aktivity. Pak ale došlo k inzultu a rázem se jim svět otočil. Probandce 3 bylo toho času 7 let, avšak její kognice nedosahovala takové úrovně, aby si byla schopna uvědomit své znevýhodnění. U Probandky 4 bylo nepřijetí onemocnění v kombinaci s pubertou velmi omezující a troufnu si tvrdit, že pokud by byla léčená motivovaná, dosáhla by lepších výsledků.

Skupina Lokomat (Proband 1 a 2) podstupovala lokomoční trénink v Neurorehabilitační klinice Axon 4 týdny. Absolvovali 20 tréninkových dnů. Klinika Axon je soukromá, proto za ni museli probandi zaplatit. Cenu RAR vidím jako značnou limitaci. Nejde o levnou záležitost a mnoho pacientů si ji nemůže dovolit.

Skupina ReoAmbulator (Proband 3 a 4) podstupovala terapii v Laboratoři robotické rehabilitace Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT. Absolvovali 20 terapií s frekvencí 2–3x týdně vzhledem k časovým možnostem probandů a vytíženosti přístroje. U Probanda 4 došlo kvůli poruše k dočasnému přerušení tréninku. Tato léčba byla pro léčené v rámci mé bakalářské práce zdarma.

Kdybych pominula fakt, že první pracoviště, kde probíhal sběr dat, je soukromé a mohla bych ovlivnit rozložení pacientů do testovacích skupin, Probanda 2, hemiparetickou mladou dívku, bych co se pohybových dovedností týče, zařadila do skupiny ReoAmbulator. U toho se virtuální prostředí ovládá

horními končetinami. Mohly bychom se díky tomu pokusit o zařazení levé horní končetiny do tělesného schématu. Lokomat nabízí ovládání her pouze dolními končetinami, navíc ne úplně intuitivně. Dle mé zkušenosti byla pro pohyb avatara nejjednodušší k pochopení flexe v kyčelním kloubu, tedy švihová fáze kroku. Proto jsem s oběma klientkami využívala tuto možnost i přes fakt, že pro vylepšení stereotypu chůze by bylo s výhodou facilitovat extenzorové skupiny dolních končetin.

Probandy bych si dovolila rozdělit na mladší školní věk (Skupina Lokomat) a starší školní věk (Skupina ReoAmbulator). Toto rozdělení nebylo před zahájením sběru dat účelné, ale vyplynulo přirozeně a ukázalo se jako šťastně zvolené vzhledem ke zpracování přístrojů. S přihlédnutím na odlišné zájmy věkových skupin se liší i zaujetí pro hru. Lokomat nabízí kromě obyčejného rovného a klikatého chodníku jednoduchý sběr peněz či zvířat. Právě sběr kachen, krav, koňů či psů v jednoduše zpracovaných prostředích odpovídá dle mého názoru mladší věkové skupině. Z tohoto pohledu bych Probandku 2 ponechala ve Skupině Lokomat. Grafické zpracování neosloví náročnější konzumenty. V tomto aspektu podle mě vede ReoAmbulator. Klient se může procházet po ulicích realisticky vykresleného Říma, po řecké riviéře s typicky modrobílými fasádami či po lese. Tento aspekt ocenila jinak velmi obtížně motivovatelná Probandka 4, která se tak díky terapii mohla dostat ve vzpomínkách do letních prázdnin strávených v Itálii. Současně rozhraní ReoAmbulatrou nabízí kromě jednoduchého sběru kruhů i sofistikovanější hry podněcující zapojení kognice. Na výběr je sběr předmětů z větší množiny podle výběru vykresleného v rohu herní obrazovky. Těžší varianta podněcuje trénink krátkodobé paměti. Množina vybraných předmětů totiž po chvíli zmizí, klient si je musí zapamatovat a správně vybrat. Mladší či kognitivně nedostatečně zralé klienty by naopak sběr kruhů nemusel dlouhodobě bavit.

Velkou motivací pro Probanda 3 byly sofistikované statistiky a grafy, které zpracovává ReoAmbulator na terapeutické obrazovce. Jsou názorné, díky čemuž byly i pro léčeného pochopitelné. Zajímavé však pro něj byly i díky tomu, že se jednalo již o 13letého chlapce s normálním intelektem. Lokomat takto názorné statistiky nezpracovává. Zato lze navolit jednoduchou zpětnou vazbu zapojení navoleného pohybu formou směřícího se a mračícího se smajlíka nad terapeutickou jednotkou. Tuto názornou formu motivace hodnotím u probandů mladšího školního věku jako nápomocnou.

Obecně bych tedy řekla, že skupina probandů byla rozdělena vhodně vzhledem k věku. Lokomat bych příště opět volila pro klienty mladšího školního věku, ReoAmbulator pro pacienty staršího školního věku.

Z kapitoly 6 je zřejmé, že u všech probandů došlo ke zlepšení lokomočních funkcí i stability. Testování chůze jsem obsáhla Time Up And Go Testem s modifikacemi k zahrnutí co nejširší škály chůzových dovedností. K testování stability jsem využila Pediatric Balance Scale. Většina studií hodnotící vliv roboticky asistovaného lokomočního tréninku u pediatrických pacientů využívá hodnocení Gross Motor Function Measure (GMFM). Tento test jsem nezvolila vzhledem k tomu, že jde o placenou testovací baterii primárně určenou pro pacienty s DMO a zároveň se sestává z 66 či 88 testovacích úkolů, což by bylo velmi časově náročné. V budoucnu by bylo ale zajímavé využít právě tento obsáhlý test a navázat tak na mou práci.

Velmi zajímavým bodem celé problematiky je vliv virtuální reality na výsledky roboticky asistovaného lokomočního tréninku. Většina studií zabývajících se tímto tématem se specializací na pediatrii pochází od vědecké skupiny Pediatric Rehab Research Group ze švýcarského rehabilitačního centra v Affoltern am Albis. Všechny mnou citované práce zabývajících se VR pocházejí od nich.

