

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Adéla Quittková

**Hodnocení posturografických parametrů po
terapii Vojtovou reflexní lokomocí
a systémem aktivních videoher u pacientů
s dětskou mozkovou obrnou**

diplomová práce

Praha 2016

Autor práce: **Bc. Adéla Quittková**

Vedoucí práce: **Mgr. Kateřina Medunová**

Oponent práce: **Mgr. Mariana Pospíšilová**

Datum obhajoby: **2016**

Bibliografický záznam

QUITTKOVÁ, Adéla. Hodnocení posturografických parametrů po terapii Vojtovou reflexní lokomocí a systémem aktivních videoher u pacientů s dětskou mozkovou obrnou. Praha: Karlova univerzita, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2016. 86 s. Vedoucí diplomové práce Mgr. Kateřina Medunová

Abstrakt

Cíl: Cílem diplomové práce je zhodnotit a porovnat vliv terapie Vojtovou reflexní lokomocí (VRL) a systémem aktivních videoher Nintendo Wii u dětí s lehkou formou dětské mozkové obrny.

Metodika: Výzkumný soubor zahrnoval 8 pacientů s dětskou mozkovou obrnou. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. V první fázi výzkumu podstoupila jedna skupina terapii VRL, druhá skupina absolvovala terapii systémem Nintendo Wii. V druhé fázi se skupiny vyměnily (každý pacient prošel oběma typy terapie). Na začátku a konci každé fáze proběhlo měření posturografických parametrů na přístroji Balance Master.

Výsledky: Efekt terapie Vojtovou reflexní lokomocí byl sledován v testech Limits Of Stability, Rhythmic Weight Shift a Walk Across, ale výsledné hodnoty nebyly statisticky signifikantní. Po terapii s využitím systému Nintendo Wii byla zjištěna signifikantní změna v testu Rhythmic Weight Shift. Rozdíl v efektu terapií byl zjištěn v testu Limits of Stability a Rhythmic Weight Shift.

Závěr: Ukazuje se, že terapie VRL má vliv na rychlostní komponentu pohybu, zatímco terapie s využitím Nintendo Wii zlepšuje korovou kontrolu stranového přenášení váhy.

Abstract

Aim: The aim of this thesis is to evaluate and compare the effect of therapy Vojta method (VRL) and active videogames Nintendo Wii at children with mild cerebral palsy.

Methodology: The research sample included eight patients with cerebral palsy. Patients were divided into two groups. In the first phase of the research, one group underwent therapy VRL, one group received treatment Nintendo Wii. In the second phase, the group exchanged (each patient underwent both types of therapy). There were posturography measurements parameters at the beginning and at the end of each phase on the Balance Master instrument.

Results: The effect of therapy Vojta method was observed in tests Limits Of Stability, Rhythmic Weight Shift and Walk Across, but the resulting values were not statistically significant. After treatment with the use of Nintendo Wii the significant change was detected in test Rhythmic Weight Shift. The difference in the effect of therapy was observed in Test Limits of Stability and Rhythmic Weight Shift.

Conclusion: It appears that VRL therapy has an effect on the speed component of motor performance, while therapy with Nintendo Wii affects the lateral shifting of the weight in patients with cerebral palsy.

Klíčová slova

dětská mozková obrna, posturální kontrola, Balance Master, Nintendo Wii, Vojtova metoda reflexní lokomoce

Keywords

cerebral palsy, postural control, Balance Master, Nintendo Wii, Vojta method

Zadávací protokol

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Kateřiny Medunové. Uvedla jsem všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze

Bc. Adéla Quittková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Kateřině Medunové za možnost aktivně se podílet na ojedinělém výzkumném projektu, za věcné rady, komentáře a povzbuzující průběžné vedení diplomové práce. Děkuji týmu fyzioterapeutů dětské části Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství, se kterými jsem v rámci projektu spolupracovala za vstřícnost a přátelskou pomoc při organizaci.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	8
ÚVOD.....	9
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ	11
1.1 DĚTSKÁ MOZKOVÁ OBRNA.....	11
1.1.1 Specifika diparetické a hemiparecké formy dětské mozkové obrny.....	12
1.1.2 Funkční klasifikace hrubé motoriky u pacientů s dětskou mozkovou obrnou.....	15
1.2 PORUCHA POSTURÁLNÍ KONTROLY U PACIENTŮ S DIPARETICKOU A HEMIPARETICKOU FORMOU DĚTSKÉ MOZKOVÉ OBRNY.....	17
1.2.1 Etiologie poruch posturální kontroly u pacientů s dětskou mozkovou obrnou.....	17
1.2.2 Klinické důsledky poruchy posturální kontroly u pacientů s diparetickou a hemiparetickou formou dětské mozkové obrny.....	18
1.2.3 Vliv poruchy posturální kontroly na chůzi pacientů s dětskou mozkovou obrnou.....	20
1.2.4 Vliv poruchy posturální kontroly na celkovou pohybovou aktivitu pacientů s dětskou mozkovou obrnou.....	21
1.2.5 Hodnocení posturální kontroly na přístroji Balance Master.....	22
1.3 VOJTOVA REFLEXNÍ LOKOMOCE V REHABILITACI PACIENTŮ S DĚTSKOU MOZKOVOU OBRNOU.....	26
1.4 AKTIVNÍ VIDEOHRY V REHABILITACI PACIENTŮ S DĚTSKOU MOZKOVOU OBRNOU.....	28
2 CÍLE A HYPOTÉZY	32
2.1 CÍLE.....	32
2.2 HYPOTÉZY.....	32
3 METODIKA	33
3.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU.....	33
3.1.1 Průběh vyšetření.....	35
3.1.2 Anamnestický dotazník.....	35
3.1.3 Vyšetření posturální stability.....	35
3.2 TERAPIE.....	39
3.2.1 Průběh terapie Vojtovou reflexní lokomocí.....	39
3.2.2 Průběh terapie systémem aktivních videoher Nintendo Wii.....	39
3.3 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT.....	40
4 VÝSLEDKY.....	41
4.1 EFEKT TERAPIE VOJTOVOU REFLEXNÍ LOKOMOCÍ.....	41
4.2 EFEKT TERAPIE SYSTÉMEM AKTIVNÍCH VIDEOHER NINTENDO WII.....	44
4.3 ROZDÍLNOST EFEKTU TERAPIE.....	46
4.4 VLIV PERIODY.....	49
5 DISKUZE.....	50
5.1.1 Výzkumný soubor.....	51
5.1.2 Měření posturografických parametrů.....	52
5.2 HODNOCENÍ VLIVU VOJTOVY REFLEXNÍ LOKOMOCE.....	52
5.3 HODNOCENÍ VLIVU SYSTÉMU AKTIVNÍCH VIDEOHER NINTENDO WII.....	53
5.4 ROZDÍLNOST VLIVU VOJTOVY REFLEXNÍ LOKOMOCE A SYSTÉMU AKTIVNÍCH VIDEOHER NINTENDO WII.....	55
5.4.1 Subjektivně hodnocené změny.....	56
5.5 LIMITY STUDIE.....	57
6 ZÁVĚR.....	58
REFERENČNÍ SEZNAM	60
SEZNAM PŘÍLOH.....	71

SEZNAM ZKRATEK

BOTMP	Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency
COP	Center of Pressure
COG	Center of Gravity
Dkk	dolní končetiny
DMO	dětská mozková obrna
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
Hkk	horní končetiny
LOS	Limits of Stability
MCTSIB	Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance
p	hladina statistické významnosti
RWS	Rhythmic Weight Shift
SQT	Step/Quick Turn
TW	Tandem Walk
VR	virtuální realita
VRL	Vojtova reflexní lokomoce
WA	Walk Across
WBB	Wii Balance Board

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá pacienty s lehkou formou dětské mozkové obrny, kteří jsou ve věku 6 – 18 let. Zatímco v prvních letech života dětí s dětskou mozkovou obrnou je velká pozornost věnována zejména rehabilitační péči. V období školního věku ustupuje intervence fyzioterapeuta do pozadí. Vzhledem k lehkému motorickému deficitu bývá v období školního věku v popředí snaha plné integrace dítěte do společnosti, a proto je u daných jedinců rehabilitační péče po 6. roce méně intenzivní.

Přesto u nich mohou přetrvávat deficity, které omezují jejich participaci na pohybových aktivitách s vrstevníky, ve kterých je limituje například nižší výdrž nebo omezená schopnost běhu či skákání. Charakteristickým problémem je pro ně deficit posturální kontroly, který vede k omezení balančních schopností s následným vlivem na provádění běžných denních aktivit či zvyšuje riziko pádů.

Teoretická část diplomové práce je záměrně cílena na shrnutí poznatků o diparetické a hemiparetické formě dětské mozkové obrny v souvislosti s poruchou posturální kontroly. V teoretické části jsou také popsána terapeutická využití aktivních videoher a Vojtovy reflexní lokomoce v terapii dětí s dětskou mozkovou obrnou.

Praktická část diplomové práce je součástí výzkumného projektu, který probíhá pod záštitou Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN Motol od března 2015 do ledna 2017. Cílem studie je zhodnotit efekt terapie s využitím aktivních videoher Nintendo Wii a Vojtovou reflexní lokomocí u pacientů s hemiparetickou nebo diparetickou formou dětské mozkové obrny, kteří jsou ve věku 6 - 18 let a mají lehký motorický deficit.

V první fázi studie podstupuje jedna skupina pacientů terapii Vojtovou reflexní lokomocí a druhá skupina absolvuje terapii s využitím aktivních videoher Nintendo Wii. Po půlroční pauze se skupiny vymění tak, aby každý pacient absolvoval obě terapie. Testování probíhá vždy před terapií, po jejím skončení a s časovým odstupem od ukončení terapie. V rámci projektu byla testována: jemná motorika, hrubá motorika a posturální stabilita.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na hodnocení parciálních výsledků měření posturální stability pacientů, kteří dokončili obě fáze výzkumu do konce dubna 2016. Předmětem praktické části je zhodnocení změn posturografických parametrů po terapii systémem aktivních videoher a Vojtovou reflexní lokomocí u pacientů výše zmíněné charakteristiky.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Dětská mozková obrna

Dětská mozková obrna (DMO) je onemocnění vznikající na podkladě neprogresivního poškození nezralého mozku dítěte. Postižení může vzniknout z multifaktoriálních příčin v období prenatálním, perinatálním či postnatálním, a proto je dětská mozková obrna považována za velmi heterogenní jednotku (Smithers-Sheedy et al. 2014; Wimalasundera a Stevenson 2016). Incidence dětské mozkové obrny se v posledních 40 letech pohybuje v rozmezí 2 – 3, 5 případů z tisíce živě narozených dětí (Colver et al. 2014).

Klinický obraz pacienta s DMO se liší v závislosti na době vzniku léze mozkové tkáně, její lokalizaci i závažnosti (Colver et al. 2014; Meskers et al. 2015). V prvních letech života se mění projevy neurologického postižení v závislosti na zrání mozkové tkáně, ale také na množství a kvalitě podnětů přicházejících do centrální nervové soustavy (Richards a Malouin 2013).

Hlavním společným projevem daného onemocnění je poškození vývoje hybnosti, které se projevuje symptomy souvisejícími s poruchou centrálního motoneuronu. Dochází k absenci inhibičního působení kortikálních drah a zároveň se nedostatečně vyvíjí náležité senzomotorické kontrolní mechanismy (Richards a Malouin 2013). Motorický systém je ovlivněn přítomností spasticity, kloubních kontraktur, abnormálního svalového timingu a poruchou provádění selektivního pohybu (Dewar et al. 2015; Girolami et al. 2011). Jedním ze základních motorických nedostatků je postižení posturální kontroly (Heyrman et al. 2013; Szopa a Domagalska-Szopa 2015).

Nezřídka se u daných pacientů objevují další přidružená onemocnění, kupříkladu: deficit kognitivních funkcí, postižení smyslového vnímání, poruchy chování, epilepsie a sekundárně vzniklé poruchy muskuloskeletálního systému (Colver et al. 2014; Meskers et al. 2015; Wimalasundera a Stevenson 2016). Deformity pohybového systému spolu s chronickou svalovou nerovnováhou mohou s přibývajícím věkem dítěte prohlubovat úroveň jeho disability (Wimalasundera a Stevenson 2016).

1.1.1 Specifika diparetické a hemiparetické formy dětské mozkové obrny

Klinické projevy dětské mozkové obrny mohou být velmi variabilní. Dle distribuce postižení končetin se rozlišuje forma unilaterální nebo bilaterální. Dále jsou popisovány formy: spastická, dyskinetická, ataktická nebo smíšená (Wimalasundera a Stevenson 2016). V teoretické části bude záměrně blíže popsána pouze klinická manifestace spastické formy dětské mozkové obrny. Konkrétně bude cíleno na diparetickou a hemiparetickou formu, protože právě těmto jedincům je věnována výzkumná část diplomové práce.