Brütsch a kolektiv [33] ve své studii došli k závěru, že VR má bezprostřední vliv na motorický výstup. Pacient, který je verbálně povzbuzován terapeutem, vykazuje velmi podobnou aktivní participaci jako při hraní hry. Dle jejich výsledků tedy nezáleží na tom, jaká motivace k výkonu probíhá. Důležité je, že je stále nějaká, popřípadě s výhodou obě naráz. Bádání probíhalo na skupině 10 neurologicky nemocných pediatrických pacientech a 8 zdravých, vyhodnocování výsledků probíhalo díky biofeedback sensorům Lokomatu.

Schuler a kolektiv [34] vyhodnocovali VR jakožto motivující prvek terapie pomocí EMG s velmi podobným souborem probandů – skupina zdravých dětí a skupina neurologicky znevýhodněných pacientů. U obou skupin se potvrdila vyšší svalová aktivita při chůzi se současným zapojením se do hry. Zdůrazňují, že by mělo být terapeutovým cílem motivovat klienta k aktivní chůzi.

Ricklin et al [36] zkoumali vliv dual-task tréninku na amplitudy a vzorce svalů dolních končetin. Testování bylo vyvinuto s cílem přiblížit roboticky asistovaný lokomoční trénink co nejvíce běžné chůzi, při které není možné se plně soustředit jen na DKK. Výzkumu se zúčastnilo 20 pacientů ve věku 6 až 18 let s neurologickou poruchou chůze. Ve výzkumu se porovnávalo zapojení DKK při ovládní avatara pouze nohama a ovládní avatara nohama se současným zapojením dominantní HK, ve které pacient držel kouzelnou hůlku a sbíral s ní hvězdy. Z výsledků by se mohlo zdát, že snížení amplitudy dle EMG, že se u probandů aktivita během DT tréninku snížila, ačkoli záměrem bylo zvýšit aktivní podíl chůze v Lokomatu. Navzdory tomu, že některé svaly DKK vykazovaly menší koeficienty, byla svalová aktivita při hře stejná či vyšší než při běžné chůzi v robotických ortézách. Došlo tedy k aktivnější účasti robotické terapie. Naopak hypotéza, která předpokládala změnu i EMG vzorců, musela být zamítnuta. DT trénink měl vliv jen na aktivní participaci léčených, EMG vzorce mezi DT tréninkem a bez DT tréninku vysoce korelovaly a nebyly průkazné. Koncept této studie prolíná principy VR, se kterými jsem měla

možnost pracovat. Ani u jednoho mnou využívaného přístroje, ale nešel využít DT princip, jelikož Lokomat šel ovládat pouze DKK a ReoAmbulator pouze HKK.

Zda se balanční schopnosti zlepšují vlivem roboticky asistovaného lokomočního tréninku zjišťovali také Družbicki a kolektiv [32]. Kritériem pro výběr pediatrických pacientů s DMO byl samostatný stoj. Soubor byl rozdělen na dvě části, kde polovina absolvovala terapii na přístroji Lokomat, druhá polovina podstoupila konvenční terapii. Jako testovací nástroj posloužila stabilometrická plošina. Z výsledků je zřejmé signifikantní zlepšení skupiny Lokomat oproti kontrolní skupině.

Hedel et al [35] uskutečnil obsáhlou retrospektivní studii o 67 pediatrických pacientech s DMO. Zkoumaný soubor zahrnoval děti GMFCS II-IV a RAR byla pouze částí uceleného rehabilitačního programu. Bádání ukázalo nejvýznamnější zlepšení lokomočních funkcí u léčených s GMFCS IV i přes fakt, že za dobu strávenou na přístroji ušli nejmenší vzdálenost. Moji probandi nebyli testováni touto testovací baterií, ale nezaznamenala jsem fakt, že většího zlepšení by dosáhli ti, kteří začínali s terapií s horšími lokomočními a balančními dovednostmi. Zde se však může manifestovat můj nesrovnatelně nižší testovaný soubor daný velmi specifickými kritérii pro výběr klientů. Kolektiv, který zpracoval tuto studii, působí v pediatrických rehabilitačních centrech ve Švýcarsku, odkud Lokomat pochází. Díky tomuto faktu měli k dispozici relativně velký počet pacientů v porovnání s ostatními výzkumy.

Kloboucká et al [37] uskutečnili 12týdenní roboticky asistovaný lokomoční trénink u dvou probandek s kvadruspastickou formou DMO. Léčené byly testovány GMFM a bylo zaznamenáno výrazné zlepšení trupové stabilizace, u jedné z nich i signifikantní zlepšení lokomočních funkcí. Chůze byla hodnocena pomocí 10metrového testu chůze a 6minutového testu chůze. Klientky absolvovaly 42 terapeutických jednotek, kde zpočátku v průměru

chodily do 30 minut, později do 45 minut. BWS začínalo na hodnotě kolem 70 %, ke konci kleslo na 50 % u první testované, na 40 % u druhé. Průměrná rychlost se u první léčené pohybovala od 1,1 do 1,5 km/h, u druhé 1,5 km/h. Tato studie se konceptem a zpracováním velmi podobá mé bakalářské práci. Námí zkoumaný soubor dosahoval velmi podobných hodnot rychlosti, odlehčení tělesné hmotnosti i doby strávené chůzí a u všech došlo ke zlepšení stability i lokomočních funkcí. Tedy i na základě našich výsledků mohu prospěšnost roboticky asistovaného lokomočního tréninku u pediatrických neurologických pacientů s nevhodným stereotypem chůze jen potvrdit.

Otázkou zůstává, zda je dosažení výsledků díky RAR dlouhodobé. Tímto se zabýval Arellano-Martinez et al [38] ve své studii porovnávající 14 pediatrických pacientů náhodně rozdělených do dvou skupin. Polovina absolvovala lokomoční trénink na přístroji Lokomat a druhá polovina trénovala chůzi na subakválním trenážeru. Po skončení rehabilitačního procesu se u skupiny Lokomat prokázala symetrizace kroku, u druhé skupiny nedošlo ke zlepšení. Testování s ročním odstupem dopadlo pro skupinu Lokomat příznivě a potvrdilo stálost výsledků.

Provádění nových výzkumů a studií s pediatrickými pacienty, kterých v České republice prozatím bohužel není mnoho, by mohlo do budoucna pomoci rozšířit používání robotických zařízení pro lokomoční trénink i u nás. RAR by se mohla stát častější doplňkovou metodou konvenční fyzioterapie, či dokonce v některých případech by se mohla stát metodou hlavní.

8 ZÁVĚR

V bakalářské práci byla zpracována problematika roboticky asistovaného lokomočního tréninku, byl rozebrán její princip a zmapovány možnosti trhu. Zároveň byl zjišťován efekt RAR na stabilitu a chůzi u pediatrických neurologických pacientů, jakožto na poměrně specifickou skupinu léčených. K výzkumu byly využity dva přístroje pro asistovaný lokomoční trénink, Lokomat a ReoAmbulator, s cílem popsat a porovnat konkrétní možnosti využití u pediatrických klientů.

Výše popsané výsledky jasně popisují pozitivní vliv na všechny probandy a shodují se zahraničními studiemi. S přihlédnutím na tento fakt by bylo s výhodou častěji zahrnovat RAR do ucelené rehabilitace dětí s neurologickým znevýhodněním. Limitující je zde finanční náročnost, která je nezpochybnitelně vysoká v porovnání s konvenčními metodami. Zároveň je ale nutné si uvědomit, že je naší snahou potencovat co nejaktivnější pacientovu účast při tréninku, multisenzoricky stimulovat k navození co nejvyšší plasticity CNS a zamyslet se nad cíleností terapie s měřitelnými výsledky. To vše stojí terapeuta mnoho sil, což s přihlédnutím na dlouhodobost terapie může být velmi vyčerpávající. Dle mého názoru lze tedy RAR vnímat i jako formu změny, kterou jistě pocítí a ocení jak terapeut, tak i pacient.

Veškeré stanovené cíle práce byly splněny a závěrem mohu poznamenat, že její zpracovávání mě velmi obohatilo jak v osobním, studijním, tak doufejme i v budoucím profesním životě. Poprvé jsem měla možnost kontinuálně a dlouhodobě spolupracovat s pediatrickými neurologickými pacienty. Tato zkušenost mě natolik motivovala, že bych se v budoucnu této problematice ráda věnovala profesně.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AB	abdukce
AD	addukce
ADHD	attention deficit hyperactivity disorder, hyperkinetická porucha
ADL	activities of daily living, běžné denní činnosti
AS	Apgar skóre
bilat.	bilaterální
BP	bakalářská práce
bpn	bez patologického nálezu
BWS	body weight systém
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervový systém
CPGs	centrální generátory pohybových vzorců
DKK	dolní končetiny
DT	dual-task
EMG	elektromyografie
Et al.	a kolektiv
EXT	extenze
FLX	flexe
GMFCS	Gross Motor Function Classification Scale
GMFM	Gross Motor Function Measure
l.dx	lateris dextri

l.sin.	lateris sinistri
LDK	levá dolní končetina
LHK	levá horní končetina
NS	nervová soustava
PBS	Pediatric Balance Scale
PDK	pravá dolní končetina
PH	porodní hmotnost
PHK	pravá horní končetina
PJI	pyramidové jevy iritační
PJP	pyramidové jevy paretické
PMV	psychomotorický vývoj
RAR	roboticky asistovaná rehabilitace
RS	roztroušená skleróza
S	sekunda
Tj.	to jest
Tzv.	takzvaný
VR	vnitřní rotace
ZR	zevní rotace

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] OPAVSKÝ, Jaroslav. Spektrum, trendy a postupy současné neurorehabilitace. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2016, **23**(2), 59-63. ISSN 1211-2658.
- [2] KODADOVÁ, Marie a Jaroslav OPAVSKÝ. Mechanismy a aplikace motorického učení v rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2019, **26**(2), 55-60 [cit. 2020-10-18]. ISSN 1211-2658.
- [3] VAŘEKA, Ivan, Michal BEDNÁŘ a Renata VAŘEKOVÁ. Robotická rehabilitace chůze. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2016, **79**(2.), 168-172. ISSN 1210-7859.
- [4] KROBOT, Alois, Barbora KOLÁŘOVÁ, Petr KOLÁŘ, Bronislava SCHUSTEROVÁ a Jana TOMSOVÁ. Neurorehabilitace chůze po cévní mozkové příhodě. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2017, **80**(5), 521-526 [cit. 2020-11-07]. ISSN 1210-7859. Dostupné z: doi:10.14735/amcsnn2017521
- [5] FRIGON, Alain. Central Pattern Generators of the Mammalian Spinal Cord. *The Neuroscientist* [online]. 2012, **18**(1), 56-69 [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1177/1073858410396101
- [6] KODADOVÁ, Marie a Jaroslav OPAVSKÝ. Mechanismy a aplikace motorického učení v rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2019, **26**(2), 55-60. ISSN 1211-2658.
- [7] KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7762-657-1.
- [8] VÉLE, František. *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha: TRITON, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

- [9] VAŘEKA, Ivan, Miroslav JANURA a Renata VAŘEKOVÁ. Kineziologie chůze. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2018, **25**(2), 81-86 [cit. 2020-11-14]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: researchgate.net/publication/327594975_Kineziologie_chuze
- [10] G-EO System. In: *Madisson* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.madisson.cz/produkt/ge-o-system>
- [11] LokoHelp. In: *Woodway* [online]. Foster Ct. Waukesha, 2020 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.woodway.com/products/loko-help/>
- [12] Float. In: *Medical Engeneering CH* [online]. Rüdlingen, 2020 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.medicalengineering.ch/unsere-medizin-produkte/>
- [13] Andago. In: *Hocoma* [online]. Volketswil, 2020 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.hocoma.com/solutions/andago/>
- [14] Unilexa Home. In: *Mebster* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-11-22]. Dostupné z: <https://mebster.com/unilexa/home>
- [15] PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1135-5.
- [16] ŠVESTKOVÁ, Olga, Yvona ANGEROVÁ, Rastislav DRUGA, Jan PFEIFFER a Jiří VOTAVA. *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-271-0084-2.
- [17] ŽARKOVIĆ, Dragana a Monika ŠORFOVÁ. Neurobiomechanické aspekty roboticky asistované chůze. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2017, **24**(1), 43-49. ISSN 1211-2658.
- [18] LOKOMAT. *Hocoma.com* [online]. [cit. 2021-6-10]. Dostupné z: <https://knowledge.hocoma.com/product/lokomat/>