Spastická diparéza spolu s hemiparézou patří mezi nejvíce se vyskytující formy dětské mozkové obrny. **Spastická diparéza** je bilaterální formou DMO, která se klinicky manifestuje především postižením dolních končetin. U všech jedinců s bilaterální formou jsou zasaženy rovněž horní končetiny, které mohou být narušeny jen velmi mírně (Kraus 2005). Bilaterální postižení postihuje přibližně 55 % populace pacientů s dětskou mozkovou obrnou (Lee et al. 2015b).

Držení těla u jedinců s diparetickou formou (obrázek 1) zahrnuje neúplné napřímení trupu s předsunutým držením ramenních pletenců a flexí loktů i drobných kloubů ruky. Pozice dolních končetin je ovlivněna torzními deformitami dlouhých kostí. Kyčelní kloub bývá držen v addukčním, vnitřně rotačním postavení s různou mírou flexe. Kolenní klouby jsou drženy převážně ve flexi, méně často v extenzi (Kraus 2005). U jedinců s diparetickou formou dětské mozkové obrny byl pozorován „skrčenecký“ stoj, který je charakteristický větší mírou flexe než je tomu u zdravých vrstevníků. V klidovém stoji byla zjištěna větší asymetrie zatížení dolních končetin u jedinců, kteří byli schopni samostatného stoje v porovnání s jedinci, kteří pro udržení stoje potřebovali oporu horních končetin (Lidbeck et al. 2014).



Obrázek 1: Postavení dolních končetin u diparetické formy DMO (Kraus 2005).

Pro **hemiparetickou** formu dětské mozkové obrny je charakteristické jednostranné postižení těla, které se manifestuje různým stupněm motorického deficitu kontralaterálně od léze mozkové tkáně (Girolami et al. 2011). Hemiparetickou formu má diagnostikovanou přibližně 33 % dětí s DMO (Jelsma et al. 2013).

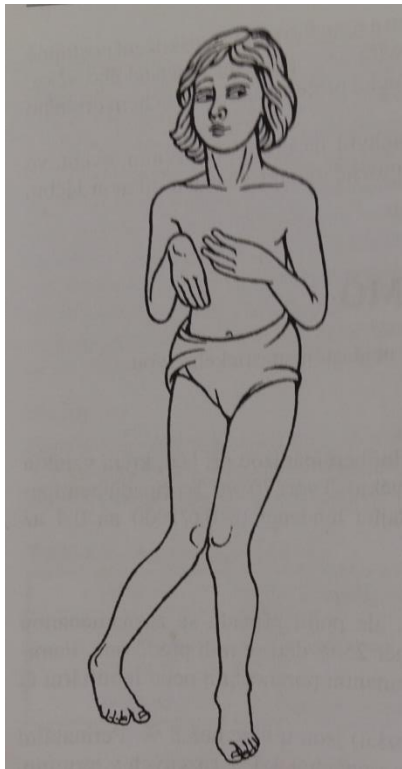
Jedinci s hemiparetickou formou DMO mají postiženou horní končetinu drženou v addukci a vnitřní rotaci v ramenním kloubu s předloktím v semiflexi a pronaci. Akrálně dominuje oslabení, zápěstí je ve flexi s extendovanými prsty a addukčním držením palce. Postižená dolní končetina se nachází převážně v extenčním držení s vnitřní rotací v kyčelním kloubu, akrálně se objevuje deformita pes equinus (obrázek 2). Postižená polovina těla má opožděný růst, což se projeví biomechanickými a trofickými změnami nejen na postižené, ale také v rámci snahy o kompenzaci na zdravé polovině těla (Kraus 2005).

Asymetrický vzorec zatížení dolních končetin může dále prohlubovat růstovou retardaci, svalovou atrofii a snížení svalové síly postižené strany (Jelsma et al. 2013). V závislosti na rozložení váhy mezi postiženou a nepostiženou stranou těla spolu s postavením pánve jsou popisovány u jedinců s hemiparetickou formou dětské mozkové obrny dvě následující situace: jedinec má buď tendenci přetěžovat postiženou stranu těla nebo ji naopak nadlehčovat. Obě možnosti však vedou k asymetrickému držení (Domagalska-Szopa a Szopa 2014).

Asymetrická poloha či tvar tělesných segmentů porušují svalovou rovnováhu, vedou k poškození asymetricky zatěžovaných kloubů s následným vznikem sekundárních změn až deformit. Asymetrické zatěžování osového orgánu i končetin při chůzi limituje schopnost lokomoce. Projevy asymetrického držení těla se nezdá mohou stát zdrojem potíží (Véle 2012).

Opětovný výskyt muskuloskeletální bolesti zásadním způsobem ovlivňuje aktivitu, spánek i schopnost chůze u dětí a adolescentů s dětskou mozkovou obrnou. Předpokládá se, že zmíněná bolest výrazně ovlivňuje aktivity běžného dne i kvalitu života dané skupiny pacientů (Ramstad et al. 2011). Adolescenti s DMO častěji popisují, že trpí únavou než jejich zdraví vrstevníci. Únava je přitom důležitým problémem, který narušuje jejich běžné denní činnosti (Eken et al. 2016). Rovněž v populaci dospělých jedinců s dětskou mozkovou obrnou je popisován častější výskyt únavy než v běžné populaci (Vogtle et al. 2014).

Většina dospělých s DMO prožívá bolesti zad a nosných kloubů. Na vertebrogenní bolesti si stěžují zejména dospělí jedinci s hemiparetickou formou, zatímco bolesti dolních končetin jsou typické pro diparetickou formu. S přibývajícím věkem a ubývajícím aktivní svalovou hmotou může navíc docházet ke vzniku vazivových kontraktur (Vogtle et al. 2014; Kraus 2005).



Obrázek 2: Držení těla pacienta s hemiparetickou formou dětské mozkové obrny (Kraus 2005).

1.1.2 Funkční klasifikace hrubé motoriky u pacientů s dětskou mozkovou obrnou

Míra motorického deficitu se u pacientů s dětskou mozkovou obrnou hodnotí škálou „*the Gross Motor Function Classification System (GMFCS)*“. Systém GMFCS je pětistupňovým systémem klasifikace hrubé motoriky. Výsledná hodnota odpovídá výkonu hrubé motoriky, který je pro pacienta aktuální v době vyšetření (Palisano et al. 2008). GMFCS je validní a spolehlivá škála, jejíž výsledky korelují s hodnocením dle škály „*the Gross Motor Function Measure*“, která byla vyvinuta speciálně pro hodnocení motorických dovedností dětí s DMO (Oeffinger et al. 2007).

Jednotlivé úrovně pětistupňové škály GMFCS jsou charakterizovány dle míry schopnosti samostatné chůze a provádění motorických dovedností. První stupeň znamená, že dítě chodí samostatně bez omezení a pátým stupněm je dítě hodnoceno, pokud je k transferu nezbytná plná dopomoc. Jednotlivé charakteristiky konkrétních stupňů škály GMFCS jsou upraveny dle čtyř věkových skupin: 2-4 let, 4-6 let, 6-12 let a 12 – 18 let (Oeffinger et al. 2007; Compagnone et al. 2014; Randall et al. 2013).

Za účelem hodnocení hrubé motoriky dítěte s dětskou mozkovou obrnou byl rovněž vytvořen formulář pro rodiče, který umožňuje zapojení rodiče do hodnotícího procesu. Dotazník pro rodiče obsahuje pět odstavců, z nichž každý popisuje schopnosti dítěte dle úrovně jeho motorických dovedností. Dostupné varianty formulářů pro rodiče jsou určeny dětem ve věku od 2 do 18 let. Pro nejstarší věkovou skupinu existuje rovněž formulář, který mohou vyplnit pacienti samostatně (Palisano et al. 2008; Bartlett et al. 2016).

Praktická část diplomové práce je věnována jedincům se schopnostmi hrubé motoriky odpovídajícími I. nebo II. stupni na škále GMFCS ve věku 6 – 18 let. Text bude záměrně cílen na podrobnější charakteristiku uvedené skupiny pacientů. Popisy všech stupňů škály GMFCS spolu s grafickým znázorněním pro děti s DMO ve věku 6 – 18 let jsou uvedeny v příloze č. 1 a č. 2.

Pro jedince hodnocené stupněm GMFCS I je ve věku 6 – 18 let charakteristické, že disponují motorickými dovednostmi potřebnými pro běžné činnosti. Jsou schopni samostatné chůze, chůze po schodech, běhu či skákání, ale mají limitovaný repertoár pohybu. Důležitým aspektem, který snižuje jejich míru participace, je charakteristicky limitovaná rychlost chůze, koordinace a balance. Dále je limitem nedostatek vytrvalosti (Brien a Svestrup 2011; Palisano et al. 2008).

Adolescenti s DMO ve věku 12 – 18 let dokážou (na rozdíl od stupňů II-V) udržet statický stoj s využitím zúžené opěrné báze (stoj na jedné dolní končetině nebo s chodidly položenými těsně za sebou). Navzdory mírné formě daného onemocnění mají však v porovnání se zdravými vrstevníky potíže například s dosahem vpřed nataženou horní končetinou (Jantakat et al. 2015).

Pro II. stupeň škály GMFCS ve věkové skupině 6 – 18 let platí, že jedinci jsou schopni samostatné chůze, ale mají problémy při chůzi v nerovném terénu nebo v přelidněném prostoru. Navíc mají potíže s chůzí v ohraničeném prostoru či při nesení předmětu. Pro pohyb na dlouhé vzdálenosti či ve venkovním prostředí mohou používat lokomoční pomůcky. Chůzi po schodech zvládají s využitím opory o zábradlí; v případě, že zábradlí není k dispozici, potřebují asistenci. Daní jedinci mají limitovanou schopnost běhu a skákání. Pro participaci v pohybových aktivitách potřebují specifickou úpravu prostředí (Palisano et al. 2008).

1.2 Porucha posturální kontroly u pacientů s diparetickou a hemiparetickou formou dětské mozkové obrny

Posturální kontrola umožňuje zajistit optimální nastavení tělesných segmentů v prostoru. Dosažení a udržení posturální kontroly je jedním ze základních předpokladů pro úspěšné provedení běžných denních aktivit bez ohledu na věk jedince. Jedná se o výsledek vzájemné interakce mezi senzoryckými informacemi a motorickou aktivitou.

Porucha posturální kontroly je asociována se změnami polohy těžiště těla (Shumway-Cook a Woollacott 2012), což má vliv na charakteristiky trajektorie „*center of pressure*“ (COP) a „*center of gravity*“ (COG) ve stoji nebo při dynamických úkolech. COP je termín označující působiště reakční síly a COG značí průmět těžiště těla do podložky (Winter 1995).

Porucha posturální kontroly je dominantním problémem u pacientů s dětskou mozkovou obrnou (Szopa a Domagalska-Szopa 2015; Tarakci et al. 2013; Heyrman et al. 2013; Pavão et al. 2013; Dewar et al. 2015), na jehož vzniku se podílí řada faktorů, které jsou uvedeny v následující kapitole.

1.2.1 Etiologie poruch posturální kontroly u pacientů s dětskou mozkovou obrnou

U dětí s DMO byl zjištěn odlišný vývoj posturální kontroly v porovnání se zdravými dětmi. Zatímco u zdravých dětí se motorické dovednosti s přibývajícím věkem zlepšují, u dětí s DMO nemusí být spojitost mezi přibývajícím věkem a zlepšováním se v daných schopnostech (Bigongiari et al. 2011).

Deficit v oblasti posturální kontroly je způsoben omezeným vnímáním a zpracováním senzoryckých informací spolu s limitovanou motorickou kontrolou. Nezanedbatelný vliv mají také změny v biomechanickém uspořádání tělesných segmentů, ovlivňujících držení těla. Následkem sekundárních biomechanických změn jsou změny ve svalech, šlachách i měkkých tkáních, které se projevují: zkrácením svalové tkáně se ztrátou sarkomer a fibrózními změnami v oblasti šlach (Dewar et al. 2015; Pavão et al. 2014a, 2014b; Meskers et al. 2015). Využití efektivních pohybových strategií pro zajištění posturální kontroly limituje omezená schopnost napřimění osového orgánu (Pavão et al. 2014b).

Další příčinou poruchy posturální kontroly u pacientů s DMO může být ztráta schopnosti využití procesu anticipace, který je založen na principu dopředné vazby. U zdravých dospělých jedinců byly v rámci zkoumání anticipačních schopností zaznamenány změny nejen svalové aktivity (aktivace nebo inhibice), ale i anticipační změny výchylek COP (Shumway-Cook a Woollacott 2012; Girolami et al. 2011). U dětí s DMO byla zjištěna porucha v iniciaci zapojení posturálního svalstva před zahájením volního pohybu horní končetinou (Shumway-Cook a Woollacott 2012).

Schopnost anticipace je u dětí se zdravým vývojem konstantně přítomna, zatímco děti s dětskou mozkovou obrnou prokazují variabilitu v jejím vývoji (Bigongiari et al. 2011). Z výsledků studie zabývající se anticipační svalovou aktivitou a změnami projekce COP u jedinců s hemiparetickou a diparetickou formou DMO v porovnání se skupinou zdravých vrstevníků vyplývá, že jedinci s dětskou mozkovou obrnou jsou schopni provést anticipační vzorce podobné těm, které byly zaznamenány u zdravých vrstevníků. Byly však zjištěny odlišnosti v magnitudě pohybu, případně umístění COP jak v porovnání s vrstevníky, tak mezi jednotlivými formami dětské mozkové obrny (Girolami et al. 2011).

Na poruše posturální kontroly se u pacientů s DMO v neposlední řadě podílí úroveň kognitivních schopností konkrétního jedince (Shumway-Cook a Woollacott 2012). Deficit posturální kontroly může být prohlubován omezením v exekutivní komponentě pozornosti, která byla u daných jedinců zjištěna. K takové situaci dochází, když je jedinec nucen zaměřit svou pozornost na zadaný kognitivní úkol a dochází k vzájemné interakci mezi pozorností a posturální kontrolou (Reilly et al. 2008).

1.2.2 Klinické důsledky poruchy posturální kontroly u pacientů s diparetickou a hemiparetickou formou dětské mozkové obrny

Omezená schopnost propojit senzorycké informace s motorickou aktivitou, která byla zjištěna u dětí a dospívajících s dětskou mozkovou obrnou, vede k menší stabilitě pohybu, jež se projevuje například většími výchylkami těla v klidném stoji (Barela et al. 2011; Donker et al. 2008). Problematickým se pro dané jedince stává udržení klidového stoji v alternovaných senzoryckých podmínkách (Malone et al. 2015; Pavão et al. 2013).

Mezi jedinci s diparetickou a hemiparetickou formou DMO byl na stabilometrické plošině porovnáván stoj s otevřenýma a zavřenýma očima. Autoři zjistili, že jedinci s diparetickou formou prokazovali větší výchylky COP medio-laterálním směrem v obou situacích: ve stoji s otevřenýma i zavřenýma očima (Rojas et al. 2013).

Schopnost stoje s modifikací senzorických vstupů (stoj s otevřenýma a zavřenýma očima na pevné podložce; stoj s otevřenýma a zavřenýma očima na pěnové podložce) byla hodnocena u dětí s diparetickou a hemiparetickou formou DMO v porovnání se zdravě se vyvíjejícími jedinci. U dětí s diparetickou formou byla zjištěna větší míra závislosti na somatosenzorických vstupech pro udržení stoje v různých podmínkách, zatímco u dětí s hemiparetickou formou nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v porovnání se zdravými vrstevníky (Saxena et al. 2014).

V důsledku poruchy posturální kontroly mají jedinci s dětskou mozkovou obrnou potíže, pokud je pro udržení polohy těla nezbytný rychlý přesun váhy – jako je tomu při reakci na zevní vychýlení nebo při iniciaci chůze (Malone et al. 2015; Pavão et al. 2014b). Skutečnost, že jedinci s DMO nejsou schopni zvyšovat intenzitu své odpovědi s postupně se zvyšujícími nároky na udržení rovnováhy, přispívá k menším limitům stability (Woollacott a Shumway-Cook 2005).

U dětí s diparetickou formou dětské mozkové obrny bylo také pozorováno, že jsou méně schopni reagovat na rytmický pohyb ve smyslu rychlého přesunu váhy do stran než jejich zdraví vrstevníci (Liao et al. 1997).

U jedinců s diparetickou a hemiparetickou formou DMO je redukována reaktivní komponenta posturální kontroly, jejíž mechanismy by měly být neustále aktivní, aby bylo možné navrátit bilanci po nečekané destabilizaci (Pavão et al. 2013; Woollacott a Shumway-Cook 2005). Po vychýlení ze stabilní polohy potřebují jedinci s DMO více času k obnovení stability než zdraví vrstevníci. Tento proces, který je zároveň doprovázen většími trajektoriemi COP, je způsoben neadekvátní odpovědí neuromuskulárního systému, která se jeví neorganizovaně. Projevuje se zvýšenou proximo-distální aktivitou svalů a větším množstvím ko-kontrakcí v jejím průběhu. Autoři udávají, že daná schopnost je limitována jednak postižením mozkové tkáně, ale také se na ní podílí biomechanické změny v držení těla (Pavão et al. 2013).

U jedinců s dětskou mozkovou obrnou byla pozorována omezená schopnost využívat kotníkovou strategii za účelem udržení balance. Aktivní kontrola v oblasti kotníku je důležitá zejména pro adaptaci v nerovném terénu, který vyžaduje udržet laterální stabilitu chodidla (Malone et al. 2015). Rovněž Nobre a kolektiv (2010) ve své studii zmiňují, že děti s DMO jsou schopny využívat kotníkovou strategii za účelem udržení balance v menší míře než děti se zdravým vývojem.

1.2.3 Vliv poruchy posturální kontroly na chůzi pacientů s dětskou mozkovou obrnou

Porucha posturální kontroly je považována za základní element patologického stereotypu chůze, který je pro jedince s DMO charakteristický (Tarakci et al. 2013). Stereotyp chůze je výsledkem snahy o kompenzaci primárních anomálií spojených s přítomným neurologickým deficitem (Domagalska-Szopa a Szopa 2014).

Atypické lokomoční vzorce vedou k asymetrické a méně stabilní chůzi. Při chůzi byl u jedinců s DMO také pozorován větší rozsah pohybu trupu i hlavy ve všech anatomických rovinách, kratší délka kroku a jejich vyšší kadence, zatímco nebyl zjištěn signifikantní rozdíl v rychlosti chůze v porovnání s jejich zdravými vrstevníky. Pro zdravě se vyvíjející jedince je charakteristické, že rychlost chůze se s přibývajícím růstem zvyšuje, což nebylo prokázáno u jedinců s DMO, u kterých se předpokládá zvyšující se náročnost udržení těla v průběhu růstu (Summa et al. 2016).

Ve studii porovávající kinematické charakteristiky chůze zdravě se vyvíjejících dětí a dětí s dětskou mozkovou obrnou byly zjištěny signifikantní rozdíly v pohybové strategii využívané pro iniciaci chůze a zachování chůze vpřed. U dětí s DMO byly sledovány větší rozdíly mezi trajektorií COP a trajektorií těžiště těla, spolu s větším rozsahem generované propulsní síly. Výsledkem jsou laterální pohyby těla při chůzi, které byly u dětí s DMO sledovány. Zároveň u nich byla pozorována větší šířka kroku a snížená rychlost chůze (Wallard et al. 2014).

Při porovnání chůze po rovném i nerovném povrchu mezi zdravě se vyvíjejícími dětmi a dětmi s dětskou mozkovou obrnou, bylo u dětí s DMO v obou případech pozorováno: kratší délka kroku, větší pohyby trupu a pánve, menší extenze v kyčelním kloubu s výraznější abdukci a větší míra flexe v kolenním kloubu při iniciálním kontaktu chodidla na podložku. Pro chůzi po nerovném terénu byly děti s DMO schopny využít menší adaptační změny než zdraví vrstevníci. Nedostatek adaptability je přisuzován porušené balanční reaktivitě, zejména v oblasti kotníků. Pozorované větší pohyby trupu a pánve při chůzi zrcadlí poruchu kontroly trupu (Malone et al. 2015).

1.2.4 Vliv poruchy posturální kontroly na celkovou pohybovou aktivitu pacientů s dětskou mozkovou obrnou

Porucha posturální kontroly má dopad na celkovou pohybovou aktivitu a míru participace jedinců s DMO (Dewar et al. 2015; Malone et al. 2015). Způsobuje omezení nebo ztrátu nezávislosti, snížení participace v denních činnostech a zvýšení rizika pádů (Shumway-Cook a Woollacott 2012). Deficit se projevuje v celkové pohybové aktivitě, která je limitována poruchou motoriky asociovanou s neurologickým postižením. Pro děti s dětskou mozkovou obrnou ve věku 5 – 18 let platí, že bývají celkově méně fyzicky aktivní než jejich vrstevníci (Carlon et al. 2013; Mitchell et al. 2015; van Wely et al. 2012).

Restrikce pohybové aktivity se prohlubuje obavami z možných pádů, které mohou vést nejen k bolesti a zranění. Následkem opakovaných pádů může dojít ke ztrátě důvěry ve své schopnosti provádět běžné aktivity. Ne všem pádům se dá předcházet, ale pády způsobené limitovanou posturální kontrolou je možné eliminovat tréninkem balančních funkcí (El-Shamy a Abd El Kafy 2014).

1.2.5 Hodnocení posturální kontroly na přístroji Balance Master

Za účelem hodnocení schopnosti posturální kontroly se ve většině studií využívají tenzometrické plošiny, které svými senzory snímají rekční sílu a umožňují určit její působíště (COP) nebo vypočítají polohu COG jedince a hodnotí trajektorii COG (Pavão et al. 2013).

V praktické části diplomové práce je schopnost posturální kontroly hodnocena měřením na přístroji Balance Master, který se za účelem objektivizace deficitu posturální kontroly využívá v klinické praxi. Měření na přístroji Balance Master zatím nepatří mezi standardně prováděné testy, kterými by se hodnotil efekt terapie u pacientů s DMO dané věkové skupiny. Za účelem hodnocení posturální stability byl však u dětí použit v řadě studií (Lee et al. 2015a; Liu et al. 2015; De Kegel et al. 2011; Bourelle et al. 2010; Deforche et al. 2009; Geldhof et al. 2006; Liao a Hwang 2003; Fong et al. 2016). Následný text je cílen na podrobnější charakteristiku přístroje Balance Master a vybraných testovacích protokolů.

Balance Master je přístroj vyráběný společností NeuroCom® International, Inc. Skládá se ze dvou stabilometrických plošin stejné velikosti (23cm x 46cm), centrální jednotky (osobní počítač s příslušenstvím) a transformátoru. Plošiny obsahují senzory snímající vertikálně působící síly (Ben Achour Lebib et al. 2006; Liston a Brouwer 1996). Lopes a David (2013) zmiňují, že hodnocení statické balance nemusí být dostatečně citlivé pro zachycení její poruchy v populaci dětí s dětskou mozkovou obrnou. Proto byly zvoleny testovací protokoly hodnotící statické i dynamické pohybové úkoly. Z široké škály nabízených testovacích sad bylo zvoleno šest testů.

Statické parametry rovnováhy hodnotí test **Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (MCTSIB)**, který sleduje, jak se projeví redukce sensorických vstupů na posturální stabilitu konkrétního jedince v podmínkách, které se často objevují v běžném životě. Cílem modifikovaného sensorického testu je kvantifikovat výchyly COG stojícího pacienta v odlišných sensorických podmínkách:

- otevřené oči při stojí na pevné podložce;
- zavřené oči při stojí na pevné podložce;
- otevřené oči při stojí na pěnové podložce;
- zavřené oči při stojí na pěnové podložce.

Výsledná číselná hodnota je udávána ve stupních za sekundu (Oršulíková et al. 2009).

Dalším testem je vyšetření **Limits of Stability (LOS)**. Jedná se o test, který hodnotí schopnost pacienta přenášet váhu v 8 směrech (přímo dopředu, dopředu šikmo vpravo, přímo doprava, dozadu šikmo vpravo, přímo dozadu, dozadu šikmo vlevo, přímo doleva a dopředu šikmo vlevo). Nakláněním těla pacient ovládá pohyb kurzoru na obrazovce přístroje. Po zaznění výzvy se snaží co nejrychleji a nejpřesněji přesunout kurzor ze středové pozice k cílovému bodu a pozici v tomto bodě udržet. Pozice cílových bodů vymezuje teoretické limity stability, které jsou vypočítány přístrojem (Fong et al. 2016).

Mezi kvantifikované parametry hodnocené testem limitů stability patří:

- reakční čas – uplynulý čas mezi příkazem k zahájení pohybu a jeho reálným započítáním ze strany pacienta, vyjádřen v sekundách;
- rychlost pohybu - udává průměrnou rychlost pohybu COG ze startovní pozice k cíli, udáváno ve stupních za sekundu;
- výchylka v koncovém bodě – délka trajektorie COG k cílovému bodu při prvním pokusu, vyjádřena v procentech LOS;
- maximální výchylka – nejdelší trajektorie COG ze středové pozice v průběhu měření, vyjádřena v procentech LOS;
- směrová kontrola – porovnává množství pohybů ve směru k vyznačenému cíli s množstvím pohybů mimo zamýšlený směr, vyjádřeno v procentech LOS (Siriphorn a Chamonchant 2015; Fong et al. 2016).

Limity stability vymezují rozsah pohybu, ve kterém může jedinec vychylovat své těžiště těla, aniž by došlo k pádu. Schopnost měnit pozici COG je základní dovednost potřebná pro uchopení vzdáleného předmětu nebo pro provedení změny pozice těla ze sedu do stoje. V běžném životě se může nedostatečný rozsah limitů stability jedince projevovat například nejistotou při pohybech v prostoru, nutností vyhnout se náhlé překážce, jízdě v dopravních prostředcích, ale také při osobní hygieně. Hodnota reakčního času vypovídá o schopnosti iniciace, která je závislá na procesu anticipace. Zpomalení reakčního času může rovněž ukazovat na deficit v oblasti kognitivních

funkcí. Výchyłka v koncovém bodě, maximální výchyłka a směrová kontrola zrcadlí aktuální schopnost cíleného přesunu váhy do zmíněných směrů.