- [19] SPÁČILOVÁ, Lucie, ed. LOKOMAT – PRVNÍ ZKUŠENOSTI S JEHO VYUŽITÍM PRO REEDUKACI CHŮZE NA SPINÁLNÍ JEDNOTCE FN MOTOL. In: SMÉKAL, David a Josef URBAN. *Sborník abstraktů: I. absolventská konference Katedry fyzioterapie Fakulty tělesné kultury UP*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, s. 45-46. ISBN 80-244-1369-8.
- [20] ReoAmbulator. *Motorika* [online]. [cit. 2021-12-31]. Dostupné z: <https://motorika.com/reoambulator/>
- [21] MOTORIKA a BTL ZDRAVOTNICKÁ TECHNIKA. *ReoAmbulator: Uživatelský manuál*. Praha, 2014.
- [22] AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie*. 6. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-246-1258-5.
- [23] DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
- [24] VOLEMANOVÁ, Marja Annemiek. *Přetroávající primární reflexy: opomíjený faktor problémů učení a chování*. 2. rozšířené vydání. Stenice: INVTS, 2019. ISBN 978-80-907369-0-0
- [25] NAVRÁTIL, Leoš. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory: 2., zcela přepracované a doplněné vydání*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-271-0210-5.
- [26] HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. 3. Brno: NCO NZO, 2011. ISBN 978-80-7013-516-7.
- [27] OPAVSKÝ, Jaroslav. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003. ISBN 80-244-0625-X.
- [28] FRANJOINE, Mary Rose, Joan S GUNTHER a Mary Jane TAYLOR. *Pediatric Balance Scale: A Modified Version of the Berg Balance Scale for the School-Age Child with Mild to Moderate Motor Impairment*. *Pediatric*

- Physical Therapy* [online]. New York, 2003, 2003, **15**(2), 114-128 [cit. 2022-02-07]. Dostupné z: doi:10.1097/01.PEP.0000068117.48023.18
- [29] Time Up And Go. *Shirley Ryan: AbilityLab* [online]. Chicago: AbilityLab, 2022, 2013 [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/timed-and-go>
- [30] OPAVSKÝ, Jaroslav. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003. ISBN 80-244-0625-X.
- [31] VOLEMANOVÁ, Marja Annemiek. *Přetrvávající primární reflexy: opomíjený faktor problémů učení a chování*. 2. rozšířené vydání. Statenice: INVTS, 2019. ISBN 978-80-907369-0-0.
- [32] DRUŽBICKI, Mariusz, Wojciech RUSEK, Magdalena SZCZEPANIK, Joanna DUDEK a Sławomir SNELA. Assessment of the impact of orthotic gait training on balance in children with cerebral palsy. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2010, **12**(2), 53-58.
- [33] BRÜTSCH, Karin, Tabea SCHULER, Alexander KOENIG, Lukas ZIMMERLI a Susan MÉRILLAT. Influence of virtual reality soccer game on walking performance in robotic assisted gait training for children. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2010, **7**(15), 1-9 [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-15>
- [34] SCHULER, Tabea, Karin BRÜTSCH, Roland MÜLLER, Hubertus J.A. van HEDEL a Andreas MEYER-HEIM. Virtual realities as motivational tools for robotic assisted gait training in children: A surface electromyography study. *NeuroRehabilitation*. 2011, **28**(4), 401-411. Dostupné z: doi:10.3233/NRE-2011-0670
- [35] HEDEL, Hubertus J. A. van, Andreas MEYER-HEIM a Christina RUSCH-BOHTZ. Robot-assisted gait training might be beneficial for more severely

- affected children with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*. 2016, **19**(6), 410-415. Dostupné z: doi:10.3109/17518423.2015.1017661
- [36] RICKLIN, Sandra, Andreas MEYER-HEIM a Hubertus J.A. van HEDEL. Dual-task training of children with neuromotor disorders during robot-assisted gait therapy: prerequisites of patients and influence on leg muscle activity. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2018, **15**(82), 12 [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1186/s12984-018-0426-3>
- [37] KLOBUCKÁ, Stanislava, Michal KOVÁČ a Elena ŽIAKOVÁ. Zlepšenie motorických funkcií testovaných GMFM u dvoch pacientov s detskou mozgovou obrnou po absolvovaní roboticky asistovaného lokomočného tréningu. *Neurologie pro praxi*. 2011, **12**(6), 435-442. ISSN 1213-1814.
- [38] ARELLANO-MARTINEZ, Irma Tamara, Gerardo RODRIGUÉZ-REYES, Ivet QUINONES-URIOSTEGUI a Maria Elena ARELLANO-SALDANA. Análisis espacio temporal y hallazgos clínicos de la marcha. Comparación de dos modalidades de tratamiento en niños con parálisis cerebral tipo hemiparesia espástica. Reporte preliminar. *Cir Cir*. 2013, **1**(81), 14-20. ISSN 0009-7411.
- [39] KUČERA, Miroslav, Pavel KOLÁŘ, Ivan DYLEVSKÝ et al., *Dítě, sport a zdraví*, ed. 1, Praha: Galén, 2011, ISBN 978-80-7262-712-7.

11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – GEO System [10]	18
Obrázek 2 – LokoHelp [11]	18
Obrázek 3 – Float [12]	19
Obrázek 4 – Andago [13]	19
Obrázek 5 – Unilexa Home [14].....	20
Obrázek 6 – Lokomat [Zdroj: vlastní]	20
Obrázek 7 – Výběr manžet a sedáků [Zdroj: vlastní].....	22
Obrázek 8 – Probandka hrající hru [Zdroj: vlastní]	23
Obrázek 9 – FreeD Modul [18].....	24
Obrázek 10 – ReoAmbultor [20]	24
Obrázek 11 – Náhled kamery na terapeutické obrazovce [Zdroj: vlastní]	26
Obrázek 12 – Terapeutická obrazovka s ukázkou volby virtuální reality [20]....	26
Obrázek 13 – Analýza chůze a biologická zpětná vazba [20].....	27