Třetím vybraným testem je **Rhythmic Weight Shift (RWS)**, který umožňuje kvantifikovat schopnost rytmického přenášení váhy pacienta zleva doprava a zepředu dozadu. Pacient svým pohybem následuje kurzor na obrazovce, který kmitá postupně ve tří, dvou a jednosekundových intervalech. Pohyb probíhá nejprve ve směru latero-laterálním a poté anterio-posteriorním. Sledovanými parametry jsou:

- rychlost v ose pohybu - průměrná rychlost ve stupních za sekundu;
- směrová kontrola – porovnává pohyb směrem k hraničním liniím a pohyb za těmito hranicemi, udáváno v procentech (Oršulíková et al. 2009).

Výsledné hodnoty informují o schopnosti timingu a rytmického pohybu daného pacienta. V běžném životě se nedostatky v této oblasti projevují například při nutnosti přejít silnici nebo nastoupit na eskalátory. Schopnost rytmického pohybu je důležitá pro různé sportovní či volnočasové aktivity.

Další testy jsou zaměřeny na hodnocení dynamických pohybů, jako jsou: chůze, modifikovaná chůze a provedení otočky v prostoru. Chůze je základním elementem mobility. Její modifikace jsou koordinačně náročné pohyby, které jsou nezbytné pro bezproblémový pohyb v terénu. Zároveň je jejich provedení zásadní v případě nutného překonávání náhodných překážek či provedení změny směru pohybu.

Cílem vyšetření **Walk Across (WA)** je objektivně zhodnotit pohybové charakteristiky chůze. Pro zajištění snímání přirozené chůze je pacient vyzván, aby zahájil volnou chůzi ještě před začátkem plochy sledované přístrojem a zastavil se až za koncem plošiny. Hodnocené parametry zahrnují:

- průměrnou délku kroku – vzdálenost mezi patami při chůzi, záznam v centimetrech;
- průměrnou šířku kroku – boční vzdálenost mezi pravou a levou dolní končetinou při chůzi, záznam v centimetrech;
- rychlost chůze – udávána v centimetrech za sekundu (Balance Master Manual, 2002).

Test **Tandem Walk (TW)** charakterizuje parametry modifikované chůze, při které dochází k zúžení opěrné báze. Pacient provádí tandemovou chůzi po celé délce

plošiny. Po závěrečném položení chodidla je vyzván, aby po dobu 5 sekund zůstal co nejklidněji stát. Dané vyšetření podává informace o posturálních funkcích pacienta za podmínek extrémně zúžené opěrné báze a konkrétní hodnocené údaje zahrnují:

- průměrnou šířku kroku – boční vzdálenost mezi pravým a levým chodidlem, záznam v centimetrech;
- průměrnou rychlost - záznam v centimetrech za sekundu;
- průměrnou výchylku na konci pohybu – zaznamenává případné výchylky COG pacienta v zastavení se na konci testu, záznam ve stupních za sekundu (Balance Master Manual, 2002).

Vyšetřením **Step/Quick Turn (SQT)** jsou získávány údaje týkající se provedení dvou kroků vpřed, otočky o 180° a dvou kroků zpět na původní místo. Zmíněný pohyb je testován do obou stran. Vyšetřovaná koordinačně náročná pohybová aktivita klinicky hodnotí schopnost pacienta reagovat na očekávanou změnu směru pohybu. Zároveň vypovídá o míře dovednosti plně přenést váhu na jednu dolní končetinu při chůzi, s čímž souvisí schopnost okamžitého bezpečného zastavení pohybu. V rámci testu jsou měřeny dva aspekty:

- čas provedení otočky – začíná se počítat od ukončení pohybu vpředu a končí po provedení otočky a zahájení pohybu vpřed, udáváno v sekundách;
- rychlost výchylky při otočce – průměrná výchylka COG při otočce, udávaná ve stupních za sekundu (Balance Master Manual, 2002).

1.3 Vojtova reflexní lokomoce v rehabilitaci pacientů s dětskou mozkovou obrnou

Vojtova reflexní lokomoce (VRL) je terapeutickým konceptem, který byl původně vytvořen prof. Vojtou cíleně pro terapii pacientů s dětskou mozkovou obrnou. Základem je vývojová kineziologie, jejíž znalost umožňuje diagnostikovat, zařadit a léčit poruchy pohybového vývoje. Reflexní lokomoce je vhodná k terapii různorodých motorických poruch, pokud není úplně přerušeno nervosvalové spojení. V terapii se vychází z předpokladu, že při specifickém podráždění v definovaných polohách těla je možné reflexní cestou vyvolat globální pohybový vzor reflexního plazení nebo reflexního otáčení (Vojta 2010).

Globální vzory reflexního plazení a reflexního otáčení se ve spontánní motorice člověka neobjevují, ale jejich dílčí vzory jsou v běžné hybnosti v průběhu motorické ontogeneze pozorovatelné. Reflexní otáčení je ipsilaterální model a je zahájeno z polohy na zádech a končí v lezení po čtyřech. Výchozí polohou pro reflexní plazení je poloha na bříše, aktivace směřuje do pohybu vpřed a jedná se o model kontralaterální. Kontralaterálním modelem je také aktivační model 1. – 6. pozice, kterým je horizontální poloha těla měněna do polohy vertikální a stojí (Vojta 2010; Zouňková, Šafářová 2009).

Motorické dílčí vzory jsou zpřístupněny drážděním vybavovacích zón v přesně definovaných polohách těla. Reflexní reakce je zahájena manuálním tlakem terapeuta na spoušťové oblasti. Stimulace spoušťových zón má proprioceptivní charakter, jejich kombinací je možné variovat a sumovat aferentní impulzy. Cíleným zásahem z periferie dochází ke stimulaci centrální nervové soustavy a vyvolání reakce motorického systému. Centrální nervová soustava je terapií uvedena do aktivovaného stavu, který doznívá ještě po ukončení terapie (Vojta 2010; Banaszek 2010; Orth 2012).

Prostřednictvím globálního koordinačního komplexu mohou být aktivovány svalové jednotky, které jsou volní motorice nepřístupné. Aktivací globálního vzoru tedy může být dítěti s hybnou poruchou nabídnut fyziologický pohybový vzor, který daný jedinec nemá aktuálně plně k dispozici a následně nalezena jeho integrace. Dospělý i novorozenec s hybnou poruchou má obtíže s řízením rovnováhy, které je možné ovlivnit pomocí vzorů reflexního pohybu (Vojta 2010).

Nezbytnou součástí terapie je důkladné zapojení rodičů do terapeutického procesu kvůli nutnosti opakovaného provádění terapie v průběhu dne. Přestože je terapie vedená rodiči považována za neefektivnější terapeutický program, je v průběhu dlouhotrvající terapie obzvláště těžké hodnotit její skutečné provádění (Kanda et al. 2004). Efekt terapie Vojtovou reflexní lokomocí je v odborné literatuře dokumentován na malých vzorcích pacientů nebo formou kazuistik. Výsledky aktuálně dostupných studií vydaných v anglickém jazyce budou popsány v následujícím textu.

U pacientů s diparetickou formou DMO byl zkoumán efekt 8 týdenní terapie Vojtovou reflexní lokomocí na časoprostorové charakteristiky chůze, které byly hodnoceny kinematickou analýzou. Ze závěru studie vyplývá, že terapie Vojtovou reflexní lokomocí může vést k zlepšení parametrů chůze (Lim a Kim 2013).

Kanda s kolegy (2004) hodnotili efekt brzkého zahájení intenzivní terapie na motorický vývoj u předčasně narozených dětí, které byly ohroženy patologickým vývojem motoriky. Terapie byla nabídnuta dětem na základě diagnostických kritérií dle Vojtovy metody. Jedna skupina dětí absolvovala plnou dávku terapie, zatímco druhá skupina absolvovala nedostatečnou terapii. V první skupině děti absolvovaly terapii Vojtovou metodou, která probíhala 3-4 krát denně. Druhá skupina absolvovala nedostatečnou terapii ve smyslu jejího kratšího trvání nebo žádné terapie z různých důvodů. Při závěrečném hodnocení, které probíhalo průměrně v 5 letech dítěte, byly čtyři z pěti dětí první skupiny schopny samostatného stoje po dobu 5 s nebo samostatné chůze. Zatímco ve druhé skupině, která podstoupila nedostatečnou dávku terapie, nebylo žádné dítě schopno samostatně stát.

Vliv terapie Vojtovou reflexní lokomocí byl rovněž zkoumán u dvou dospělých jedinců nacházejících se v chronickém stádiu po kraniotraumatu. Jedinci absolvovali 46 terapií VRL v průběhu 23 dní. Po terapii došlo k zmenšení času potřebného pro absolvování testu chůze na vzdálenost deset metrů. Dle videozáznamu bylo pozorováno zlepšení ve kvantitě i kvalitě krokového cyklu (Perales López et al. 2009).

1.4 Aktivní videohry v rehabilitaci pacientů s dětskou mozkovou obrnou

Aktivní videohry jsou jakožto terapeutický prostředek využívány zejména u pacientů s neurologickým onemocněním za účelem ovlivnění balančních schopností. V rehabilitační léčbě dětí se technologie virtuální reality používají již déle než 15 let. Jedná se o bezpečnou, motivující a poutavou variantu rehabilitačního programu (Weiss et al. 2014; Cho et al. 2016). Podstatou působení jednotlivých herních systémů je schopnost snímat a zpracovávat informace o pohybech těla uživatele. Změna polohy těla mění stimulaci jednotlivých senzorů daného systému (Dupalová et al. 2013).

Pro prostředí virtuální reality je charakteristické využívání cílených úkolů, které jsou pro pacienty motivační výzvou. Pro jejich úspěšné zvládnutí je nezbytné využít multimodální sensorické procesy (Brien a Sveistrup 2011; Weiss et al. 2014). Videohry umožňují pacientům provádět různé druhy pohybové aktivity, které jim jsou tímto dostupné bez nutnosti překonávání bariér prostředí (AlSaif a Alsenany 2015).

Aktivní videohry jsou považovány za formu neurorehabilitace. U pacientů s neurologickým onemocněním byla zjištěna spojitost mezi hraním aktivních videoher a neuroplastickými změnami mozkové tkáně. Proces neuroplasticity je podporován opakováním daného pohybu, které při hraní aktivních videoher probíhá nenásilnou formou. Právě opakování zlepšuje motorické učení a funkční schopnosti pacientů s neurologickým postižením. Dále je pro optimální proces neuroplasticity důležitá možnost zpětné vazby a individuální motivace, kterou herní systémy nabízí. Pro maximální vývoj nervových drah u dětí s dětskou mozkovou obrnou je zásadní využívání multisenzorických vstupů (Gatica-Rojas a Méndez-Rebolledo 2014; You et al. 2005a; Reid et al. 2015).

Při tréninku s využitím virtuální reality byla zjištěna aktivace prefrontální i parietální arei kortexu (Mao et al. 2014). U dospívajících jedinců s hemiparetickou formou dětské mozkové obrny (ve věku 13 - 15 let) byla po absolvování terapie s využitím virtuální reality zjištěna větší aktivita v primárním motorickém kortexu a mozečku (Golomb et al. 2010).

Rovněž v případové studii byl zkoumán vliv terapie s využitím virtuální reality na kortikální organizaci. Efekt byl hodnocen funkční magnetickou rezonancí, která byla u 8 letého pacienta s hemiparetickou formou DMO prováděna před a po intervenci. Ze závěru vyplývá, že 12 týdenní terapie s využitím virtuální reality vedla u daného pacienta k měřitelným změnám aktivity kortexu (You et al. 2005b).

V praktické části diplomové práce je v terapii pacientů s DMO využíván systém aktivních videoher Nintendo Wii. Teoretická část je cílena na charakteristiku systému Nintendo Wii a jeho využití v rehabilitaci pacientů s dětskou mozkovou obrnou.

Nintendo Wii je běžně dostupná herní konzole vyráběná společností Nintendo; specificky za účelem zlepšení flexibility, svalové síly, koordinace a rovnovážných schopností byl vytvořen program Nintendo Wii Fit. Systém Nintendo Wii se skládá z videoherní konzole a příslušenství, ze kterého se pro terapeutické účely využívá Wiimote (základní ovladač), Wii balance board (podložka snímající změny zatížení opěrné báze) a speciální nástavce na Wiimote. V základním ovladači je zabudován akcelerometr, který snímá pohyb ve třech osách. Zároveň disponuje minikamerou, která komunikuje s přijímací lištou působením infračerveného záření. Wii balance board (WBB) je podložka, která disponuje tlakovými senzory, umožňujícími snímat COP uživatele. S herní konzolí je spojena bezdrátově (Dupalová et al. 2013).

Podložka WBB umožňuje také testovat statickou složku rovnováhy. Validita a reprodukovatelnost výsledků měření byla ověřena u dospělých jedinců a dětí ve věku 10 - 14 let. Autoři studie zabývající se touto problematikou zmiňují, že by měření na WBB mohlo v budoucnu nahradit běžně nedostupné přístrojové laboratorní vyšetření (Larsen et al. 2014).

Trénink prostřednictvím systému Nintendo Wii Fit umožňuje zlepšovat balanční schopnosti a fyzickou kondici pacienta (Tarakci et al. 2013). Při hraní her pacient dostává na obrazovce neustále informace o pohybech svého těla. Právě možnost vizuální zpětné vazby je důležitým faktorem, který hravou formou pomáhá dosáhnout terapeutického cíle. Rostoucí popularita aktivních videoher v rehabilitaci je pravděpodobně způsobena zejména zábavností a soutěživostí, kterou hraní her provází. Využití systému Nintendo Wii je výhodné svou cenovou dostupností a prostorovou nenáročností; terapie může probíhat v domácím prostředí. Pestrá nabídka her, které jsou vždy ohodnoceny bodovým skóre, přispívá k oblibě využití systému Nintendo Wii. Konkrétní herní výsledky mohou být vzájemně porovnávány, což v uživateli vzbuzuje pílí a soutěživost (Weiss et al. 2014; Tarakci et al. 2016).

Zásadním limitem používání systému Nintendo Wii v rehabilitační péči je nemožnost sledování kvality pohybových vzorů, které uživatel pro splnění požadavků her v domácím prostředí využívá. Nesprávné pohyby mohou sice vést k úspěšnému splnění cíle hry, avšak nevedou k očekávanému terapeutickému efektu. Problémy může způsobovat volba neadekvátních her, které mohou být příliš obtížné nebo jednostranně zaměřené. Hraní her na herní konzoli Nintendo Wii s využitím WBB je limitováno stabilitou stoje pacienta. Se zvyšující se mírou nestability se zvyšuje riziko pádu a následného úrazu. Pro zvládnutí her a úspěšnou terapii je důležité, aby pacienti disponovali odpovídajícím stupněm kognitivních schopností a dokázali porozumět smyslu her.

Terapie s využitím virtuálního prostředí může u citlivých jedinců způsobovat nevolnost, projevující se ztrátou orientace, nauzeou, pocením, bolestí očí nebo posturální nejistotou. V neposlední řadě je třeba zmínit riziko vzniku závislosti na hraní (Dupalová et al. 2013).

U pacientů s hemiparetickou formou DMO ve věku 7 – 14 let byl zkoumán vliv tréninku se systémem Nintendo Wii na posturální kontrolu a hrubou motoriku. V závěru byl prokázán pozitivní efekt v oblasti zlepšení balance daných pacientů. Většina pacientů preferovala využití herní konzole před konvenční terapií (Jelsma et al. 2013).

Alsaif a Alsenany (2015) se ve své práci zabývali zkoumáním efektu terapie systémem aktivních videoher Nintendo Wii u pacientů s diparetickou formou DMO ve věku 6 – 10 let. Po absolvování 12 týdenní terapie došlo k signifikantnímu zlepšení výsledného skóre testu Movement Assessment Battery for Children-2. K signifikantnímu zlepšení došlo také v subtestu škály Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, ve kterém byla hodnocena schopnost uchopovat houpající se balónek. Výsledky byly porovnávány s kontrolní skupinou, u které nebyly v testování zjištěny signifikantní změny.

Efekt terapie s využitím aktivních videoher Nintendo Wii na balanční schopnosti u dětí s lehkou formou DMO ve věku 5 – 18 let byl porovnáván s konvenčně prováděným balančním tréninkem. Po ukončení terapie byly v obou případech zjištěny signifikantní změny v prováděných balančních testech. Zároveň bylo zjištěno statisticky významnější zlepšení v tréninkové skupině zahrnující aktivní videohry Nintendo Wii Fit oproti běžně prováděné terapii (Tarakci et al. 2016).

Sandlund a kolektiv (2012) zaznamenali pohled rodičů na domácí terapii s využitím aktivních videoher. Rodiče popisovali, že jejich děti nevnímaly hraní aktivních videoher jako terapii, ale spíše jako hru. Velmi pozitivně byla vnímána možnost hrát a soutěžit s kamarády, sourozenci nebo rodiči. Děti rovněž chtěly hrát hry z vlastní iniciativy, což rodiče shledávali velmi důležitým. Při denně prováděné terapii však klesal zájem o hraní ze strany dětí a ve čtvrtém týdnu již rodiče popisovali, že museli děti k terapii přemlouvat. Upadající zájem o hry byl zřejmý zejména u starších dětí.

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle

Teoretická část je zaměřena na shrnutí aktuálních poznatků o motorických dovednostech pacientů s hemiparetickou a diparetickou formou DMO, kteří svými schopnostmi odpovídají stupni I nebo II na škále GMFCS. Záměrně je cílena na problematiku posturální kontroly, která je hodnocena v praktické části. Zároveň je záměrně cílena na období školního věku a dospívání, protože ve výzkumném souboru byli zahrnuti pacienti ve věku 6 – 18 let. Cílem teoretické části je rovněž podat přehled o využití Vojtovy reflexní lokomoce a systému aktivních videoher Nintendo Wii v rehabilitační péči pacientů s dětskou mozkovou obrnou.

Cílem experimentální části je zhodnotit vliv terapie Vojtovou reflexní lokomocí a systémem aktivních videoher Nintendo Wii na posturografické parametry pacientů s DMO ve věku 6 – 18 let, kteří disponují motorickými dovednostmi odpovídajícími stupni I nebo II na škále GMFCS.

2.2 Hypotézy

H1: 30 denní terapie Vojtovou reflexní lokomocí má pozitivní signifikantní vliv na sledované posturografické parametry u dětí s DMO.

H2: 30 denní terapie s využitím aktivních videoher Nintendo Wii má pozitivní signifikantní vliv na sledované posturografické parametry u dětí s DMO.

H3: Vliv terapií na sledované posturografické parametry je u dětí s DMO rozdílný.

H4: Pořadí absolvovaných terapií má vliv na hodnotu změny sledovaných posturografických parametrů u dětí s DMO.

3 METODIKA

Studie je součástí výzkumného projektu, který probíhá pod záštitou Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN Motol v období od března 2015 do ledna 2017. Data zpracovaná v praktické části diplomové práce byla sbírána od března 2015 do dubna 2016. Pacienti byli náhodně rozděleni do dvou skupin. V první fázi podstoupila jedna skupina pacientů 30denní terapii Vojtovou metodou reflexní lokomoce, druhá skupina absolvovala 30denní terapii s využitím systému Nintendo Wii. Po půlroční pauze následovala druhá fáze, při které se skupiny vyměnily tak, aby každý pacient absolvoval obě terapeutické části. V půlroční pauze mohli pacienti vykonávat běžné pohybové a sportovní aktivity, ale nesměli podstoupit žádnou cílenou terapii působící na neurofyzilogickém podkladě.

3.1 Charakteristika souboru

Osloveni byli pacienti dětské části Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Karlovy univerzity a FN Motol. Dále byli osloveni pacienti ambulancí neurologie a speciálně pedagogických center v Praze. Účast v projektu byla nabídnuta také žákům základních a středních škol v Praze. Kritéria pro oslovení pacientů byla:

- diagnostikována diparetická nebo hemiparetická forma DMO;
- věk 6 – 18 let;
- úroveň motorických dovedností odpovídající I. nebo II. stupni na škále GMFCS.

Vylučovací kritéria před zahájením výzkumu:

- aktuálně probíhající cílená rehabilitace;
- závažné interní onemocnění v anamnéze;
- aplikace botulotoxinu v posledních šesti měsících;
- ortopedická operace či trauma v posledním roce;
- neschopnost provést kulový úchop;
- neschopnost absolvovat šestiminutový test chůze;
- mentální retardace;
- závažné poruchy zraku a sluchu.

Šestimínutový test chůze a schopnost provedení kulového úchopu byla testována před zahájením prvního testování. Šestimínutový test chůze sloužil k orientačnímu zjištění, zda pacient fyzicky zvládne hrát aktivní videohry. Úchop byl testován za účelem ujištění se, že pacient dokáže manipulovat s herním ovladačem, což byla důležitá podmínka pro úspěšné zvládnutí vybraných her. Pacient byl instruován, aby vyšetřujícímu předvedl požadovaný úchop ovladače herní konzole. V případě, že pacient nebyl schopen provést zmíněné úkony, byl vyřazen z účasti ve studii.

Každý pacient absolvoval psychologické vyšetření, které probíhalo pod záštitou Oddělení klinické psychologie FN Motol a jehož cílem bylo odhalit případnou mentální retardaci zúčastněných pacientů. U všech pacientů bylo potvrzeno, že nespádají do pásma mentální retardace.

S účastí ve studii souhlasilo 10 pacientů, kteří splňovali všechny výše zmíněné požadavky. Dva pacienti odstoupili ze studie z důvodu zranění a nemoci v jejím průběhu. Statisticky jsou zpracovávána data 8 pacientů, kteří dokončili výzkum do konce dubna 2016. Ve výzkumném souboru byli zahrnuti 4 pacienti s diparetickou a 4 pacienti s hemiparetickou formou dětské mozkové obrny. Jednalo se o 6 mužů a 2 ženy. Medián věku pacientů při zahájení výzkumu byl 13, 5 let. Funkční motorická úroveň dle škály GMFCS byla na 1. stupni u 6 pacientů a na 2. stupni u 2 pacientů. Demografická data jsou uvedena v tabulce 1. Při prvním vyšetření byl dítěti za účelem zachování anonymity přidělen identifikační kód.

ID	věk (v letech)	pohlaví	forma DMO	GMFCS	výška (m)	BMI
MS160100M	15,2	muž	diparéza	1	1,78	24,934
AH030906M	8,5	muž	diparéza	1	1,35	17,009
LE190901F	13,5	žena	hemiparéza	1	1,51	19,736
VŠ081202M	12,3	muž	hemiparéza	2	1,42	14,878
OK150306M	9,0	muž	hemiparéza	1	1,27	15,314
JK080701M	13,7	muž	diparéza	2	1,63	23,712
AL280597F	17,9	žena	diparéza	1	1,72	20,957
FŠ290908M	6,7	muž	hemiparéza	1	1,16	15,680

Tabulka 1: Demografická data pacientů

3.1.1 Průběh vyšetření

Vyšetření proběhlo vždy před začátkem terapie, po jejím ukončení a s odstupem osmi týdnů od ukončení terapie. V rámci praktické části diplomové práce budou zpracovávána jen data testování před a po terapii. Jedná se o parciální data poloviny pacientů, kteří se účastní výzkumného projektu. S průběhem vyšetření byli pacienti předem seznámeni. V úvodním setkání byl absolvován šestiminutový test chůze a test úchopu. Po jejich úspěšném splnění byl vyplněn informovaný souhlas s účastí ve výzkumném projektu (příloha č. 3), anamnestický dotazník (příloha č. 4), hodnocení bolesti (příloha č. 5) a proběhlo měření na přístroji Balance Master. V průběhu dalších vyšetření pacienti absolvovali jen hodnocení bolesti a testování na přístroji Balance Master.

3.1.2 Anamnestický dotazník

Anamnesticky zjišťovaná data sloužila k odhalení skutečností, které by se neslučovaly se stanovenými podmínkami pro účast ve výzkumu a k záznamu podrobnějších informací o klinickém stavu konkrétního pacienta.

V anamnestickém dotazníku byly zaznamenávány základní údaje: datum narození, pohlaví, váha, výška a lateralita. Další zjišťovaná data byla: lékařská diagnóza, přidružená onemocnění, okolnosti vzniku daného postižení, užívané léky, užívání ortopedických pomůcek a prodělané hospitalizace, operace či úrazy. V souvislosti s rehabilitační péčí byla v anamnestickém dotazníku zkoumána časnost zahájení rehabilitace (věk pacienta při první rehabilitační intervenci), termín poslední absolvované terapie, případně probíhala-li rehabilitace v současné době.

3.1.3 Vyšetření posturální stability

Vstupní vyšetření proběhlo u všech pacientů 7 dní před zahájením 30 denní terapie; kontrolní vyšetření proběhly 31. den od zahájení terapie. Před vstupním vyšetřením pacienti absolvovali tréninkové vyšetření. Cílem tréninkového testování bylo seznámit pacienta s postupem vyšetření a daným přístrojem, aby byl eliminován vliv motorického učení, který vede k falešně zvýšeným hodnotám mezi prvním a druhým testováním. Testování před terapií bylo druhým vyšetřením, které pacient na přístroji Balance Master absolvoval.

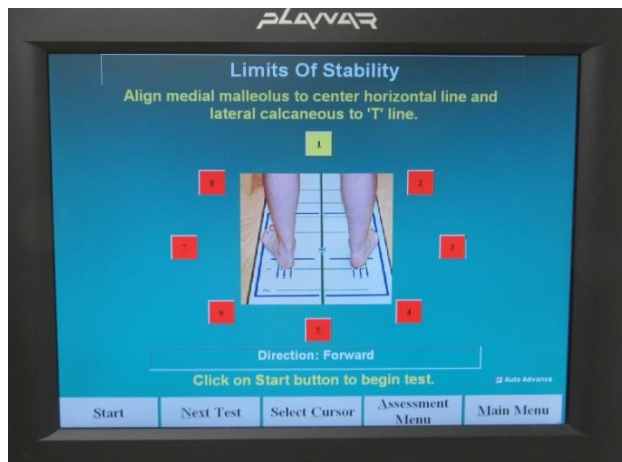
Každý pacient byl testován vždy ve stejnou hodinu v laboratoři Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN Motol odborně školeným terapeutem, kterému nebyly podány informace o tom, jakou terapii konkrétní pacient absolvoval. Pacienti nesměli 48 hodin před vyšetřením užít medikaci, která by mohla mít vliv na stabilitu, ani kofein. V průběhu všech jednotlivých vyšetření byl pacient v pohodlném oblečení a bez bot.