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 – Time Up And Go Test, Proband 1.....	48
Tabulka 2 – Time Up And Go Test, Proband 2.....	50
Tabulka 3 – Time Up And Go Test, Proband 3.....	51
Tabulka 4 – Time Up And Go Test, Proband 4.....	52
Tabulka 4 – Time Up And Go Test, Proband 1–4	53

13 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Pediatric Balance Scale, Proband 1	49
Graf 2 – Pediatric Balance Scale, Proband 2	50
Graf 3 – Pediatric Balance Scale, Proband 3	51
Graf 4 – Pediatric Balance Scale, Proband 4	52
Graf 5 – Vylepšené chůzové dovednosti	54
Graf 6 – Pediatric Balance Scale, porovnání vstupních a výstupních hodnot	54
Graf 7 – Pediatric Balance Scale, bodové zlepšení probandů	55

14 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Pediatric Balance Scale [28]	I
Příloha 2 – Pediatric Balance Scale, záznamy probandů.....	IV
Příloha 3 – Goniometrická data Probanda 2, LDK.....	VIII
Příloha 4 – Goniometrická data Probanda 3, DKK	IX

Příloha 1 – Pediatric Balance Scale [28]

A

PEDIATRIC BALANCE SCALE

Name: _____ Date: _____
 Location: _____ Examiner: _____

Item Description	Score 0 - 4	Seconds optional
1. Sitting to standing	_____	_____
2. Standing to sitting	_____	_____
3. Transfers	_____	_____
4. Standing unsupported	_____	_____
5. Sitting unsupported	_____	_____
6. Standing with eyes closed	_____	_____
7. Standing with feet together	_____	_____
8. Standing with one foot in front	_____	_____
9. Standing on one foot	_____	_____
10. Turning 360 degrees	_____	_____
11. Turning to look behind	_____	_____
12. Retrieving object from floor	_____	_____
13. Placing alternate foot on stool	_____	_____
14. Reaching forward with outstretched arm	_____	_____
Total Test Score	_____	_____

General Instructions

- Demonstrate each task and give instructions as written. A child may receive a practice trial on each item. If the child is unable to complete the task based on their ability to understand the directions, a second practice trial may be given. Verbal and visual directions may be clarified through the use of physical prompts.
- Each item should be scored utilizing the 0 to 4 scale. Multiple trials are allowed on many of the items. The child's performance should be scored based upon the lowest criteria, which describes the child's best performance. If on the first trial a child receives the maximal score of 4, additional trials need not be administered. Several items require the child to maintain a given position for a specific time. Progressively, more points are deducted if the time or distance requirements are not met, if the subject's performance warrants supervision, or if the subject touches an external support or receives assistance from the examiner. Subjects should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choice, of which leg stand on or how far to reach, is left to the subject. Poor judgement will adversely influence the performance and the scoring. In addition to scoring items 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, and 13, the examiner may choose to record the exact time in seconds.

Figure. No caption available.

B

Equipment

The Pediatric Balance Scale was designed to require minimal use of specialized equipment. The following is a complete list of items required for administration of this tool.

- adjustable height bench
- chair with back support and arm rests
- stopwatch or watch with a second hand
- masking tape - 1/2 inch wide
- a step stool 8 inches in height
- chalkboard eraser
- ruler or yardstick
- a small level

The following items are optional and may be helpful during test administration:

- 2 child-size footprints
- blindfold
- a brightly colored object of at least two inches in size
- flash cards
- 2 inches of adhesive-backed hook Velcro
- Two 1 foot strips of loop Velcro

.....

1. Sitting To Standing

*** Special Instruction:** Items #1 and #2 may be tested simultaneously if, in the determination of the examiner, it will facilitate the best performance of the child.

INSTRUCTIONS: Child is asked to "Hold arms up and stand up." The child is allowed to select the position of his/her arms.

EQUIPMENT: A bench of appropriate height to allow the child's feet to rest supported on the floor with the hips and knees maintained in 90 degrees of flexion.

Best Of Three Trials

() 4	able to stand without using hands and stabilize independently
() 3	able to stand independently using hands
() 2	able to stand using hands after several tries
() 1	needs minimal assist to stand or to stabilize
() 0	needs moderate or maximal assist to stand

Figure. No caption available.

C

2. Standing To Sitting

*** Special Instruction:** Items #1 and #2 may be tested simultaneously if, in the determination of the examiner, it will facilitate the best performance of the child.

INSTRUCTIONS: Child is asked to sit down slowly, without use of hands. The child is allowed to select the position of his/her arms.

EQUIPMENT: A bench of appropriate height to allow the child's feet to rest supported on the floor with the hips and knees maintained in 90 degrees of flexion.

Best Of Three Trials

() 4	sits safely with minimal use of hands
() 3	controls descent by using hands
() 2	uses back of legs against chair to control descent
() 1	sits independently, but has uncontrolled descent
() 0	needs assistance to sit

3. Transfers

INSTRUCTIONS: Arrange chair(s) for a stand pivot transfer, touching at a forty-five degree angle. Ask the child to transfer one way toward a seat with armrests and one way toward a seat without armrests.

Equipment: Two chairs, or one chair and one bench. One seating surface must have armrests. One chair/bench should be of standard adult size and the other should be of an appropriate height to allow the child to comfortably sit with feet supported on the floor and ninety degrees of hip and knee flexion.

Best Of Three Trials

() 4	able to transfer safely with minor use of hands
() 3	able to transfer safely; definite need of hands
() 2	able to transfer with verbal cueing and/or supervision (spotting)
() 1	needs one person to assist
() 0	needs two people to assist or supervise (close guard) to be safe

Figure. No caption available.

D

4. Standing Unsupported

INSTRUCTIONS: The child is asked to stand for 30 SECONDS without holding on or moving his/her feet. A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. The child may be engaged in non-stressful conversation to maintain attention span for thirty seconds. Weight shifting and equilibrium responses in feet are acceptable; movement of the foot in space (off the support surface) indicates end of the timed trial.

EQUIPMENT: a stop watch or watch with a second hand
 a twelve inch long masking tape line or two footprints placed shoulder width apart

() 4	able to stand safely 30 SECONDS
() 3	able to stand 30 SECONDS with supervision (spotting)
() 2	able to stand 15 SECONDS unsupported
() 1	needs several tries to stand 10 SECONDS unsupported
() 0	unable to stand 10 SECONDS unassisted

Time in seconds

Special Instructions: If a subject is able to stand 30 SECONDS unsupported, score full points for sitting unsupported. Proceed to item #6

5. Sitting With Back Unsupported And Feet Supported On The Floor

INSTRUCTIONS: Please sit with arms folded on your chest for 30 SECONDS. Child may be engaged in non-stressful conversation to maintain attention span for thirty seconds. Time should be stopped if protective reactions are observed in trunk or upper extremities.

EQUIPMENT: a stop watch or watch with a second hand
 a bench of appropriate height to allow the feet to rest supported on the floor with the hips and knees maintained in ninety degrees of flexion.

() 4	able to sit safely and securely 30 SECONDS
() 3	able to sit 30 SECONDS under supervision (spotting) or may require definite use of upper extremities to maintain sitting position
() 2	able to sit 15 SECONDS
() 1	able to sit 10 SECONDS
() 0	unable to sit 10 SECONDS without support

Time in seconds

Figure. No caption available.

G

10. Turn 360 Degrees

INSTRUCTIONS: The child is asked to turn completely around in a full circle, STOP, and then turn a full circle in the other direction.

EQUIPMENT: A stop watch or watch with a second hand

- () 4 able to turn 360 degrees safely in 4 seconds or less each way (total of less than eight seconds)
() 3 able to turn 360 degrees safely in one direction only in 4 seconds or less completes turn in other direction requires more than four seconds
() 2 able to turn 360 degrees safely but slowly
() 1 needs close supervision (spotting) or constant verbal cueing
() 0 needs assistance while turning

Time in seconds

11. Turning To Look Behind Left & Right Shoulders While Standing Still

INSTRUCTIONS: The child is asked to stand with his/her feet still, fixed in one place. Follow this object as I move it. Keep watching it as I move it, but don't move your feet.

EQUIPMENT: a brightly colored object of at least two inches in size, or flash cards
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed shoulder width apart

- () 4 looks behind/over each shoulder; weight shifts include trunk rotation
() 3 looks behind/over one shoulder with trunk rotation; weight shift in the opposite direction is to the level of the shoulder; no trunk rotation
() 2 turns head to look to level of shoulder; no trunk rotation
() 1 needs supervision (spotting) when turning; the chin moves greater than half the distance to the shoulder
() 0 needs assist to keep from losing balance or falling; movement of the chin is less than half the distance to the shoulder

12. Pick Up Object From The Floor From A Standing Position

INSTRUCTIONS: The child is asked to pick up a chalkboard eraser placed approximately the length of his/her foot in front of his/her dominant foot. In children, where dominance is not clear, ask the child which hand they want to use and place the object in front of that foot.

EQUIPMENT: a chalkboard eraser
a taped line or footprints

- () 4 able to pick up an eraser safely and easily
() 3 able to pick up eraser but needs supervision (spotting)
() 2 unable to pick up eraser but reaches 1 to 2 inches from eraser and keeps balance independently
() 1 unable to pick up eraser; needs supervision (spotting) while attempting
() 0 unable to try; needs assist to keep from losing balance or falling

Figure. No caption available.

H

13. Placing Alternate Foot On Step Stool While Standing Unsupported

INSTRUCTIONS: The child is asked to place each foot alternately on the step stool and to continue until each foot has touched the step/stool four times.

EQUIPMENT: a step/stool of four inches in height
a stop watch or watch with a second hand.

- () 4 stands independently and safely and completes 8 steps in 20 seconds
() 3 able to stand independently and complete 8 steps >20 seconds
() 2 able to complete 4 steps without assistance, but requires close supervision (spotting)
() 1 able to complete 2 steps; needs minimal assistance
() 0 needs assistance to maintain balance or keep from falling, unable to try

Time in seconds

14. Reaching Forward With Outstretched Arm While Standing

General Instruction And Set Up: A yardstick affixed to a wall via Velcro strips will be used as the measuring tool. A taped line and/or footprints are used to maintain a stationary foot position. The child will be asked to reach as far forward without falling, and without stepping over the line. The MCP joint of the child's fisted hand will be used as the anatomical reference point for measurements. Assistance may be given to initially position the child's arm at 90 degrees. Support may not be provided during the reaching process. If 90 degrees of shoulder flexion cannot be obtained, then this item should be omitted.

INSTRUCTIONS: The child is asked to lift his/her arm up like this. "Stretch out your fingers, make a fist, and reach forward as far as you can without moving your feet."

3 Trials Average Results

EQUIPMENT: a yardstick or ruler
a taped line or footprints
a level

- () 4 can reach forward confidently >10 inches
() 3 can reach forward >5 inches, safely
() 2 can reach forward >2 inches, safely
() 1 reaches forward but needs supervision (spotting)
() 0 loses balance while trying, requires external support

Total Test Score

Maximum Score = 56

Figure. No caption available.

E

6. Standing Unsupported With Eyes Closed

INSTRUCTIONS: The child is asked to stand still with feet shoulder width apart and close his/her eyes for ten seconds. Direction: "When I say close your eyes, I want you to stand still, close your eyes, and keep them closed until I say open." If necessary, a blindfold may be used. Weight shifting and equilibrium responses in the feet are acceptable; movement of the foot in space (off the support surface) indicates end of timed trial. A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position.

EQUIPMENT: a stop watch or watch with a second hand
a twelve-inch long masking tape line or two footprints placed shoulder width apart
blindfold

Best Of 3 Trials

- () 4 able to stand 10 seconds safely
() 3 able to stand 10 seconds with supervision (spotting)
() 2 able to stand 3 seconds
() 1 unable to keep eyes closed 3 seconds but stays steady
() 0 needs help to keep from falling

Time in seconds

7. Standing Unsupported With Feet Together

INSTRUCTIONS: The child is asked to place his/her feet together and stand still without holding on. The child may be engaged in non-stressful conversation to maintain attention span for thirty seconds. Weight shifting and equilibrium responses in feet are acceptable; movement of the foot in space (off the support surface) indicates end of timed trial. A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain stationary foot position.