Před zahájením vyšetření byl vyplňován dotazník bolesti, který při všech vyšetřeních vyšel negativní. Pacienti tedy popisovali, že nemají aktuální ani dlouhotrvající bolesti. Posturální stabilita byla hodnocena s využitím stabilometrické plošiny Balance Master. Z komplexní nabídky testovacích protokolů bylo zvoleno 6 testů: tři vyšetření zaměřující se na statické parametry a tři vyšetření hodnotící dynamické parametry posturální stability.

Charakteristiky konkrétních testů jsou zmíněny v teoretické části diplomové práce. Pokyny pro absolvování daného vyšetření byly pacientovi podány vyšetřujícím terapeutem, který dohlížel na správné provedení daného úkolu a bezpečnost pacienta. Pacient nesměl v průběhu vyšetření využívat jakoukoli zevní oporu. Požadované pohyby při testování jednotlivých položek byly pacientům vždy předem vysvětleny a předvedeny.

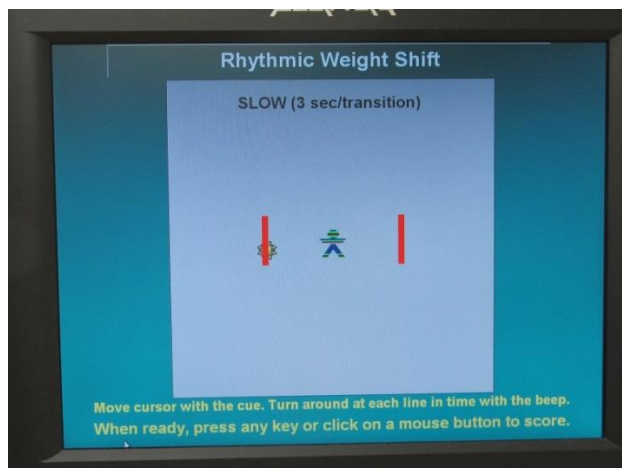
Při testu **Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance** je pacient instruován, aby stál v napřímeném klidovém stoji. Chodidla má položená v přesně stanovené pozici dle značek umístěných na plošině přístroje. Pohled pacienta směřuje vpřed na značku umístěnou na protější zdi. Testují se čtyři varianty stoje: s otevřenými očima na pevné podložce, se zavřenými očima na pevné podložce, s otevřenými očima na molitanové podložce a se zavřenými očima na molitanové podložce. Testování je zahájeno terapeutem, přístroj snímá informace po dobu 30 s a každá poloha je snímána třikrát.

Test **Limits of Stability** je zahájen v klidovém stoji pacienta, který má před sebou monitor přístroje Balance Master. Na obrazovce přístroje je terč ve tvaru hodin. Pacient pohybem svého těla ovládá kurzor na obrazovce a snaží se jej přesunout z pozice ve středu postupně do všech cílových bodů terče (obrázek 3). Po celou dobu měření zůstávají chodidla pacienta v kontaktu s podložkou.



Obrázek 3: Na obrázku je na displeji Balance Masteru znázorněn cílový terč před testováním limitů stability (fotoarchiv autora).

Schopnost rytmického pohybu do stran a předozadně je testována v testu **Rhythmic Weight Shift**. Pacient stojí na plošině a má před sebou obrazovku, na které se mezi dvěma terči pohybuje obrázek sluníčka (obrázek 4). Pohyb sluníčka probíhá nejdříve do stran, postupně ve tří, dvou a jednosekundových intervalech, poté nahoru a dolů. Pacient má za úkol svým pohybem co nejpřesněji doprovázet pohyb sluníčka nejprve přenášením váhy do stran a poté přenášením váhy mezi předními částmi chodidel a patami.



Obrázek 4: Na obrázku jsou na displeji Balance Masteru znázorněny okrajové hranice, mezi kterými se pohybuje kurzor v podobě slunce při testu Rhythmic Weight Shift – pohyb do stran (fotoarchiv autora).

V dalších testech je hodnocena chůze a její modifikace. V testu **Walk Across** je pacient vyzván, aby volnou chůzí přešel přes stabilometrickou plošinu přístroje. Chůzi je důležité zahájit ještě před začátkem měřicí plochy a rovněž k zastavení se dochází až za koncem měřicí plochy. Test **Tandem Walk** vyžaduje, aby pacient přešel celou délku měřicí plošiny chůzí s využitím zúžené báze. Test je zahájen stojem s chodidly položenými těsně za sebou na začátku měřicí plošiny a ukončen stojem s výdrží pět sekund na konci měřeného úseku.

V posledním testu **Step/Quick Turn** pacient předvádí schopnost provedení otočky v prostoru. Je instruován, aby provedl dva kroky vpřed, pak se otočil o 180° a udělal další dva kroky. Test je ukončen ve stoji na přibližně stejném místě stabilometrické plošiny, ze kterého byl zahájen. Daný dynamický koordinačně náročný úkol je testován na obě strany.

3.2 Terapie

Terapeutická část trvala vždy třicet dní. Terapie probíhaly v domácím prostředí pod vedením rodičů jednou denně třicet minut. V průběhu terapeutické části byly zařazeny tři konzultace ve FN Motol pod vedením terapeuta.

3.2.1 *Průběh terapie Vojtovou reflexní lokomocí*

Terapie Vojtovou reflexní lokomocí probíhala pod vedením odborně školeného terapeuta dětské části Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN Motol. Konzultace terapie probíhaly první, třetí a patnáctý den terapeutické části. Náplní konzultací bylo zaučení rodičů pacienta, aby rodiče dokázali vést terapii v domácím prostředí. Terapie byla doma prováděna každý den třicet minut, zároveň rodiče pravidelně vyplňovali formulář o průběhu terapie (příloha č. 6), který jim byl předán na první konzultaci. Pro terapii byly voleny dvě polohy: poloha na boku a první pozice. Každá poloha byla aktivována z obou stran.

Poloha na boku je jednou z možných výchozích nastavení pro vybavení globálního vzoru reflexního otáčení. Za účelem adekvátního zacílení dle reakcí konkrétního pacienta byly definovány varianty terapie v poloze na boku. V první pozici (poloze na kolenou) byla aktivována zóna mediálního epikondylu humeru na čelistní horní končetině spolu s řízením hlavy a aktivace patní zóny záhlavní dolní končetiny spolu s řízením hlavy (příloha č. 7).

3.2.2 *Průběh terapie systémem aktivních videoher Nintendo Wii*

První konzultace terapie probíhala ve FN Motol a její náplní bylo: seznámit pacienta a rodiče s nastavením herní konzole a jejím propojení s televizorem; seznámit pacienta s vybranými hrami a naučit jej pracovat s ovládním herní konzole; korigovat hrubé nedostatky v používaných pohybových vzorech při hraní jednotlivých her; předání formuláře pro průběžný záznam terapie (příloha č. 8) a předání herní konzole.

Druhá konzultace ve FN Motol probíhala třetí den terapeutické části. Pod vedením terapeuta byla kontrolována správnost provedení terapie. Při hraní her terapeut nekorigoval držení těla pacienta. V případě, že pacient potřeboval přestávku, mohl terapii na potřebnou dobu přerušit, ale čistý čas terapie (30 minut) byl zachován.

Poslední konzultace byla naplánována na patnáctý den terapie, kdy došlo k výměně her za náročnější variantu. Herní konzole Nintendo Wii byla pacientům půjčována domů, aby mohla terapie probíhat pravidelně v domácím prostředí. Na každou konzultaci s sebou přivezli rodiče herní konzoli, aby pacient hrál stále na jednom přístroji. Rodiče každý den zaznamenávali průběh terapie do formuláře.

Cíleně byly vybrány hry, pro jejichž úspěšné zvládnutí byl pacient nucen využívat přenášení váhy do všech směrů, plynule či dynamicky. Zároveň byl součástí her trénink rytmického pohybu. V úvodní části, která trvala 2 týdny, hrál pacient pět základních her (příloha č. 9). Poté se změnil výběr her na náročnější varianty, které byly hrány do ukončení terapie (příloha č. 10). V průběhu konzultací byla zdůrazňována bezpečnostní pravidla. Pacienti i rodiče byli rovněž informováni o pravidlech výzkumu, které bylo nutné dodržovat: Děti mohly hrát pouze za výzkumným účelem vybrané hry, dodržovat stanovené pořadí her s tím, že každá hra byla hrána dvakrát.

3.3 Statistické zpracování dat

Data byla zpracována s pomocí Mgr. Martina Schindlera, Ph.D. s využitím statistického programu R, konkrétně balíčku „nlme“. K výpočtu statistické významnosti dosažených změn v jednotlivých parametrech byla použita funkce „lme“ a „anova.lme“. Jedná se o analýzu rozptylu se smíšenými efekty. Byl zkoumán vliv faktorů:

- treatment (Trt);
 - značící zda se jednalo o terapii VRL nebo Wii;
- perioda (Per);
 - značící zda šlo u daného pacienta o první nebo druhou terapii;
- sequence (Seq);
 - značící zda pacient nejdříve podstoupil VRL nebo Wii.

Výsledná hodnota je považována za statisticky významnou, pokud je hladina významnosti p menší než 0,05.

4 VÝSLEDKY

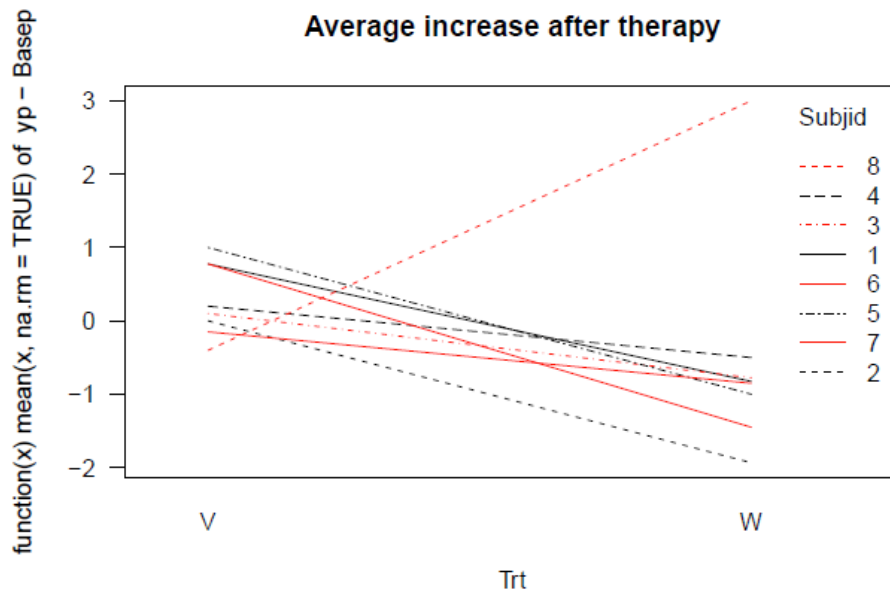
Výsledky popisují změnu posturografických parametrů měřených u souboru pacientů, jehož charakteristiky jsou uvedeny v kapitole 3.1 Charakteristika souboru. Pro přehlednější zpracování je text záměrně rozdělen na shrnutí výsledků po terapii VRL a samostatné shrnutí výsledků po terapii s využitím aktivních videoher Nintendo Wii. Samostatná část je věnována hodnocení rozdílnosti efektu terapie VRL a Nintendo Wii spolu s vlivem periody. Každý ze sledovaných parametrů byl hodnocen samostatně. Analyzována byla data osmi pacientů. Jak již bylo zmíněno, jedná se o předběžné hodnocení parciálních dat aktuálně probíhajícího výzkumu.