EQUIPMENT: a stop watch or watch with a second hand
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed together

Best Of 3 Trials

- () 4 able to place feet together independently and stand 30 seconds safely
() 3 able to place feet together independently and stand for 30 seconds with supervision (spotting)
() 2 able to place feet together independently but unable to hold for 30 seconds
() 1 needs help to attain position but able to stand 30 seconds with feet together
() 0 needs help to attain position and/or unable to hold for 30 seconds

Time in seconds

Figure. No caption available.

F

8. Standing Unsupported One Foot In Front

INSTRUCTIONS: The child is asked to stand with one foot in front of the other, heel to toe. If the child cannot place feet in a tandem position (directly in front), they should be asked to step forward far enough to allow the heel of one foot to be placed ahead of the toes of the stationary foot. A taped line and/or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. In addition to a visual demonstration, a single physical prompt (assistance with placement) may be given. The child may be engaged in non-stressful conversation to maintain his/her attention span for 30 seconds. Weight shifting and/or equilibrium reactions in the feet are acceptable. Timed trials should be stopped if either foot moves in space (leaves the support surface) and/or upper extremities support is utilized.

EQUIPMENT: a stop watch or watch with a second hand
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed heel to toe

Best Of Three Trials

- () 4 able to place feet tandem independently and hold 30 seconds
() 3 able to place foot ahead of other independently and hold 30 seconds
Note: The length of the step must exceed the length of the stationary foot and the width of the stance should approximate the subject's normal stride width.
() 2 able to take small step independently and hold 30 seconds, or required assistance to place foot in front, but can stand for 30 seconds
() 1 needs help to step, but can hold 15 seconds
() 0 loses balance while stepping or standing

Time in seconds

9. Standing On One Leg

INSTRUCTIONS: The child is asked to stand on one leg for as long as he/she is able to without holding on. If necessary the child can be instructed to maintain his/her arms (hands) on his/her hips (waist). A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. Weight shifting and/or equilibrium reactions in the feet are acceptable. Timed trials should be stopped if the weight-bearing foot moves in space (leaves the support surface), the up limb touches the opposite leg or the support surface and/or upper extremities are utilized for support.

EQUIPMENT: a stop watch or watch with a second hand
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed heel to toe

3 Trials Average Score

- () 4 able to lift leg independently and hold 10 seconds
() 3 able to lift leg independently and hold 5 to 9 seconds
() 2 able to lift leg independently and hold 3 to 4 seconds
() 1 tries to lift leg; unable to hold 3 seconds but remains standing
() 0 unable to try or needs assist to prevent fall

Figure. No caption available.

TABLE 1.
The Berg Balance Scale and the Pediatric Balance Scale

Berg's Balance Scale Items		Pediatric Balance Scale Items	
1	Sitting to standing	1	Sitting to standing
2	Standing unsupported	2	Standing to sitting
3	Sitting unsupported	3	Transfers
4	Standing to sitting	4	Standing unsupported
5	Transfers	5	Sitting unsupported
6	Standing with eyes closed	6	Standing with eyes closed
7	Standing with feet together	7	Standing with feet together
8	Reaching forward with outstretched arm	8	Standing with one foot in front
9	Retrieving object from floor	9	Standing on one foot
10	Turning to look behind	10	Turning 360 degrees
11	Turning 360 degrees	11	Turning to look behind
12	Placing alternate foot on stool	12	Retrieving object from floor
13	Standing with one foot in front	13	Placing alternate foot on stool
14	Standing on one foot	14	Reaching forward with outstretched arm

TABLE 1. The Berg Balance Scale and the Pediatric Balance Scale

Příloha 2 – Pediatric Balance Scale, záznamy probandů

ÚKOL	PROVEDENÍ	PROBAND	SKÓRE VSTUPNÍ	SKÓRE VÝSTUPNÍ
1. Ze sedu do stoje.	4 b – schopen vstát bez použití rukou, 3 b – schopen vstát za požití rukou, 2 b – po několika pokusech se s pomocí rukou postaví, 1 b – potřebuje lehkou pomoc, 0 b – potřebuje plnou asistenci	Proband 1	2	3
		Proband 2	2	2
		Proband 3	4	4
		Proband 4	3	3
2. Ze stoje do sedu.	4 b – bezpečně se posadí s minimální pomocí rukou, 3 b – řídí sestup pomocí rukou, 2 b – opírá se zády o židli, aby kontroloval sestup, 1 b – posadí se nekontrolovatelně, 0 b – potřebuje pomoc	Proband 1	1	2
		Proband 2	2	3
		Proband 3	3	4
		Proband 4	2	3
3. Transfer.	4 b – schopen bezpečně se přemístit s menším použitím rukou, 3 b – schopen bezpečně se přemístit s větší pomocí rukou, 2 b – k přesunu potřebuje verbální pomoc a dohled, 1 b – potřebuje jednu osobu, 0 b – potřebuje dvě osoby	Proband 1	2	2
		Proband 2	1	2
		Proband 3	4	4
		Proband 4	3	3
4. Stoj bez pomoci.	4 b – schopen stát 30 s, 3 b – schopen stát 30 s s dohledem, 2 b – schopen stát 15 s, 1 b – potřebuje několik pokusů k výdrž 10 s, 0 b – neschopen stát 10 s bez opory	Proband 1	1	2
		Proband 2	1	2
		Proband 3	3	4
		Proband 4	3	3
5. Sed bez pomoci.	4 b – vydrží 30 s, 3 b – vydrží sedět 30 s s lehkou pomocí HKK, 2 b – vydrží sedět 15 s, 1 b – vydrží sedět 10 s, 0 b – nevydrží sedět 10 s	Proband 1	3	4
		Proband 2	3	4
		Proband 3	4	4
		Proband 4	4	4