4.1 Efekt terapie Vojtovou reflexní lokomocí

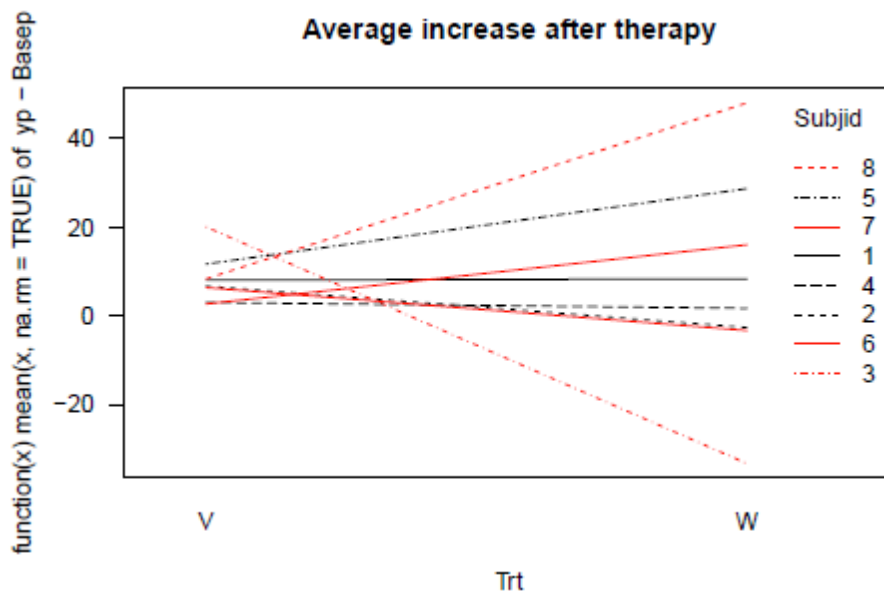
Výsledky všech testů hodnotících změny po terapii Vojtovou reflexní lokomocí jsou shrnuty v příloze č. 11. Z výsledků vyplývá, že signifikantní efekt nebyl prokázán u žádného sledovaného parametru. S přihlédnutím k malému počtu testovaných pacientů jsou rozpracovány také výsledky, které se blíží statisticky významné hodnotě, k čemuž došlo v případě tří testů uvedených v následujícím textu.

Výsledek blízky statisticky významné hodnotě byl sledován v subtestu Limits of Stability (LOS), který hodnotí rychlost pohybu ($p=0,0734$). Po terapii VRL byli pacienti schopni rychleji přenést váhu do cílového místa. Z obrázku 5 je patrné, že ke zrychlení pohybu došlo u pěti pacientů, jeden pacient zůstal na stejné úrovni a u dvou pacientů došlo po terapii VRL ke zpomalení rychlosti pohybu v testu LOS.

Druhý výsledek blízky statisticky významné hodnotě byl zjištěn v testu Rhythmic Weight Shift, konkrétně v subtestu hodnotícím schopnost směrové kontroly při přenášení váhy v předozadním směru ($p=0,0741$), přičemž nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi rychlostmi. Přestože statisticky významná změna nebyla zjištěna, je evidentní, že všichni pacienti se v daném parametru po terapii VRL zlepšili, což dokazují hodnoty na obrázku 6.

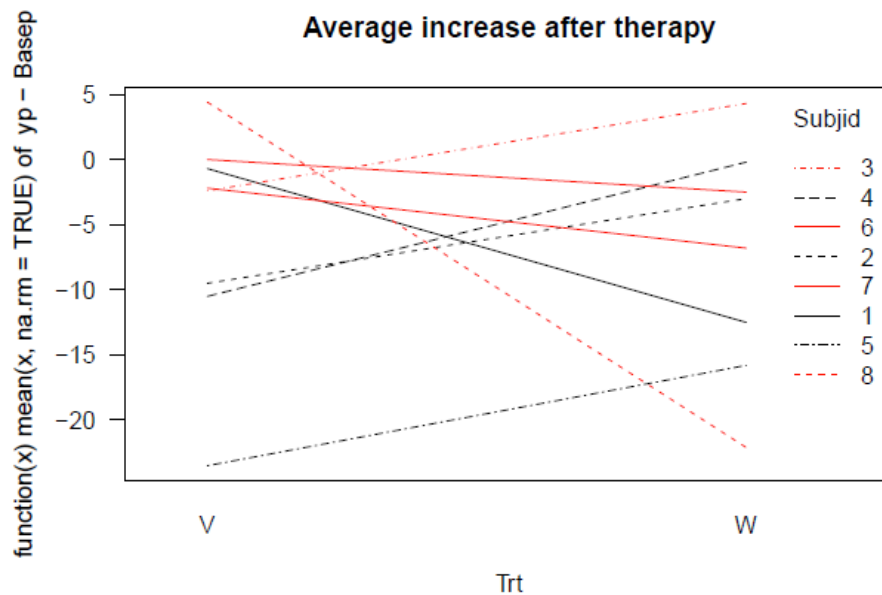


Obrázek 5: Na obrázku je znázorněna změna po terapii VRL (označeno V) a po terapii Wii (označeno W) v testu LOS - rychlost pohybu. Každá linie odpovídá jednomu pacientovi. Červenou barvou je označena linie u pacientů, kteří podstoupili v první periodě terapii s využitím Wii. Černou barvou jsou označeny linie u pacientů, kteří v první periodě podstoupili terapii VRL. Velikost změny po terapii VRL je možné odečíst z hodnot na ose y, které jsou nad označením V. U 5 pacientů došlo po terapii VRL k zrychlení pohybu, 1 pacient zůstal na původní hodnotě a u 2 pacientů bylo pozorováno zpomalení pohybu v testu LOS.



Obrázek 6: Na obrázku je znázorněna změna po terapii VRL (označení V) a po terapii Wii (označení W) v testu RWS - směrová kontrola při předozadním pohybu. Každá linie odpovídá jednomu pacientovi. Červenou barvou je označena linie u pacientů, kteří podstoupili v první periodě terapii s využitím Wii. Černou barvou jsou označeny linie u pacientů, kteří v první periodě podstoupili terapii VRL. Velikost změny po terapii VRL je možné odečíst z hodnot na ose y, které jsou nad označením V. Z obrázku je vidět, že u všech pacientů došlo po terapii VRL ke zlepšení směrové kontroly pohybu. Po terapii Wii (označení W) je znát větší rozptyl účinku - proto analýza neprokázala významný rozdíl mezi VRL a Wii.

Třetím parametrem, ve kterém byl zjištěn výsledek blízky statisticky významné hodnotě ($p=0,0664$) byla průměrná délka kroku sledovaná v testu Walk Across. Z výsledku vyplývá, že po terapii VRL došlo ke zkrácení průměrné délky kroku u šesti pacientů, u jednoho pacienta zůstala průměrná délka kroku stejná a u jednoho pacienta se délka kroku po terapii VRL prodloužila (obrázek 7).



Obrázek 7: Na obrázku je znázorněna změna po terapii VRL (označení V) a po terapii Wii (označení W) v testu WA – průměrná délka kroku. Každá linie odpovídá jednomu pacientovi. Červenou barvou je označena linie u pacientů, kteří podstoupili v první periodě terapii s využitím Wii. Černou barvou jsou označeny linie u pacientů, kteří v první periodě podstoupili terapii VRL. Velikost změny po terapii VRL je možné odečíst z hodnot na ose y, které jsou nad označením V. Z obrázku je patrné, že po terapii VRL došlo ke zkrácení průměrné délky kroku u 6 pacientů, 1 pacient zůstal na stejné úrovni a u 1 pacienta byla průměrná délka kroku po terapii prodloužena.

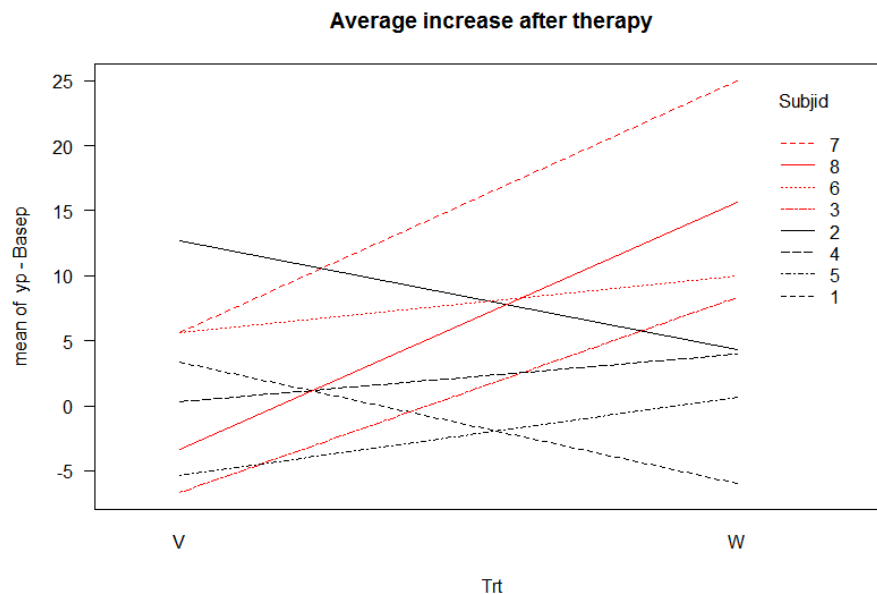
Závěr:

Dílní zpracování dat osmi pacientů neprokázalo signifikantní změny po terapii Vojtovou reflexní lokomocí, proto je hypotéza zamítnuta. Z výsledků, je však možné sledovat efekt terapie, který se ukázal v testech Limits Of Stability, Rhythmic Weight Shift a Walk Across.

4.2 Efekt terapie systémem aktivních videoher Nintendo Wii

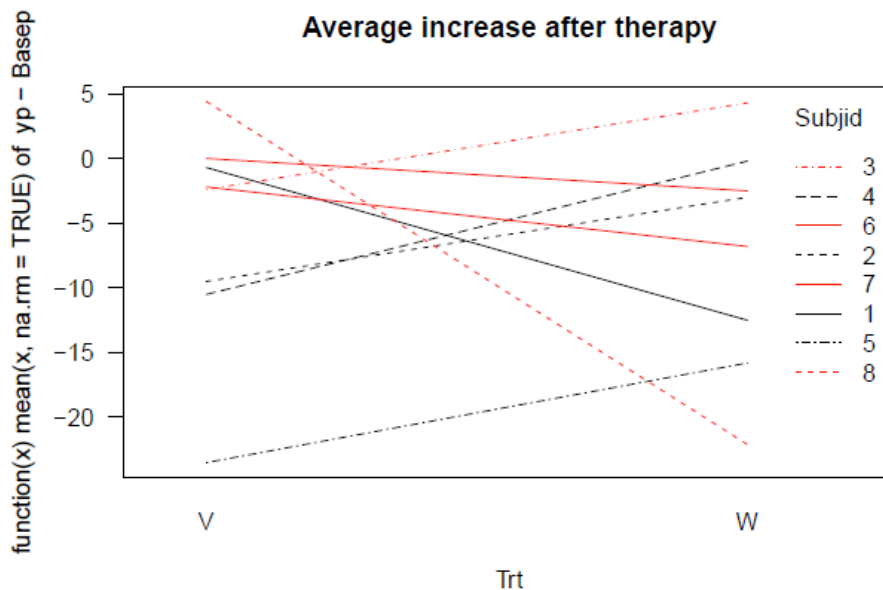
Hodnoty všech změn po terapii s využitím systému aktivních videoher Nintendo Wii jsou uvedeny v příloze č. 12. Z výsledků vyplývá, že signifikantní efekt byl prokázán u jednoho sledovaného parametru. U dalšího parametru došlo ke zlepšení blížícímu se hladině statistické významnosti, proto bude v následujícím textu rovněž popsán.

V testu Rhythmic Weight Shift bylo po terapii prokázáno signifikantní zlepšení v subtestu hodnotícím schopnost směrové kontroly při rytmickém pohybu do stran ($p=0,0091$), mezi rychlostmi nebyl zjištěn signifikantní rozdíl, ale větší zlepšení bylo při pomalém pohybu v třísekundovém intervalu (obrázek 12). Z obrázku 8 je zřejmé, že u sedmi pacientů došlo po terapii ke zlepšení směrové kontroly pohybu a jeden pacient se ve sledovaném parametru zhoršil.



Obrázek 8: Na obrázku je znázorněna změna po terapii VRL (označení V) a po terapii Wii (označení W) v testu RWS – směrová kontrola při pohybu do stran. Každá linie odpovídá jednomu pacientovi. Červenou barvou je označena linie u pacientů, kteří podstoupili v první periodě terapii s využitím Wii. Černou barvou jsou označeny linie u pacientů, kteří v první periodě podstoupili terapii VRL. Velikost změny po terapii Wii je možné odečíst z hodnot na ose y, které jsou nad označením W. Z obrázku je patrné, že u 7 pacientů došlo po terapii ke zlepšení směrové kontroly při rytmickém pohybu do stran a 1 se zhoršil.

Výsledek blízky statisticky významné změně byl zjištěn v hodnocení průměrné délky kroku v testu Walk Across ($p=0,0722$). Po terapii s využitím aktivních videoher Nintendo Wii došlo u šesti pacientů ke zkrácení průměrné délky kroku, u jednoho pacienta byl výsledek beze změny a u jednoho pacienta došlo k prodloužení průměrné délky kroku (obrázek 9).



Obrázek 9: Na obrázku je znázorněna změna po terapii VRL (označení V) a po terapii Nintendo Wii (označení W) v testu WA – průměrná délka kroku. Každá linie odpovídá jednomu pacientovi. Červenou barvou je označena linie u pacientů, kteří podstoupili v první periodě terapii s využitím Wii. Černou barvou jsou označeny linie u pacientů, kteří v první periodě podstoupili terapii VRL. Velikost změny po terapii Wii je možné odečíst z hodnot na ose y, které jsou nad označením W. Z obrázku je patrné, že po terapii Wii došlo ke zkrácení průměrné délky kroku u 6 pacientů, 1 pacient zůstal na stejné úrovni jako před terapií a u 1 pacienta byla průměrná délka kroku po terapii prodloužena.