ÚKOL	PROVEDENÍ	PROBAND	SKÓRE VSTUPNÍ	SKÓRE VÝSTUPNÍ
6. Stoj se zavřenýma očima.	4 b – vydrží stát 10 s, 3 b – vydrží stát 10 s s lehkou pomocí, 2 b – vydrží stát 3 s, 1 b – neschopen udržet oči zavřené, ale zůstává stabilní po dobu 3 s, 0 b – úkol nesvede	Proband 1	0	1
		Proband 2	0	1
		Proband 3	3	4
		Proband 4	2	2
7. Stoj spojný.	4 b – do pozice se dostane sám a vydrží 30 s, 3 b – do pozice se dostane sám a s lehkou pomocí vydrží 30 s, 2 b – do pozice se dostane sám a nevydrží 30 s, 1 b – do pozice potřebuje pomoc a vydrží v ní 30 s, 0 b – potřebuje pomoc do pozice a/ nebo nevydrží 30 s	Proband 1	0	1
		Proband 2	0	1
		Proband 3	4	4
		Proband 4	4	4
8. Tandemový stoj.	4 b – do pozice se dostane se a vydrží v ní 30 s, 3 b – dá nohu před nohu na šířku svého kroku a vydrží 30 s, 2 b – udělá malý krok vpřed/ s pomocí se dostane do pozice a vydrží 30 s, 1 b – potřebuje pomoc do pozice a vydrží 15 s, 0 b – při pokusu ztrácí rovnováhu	Proband 1	0	0
		Proband 2	0	1
		Proband 3	4	4
		Proband 4	0	1
9. Stoj na jedné noze.	4 b – zvládne zvednout nohu a vydržet 10 s, 3 b – zvládne zvednout nohu a vydržet 9 až 5 s, 2 b – zvedne nohu a vydrží 2 až 4 s, 1 b – snaží se zvednout nohu, nevydrží 3 s, ale zůstává stát, 0 b – neschopen pokusu	Proband 1	1	2
		Proband 2	1	1
		Proband 3	3	4
		Proband 4	2	3

ÚKOL	PROVEDENÍ	PROBAND	SKÓRE VSTUPNÍ	SKÓRE VÝSTUPNÍ
10. Rotace o 360 stupňů.	4 b – otočka na obě strany za méně než 8 s, 3 b – otočení na jednu stranu pod 4 s, na stranu druhou nad 4 s, 2 b – schopen se pomalu otočit, 1 b – potřebuje pečlivý dohled či neustálý verbální návod, 0 b – potřebuje velkou pomoc při otáčení	Proband 1	1	2
		Proband 2	1	2
		Proband 3	4	4
		Proband 4	2	2
11. Rotace hlavy.	4 b – podívá se za/ přes každé rameno, přesuny váhy zahrnují rotaci trupu, 3 b – podívá se přes jedno rameno včetně rotace trupu, pohled na druhou stranu je do úrovně ramene a bez rotace trupu, 2 b – otočí hlavu na úroveň ramene bez rotace trupu, 1 b – potřebuje při otáčení dohled a brada se dostává blízko k rameni, 0 b – potřebuje pomoci, aby neupadl a brada se nedostane ani na polovinu vzdálenosti před rameno	Proband 1	4	4
		Proband 2	1	2
		Proband 3	4	4
		Proband 4	4	4
12. Zvednutí předmětu ze země.	4 b – bezpečně a snadno zvedne předmět, 3 b – předmět zvedne s dohledem, 2 b – předmět nezvedne, ale dosáhne do 5 cm od předmětu a sám udrží rovnováhu, 1 b – není schopen vzít gumu a potřebuje dohled, 0 b – potřebuje pomoci aby nespádl, předmět nedokáže zvednout	Proband 1	1	2
		Proband 2	3	4
		Proband 3	4	4
		Proband 4	4	4

ÚKOL	PROVEDENÍ	PROBAND	SKÓRE VSTUPNÍ	SKÓRE VÝSTUPNÍ
13. Střídavé pokládání chodidel na schod.	4 b – bezpečně a samostatně zvládne 8 nároků za 20 s, 3 b – schopen zvládnout 8 nároků za více než 20 s, 2 b – zvládne 4 nároky bez pomoci, ale potřebuje dohled, 1 b – zvládne 2 nároky, potřebuje malou pomoc, 0 b – potřebuje pomoc k udržení rovnováhy, nezvládne se pokusit	Proband 1	1	2
		Proband 2	0	1
		Proband 3	3	4
		Proband 4	3	4
14. Posun předpažené horní končetiny horizontálně.	4 b – dosáhne s jistotou na vzdálenost větší než 25 cm, 3 b – dosáhne s jistotou na vzdálenost větší než 12, 5 cm, 2 b – dosáhne s jistotou na vzdálenost větší než 5 cm, 1 b – dosáhne dopředu, ale potřebuje dohled, 0 b – při pokusu ztrácí rovnováhu, vyžaduje oporu	Proband 1	2	3
		Proband 2	3	4
		Proband 3	4	4
		Proband 4	2	3
VÝSLEDNÉ SKÓRE Z MAXIMÁLNÍHO POČTU 56 BODŮ.		Proband 1	19	31
		Proband 2	18	30
		Proband 3	51	56
		Proband 4	38	43

Příloha 3 – Goniometrická data Probanda 2, LDK

ČÁST TĚLA	ROVINY POHYBU	VSTUPNÍ	VÝSTUPNÍ
Kyčel	S	0-0-100	5-0-110
	F	30-5-15	40-0-15
	RR	10-0-30	15-0-30
Koleno	S	0-10-110	0-0-110
Hlezno	S	15-5-10	25-5-15
	RR	5-15-25	10-10-25
Metatarzální kosti	S	30-0-40	30-0-40
	F	5-0-5	5-0-5
Palec	S	0-0-20	0-0-20

Příloha 4 – Goniometrická data Probanda 3, DKK

ČÁST TĚLA	ROVINY POHYBU	VSTUPNÍ		VÝSTUPNÍ	
		PDK	LDK	PDK	LDK
Kyčel	S	0-0-100	0-0-100	10-0-110	10-0-110
	F	30-0-10	30-0-10	30-0-10	30-0-10
	RR	40-0-30	40-0-30	40-0-30	40-0-30
Koleno	S	0-0-120	0-0-120	0-0-120	0-0-120
Hlezno	S	40-0-0	40-5-5	40-0-5	40-0-5
	RR	10-0-20	10-0-20	15-0-30	15-0-25
Metatarzální kosti	S	10-0-15	10-0-15	10-0-15	10-0-15
	F	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0
Palec	S	0-0-20	0-0-10	0-0-20	0-0-20