Závěr:

Signifikantní změna po terapii s využitím aktivních videoher Nintendo Wii byla v daném souboru dat prokázána v testu Rhythmic Weight Shift.

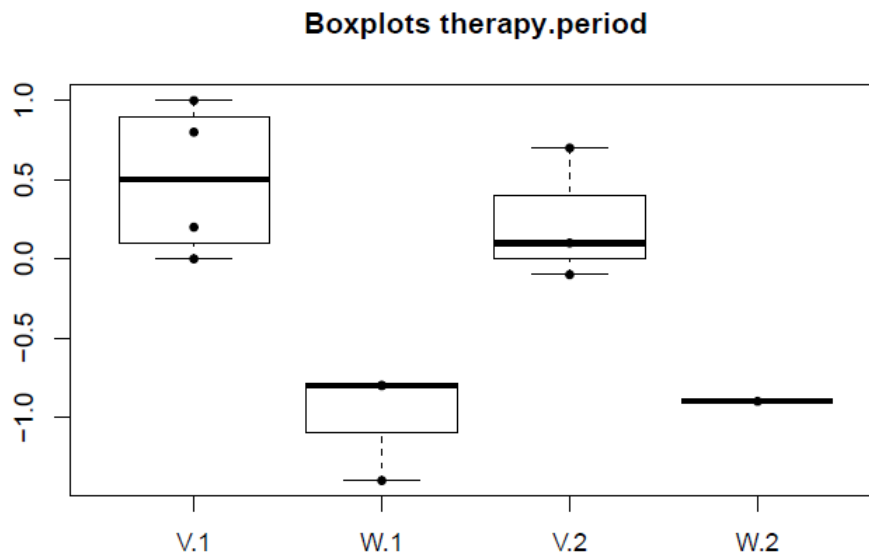
4.3 Rozdílnost efektu terapie

Vzhledem k častému využití Vojtovy reflexní lokomoce v terapii pacientů s dětskou mozkovou obrnou v České republice a hojným přesvědčivým výsledkům terapie s využitím Nintendo Wii u shodné skupiny pacientů v zahraničí, jsme u výzkumného souboru srovnali jejich efekty.

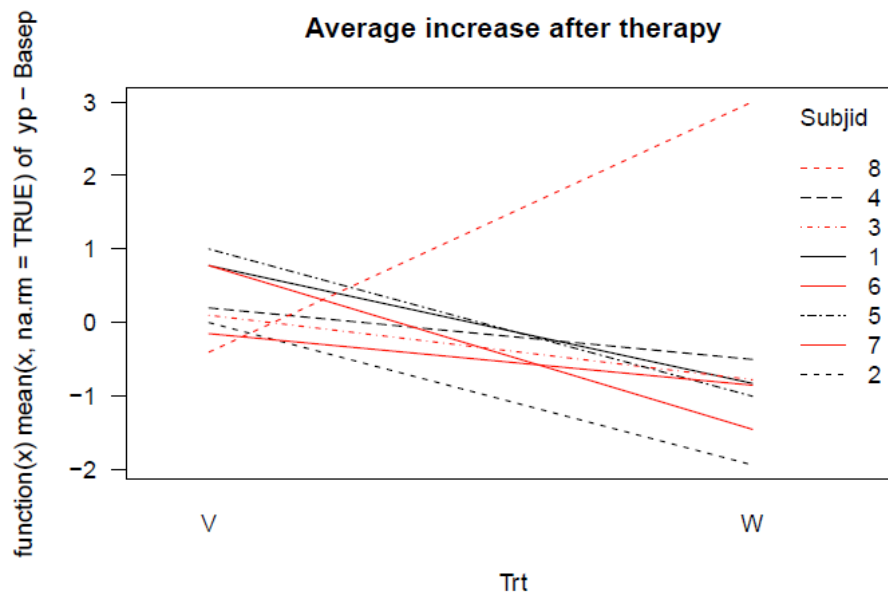
Statisticky významná rozdílnost v efektu mezi terapiemi VRL a Nintendo Wii byla zjištěna v testu Limits of Stability, který hodnotí rychlost pohybu ($p=0,0075$). Výsledky jsou znázorněny na obrázku 10 a 11. Po terapii VRL došlo ve sledovaném parametru ke zrychlení pohybu ($p=0,0734$), zatímco výsledky po terapii Nintendo Wii ukazují zpomalení rychlosti pohybu v testu LOS ($p=0,0926$).

Rozdílný efekt terapií byl u pacientů daného souboru prokázán v testu Rhythmic Weight Shift v hodnotě směrové kontroly při přenášení váhy do stran ($p=0,0238$). Po terapii systémem aktivních videoher Nintendo Wii došlo k signifikantní změně schopnosti směrové kontroly pohybu do stran ($p=0,0091$), zatímco po terapii VRL nebyla statisticky významná změna prokázána ($p=0,3514$).

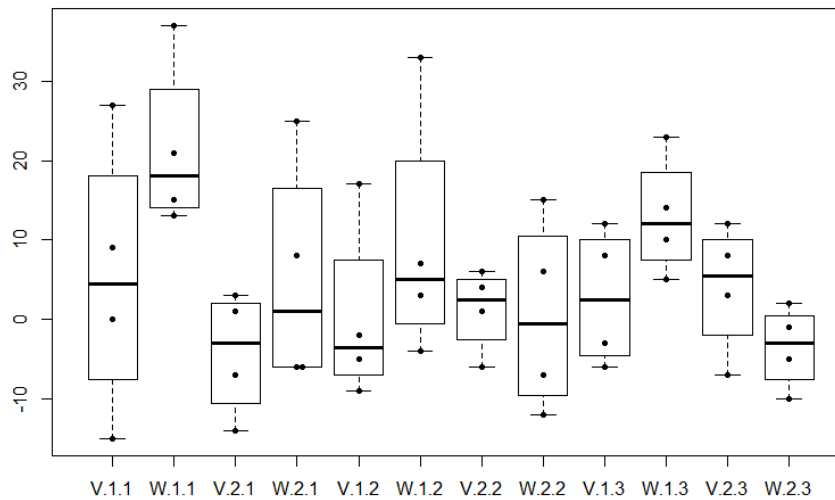
Výsledky hodnot směrové kontroly v testu RWS jsou graficky znázorněné formou boxplotů na obrázku 12. První čtyři boxploty zleva charakterizují výsledky testu s rychlostí pohybu v třísekundovém intervalu, kde je po terapii Wii vyšší zlepšení než v rychlejších intervalech. Prostřední čtyři boxploty charakterizují výsledky testu s rychlostí pohybu ve dvousekundových intervalech. Poslední čtyři boxploty charakterizují výsledky testu s rychlostí pohybu v jednosekundovém intervalu.



Obrázek 10: Na obrázku jsou znázorněny boxploty hodnot změn po terapii v testu LOS – rychlost pohybu. Na ose y je znázorněna velikost změny po terapii. Označení pod grafem znamená: V. 1 – terapie VRL v první periodě, V. 2 – terapie VRL ve druhé periodě, W. 1 – terapie Wii v první periodě a W. 2 – terapie W v druhé periodě.



Obrázek 11: Obrázek popisuje výsledky testu LOS - rychlost pohybu. Na obrázku je znázorněna změna po terapii VRL (označeno V) a po terapii Wii (označeno W). Každá linie odpovídá jednomu pacientovi. Červenou barvou je označena linie u pacientů, kteří podstoupili v první periodě terapii s využitím Wii. Černou barvou jsou označeny linie u pacientů, kteří v první periodě podstoupili terapii VRL. Hodnoty změny po terapii VRL mají většinou kladnou hodnotu (značící zrychlení pohybu), zatímco výsledky po terapii systémem Nintendo Wii byly ve většině případů záporné (značící zpomalení pohybu).



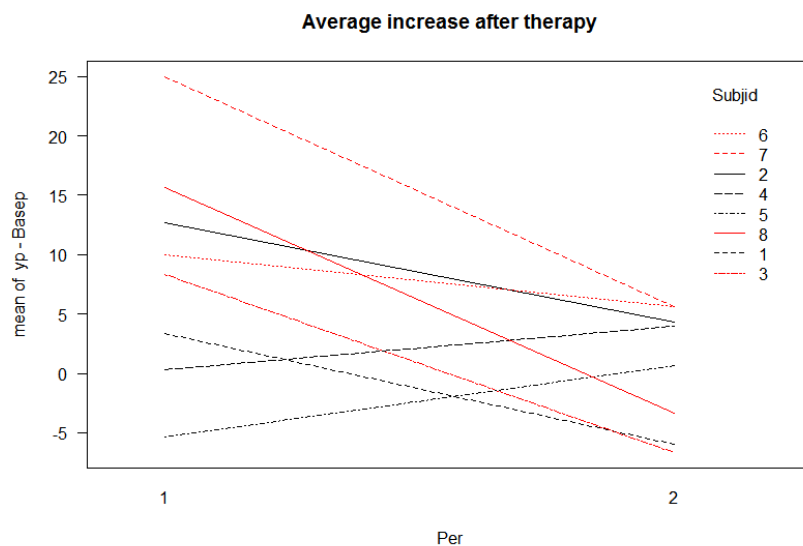
Obrázek 12: Na obrázku jsou znázorněny boxploty hodnot změny po terapii VRL (označení V) a Wii (označení W) v testu RWS – schopnosti směrové kontroly. Na ose y je vyjádřena velikost změn po terapii. Označení pod grafem znamená: terapie.perioda.rychlost (např.: V. 1. 1 znamená, že jde o terapii VRL, pacient podstupuje 1. terapii, rychlost pomalá s frekvencí 3s). Je možné odečíst, že po terapii Wii dochází k většímu zlepšení a zlepšení je výraznější při testování stranového pohybu v pomalém třísekundovém intervalu.

Závěr:

Rozdílnost vlivu terapií VRL a systému aktivních videoher Nintendo Wii byla prokázána ve dvou sledovaných parametrech testů: Limits of Stability a Rhythmic Weight Shift.

4.4 Vliv periody

Cílem zkoumání vlivu faktoru periody bylo zjistit, zda má na velikost změny po terapii vliv pořadí, v jakém pacient terapie podstoupil. Významný efekt periody byl prokázán pouze v testu Rhythmic Weight Shift v hodnotě směrové kontroly při pohybu do stran ($p=0,0077$). V druhé periodě již nedocházelo k tak velkým změnám jako v první periodě, což je možné sledovat na obrázku 13. Rozdíl ve velikosti změny mezi první a druhou periodou je zřejmý zejména u pacientů, kteří v první periodě podstoupili terapii s využitím systému Nintendo Wii. Výsledek však nebyl potvrzen v žádném z ostatních testů.



Obrázek 13: Na obrázku jsou znázorněny změny po terapii v první a druhé periodě v testu RWS – směrová kontrola při pohybu do stran. Na ose x je zobrazena perioda. Na ose y jsou hodnoty změn po terapii. Každá linie odpovídá jednomu pacientovi. Červené linie znamenají, že daný pacient podstoupil v první periodě terapii s využitím aktivních videoher Nintendo Wii. Černé linie znamenají, že pacient podstoupil v první periodě terapii VRL. Z obrázku je zřejmé, že po druhé terapii už nedošlo k takovému zlepšení jako v první periodě.

Závěr:

Významný vliv periody byl zjištěn v testu Rhythmic Weight Shift ve schopnosti směrové kontroly.

5 DISKUZE

Pacienti s diparetickou a hemiparetickou formou dětské mozkové obrny s lehkým motorickým postižením mají přetrvávající deficit v oblasti posturální kontroly (Szopa a Domagalska-Szopa 2015; Tarakci et al. 2013; Heyrman et al. 2013; Shumway-Cook a Woollacott 2012; Pavão et al. 2013), který je spojen s asymetrickým držením těla ve stoji i při chůzi (Dewar et al. 2015; Meskers et al. 2015; Kraus 2005); s nedostatečnou schopností udržení klidného stoje v modifikovaných senzoričkových podmínkách (Malone et al. 2015; Pavão et al. 2013; Rojas et al. 2013; Saxena et al. 2014) a přenášením váhy (Liao et al. 1997); s limitovanou reakcí na destabilizaci polohy (Woollacott a Shumway-Cook 2005; Pavão et al. 2014b, 2013; Liao et al. 1997) a chůzí v nerovném terénu či přelidněném prostoru (Malone et al. 2015; Domagalska-Szopa a Szopa 2014; Summa et al. 2016; Tarakci et al. 2013).

Praktická část diplomové práce zkoumala vliv Vojtovy reflexní lokomoce a aktivních videoher Nintendo Wii na posturografické parametry pacientů s dětskou mozkovou obrnou. Obě terapie byly prováděny 30 minut denně po dobu 30 dní pod vedením rodičů v domácím prostředí.

Důležitost terapie prováděné v běžném životě v domácím prostředí u dětských pacientů s DMO zdůrazňují Wiart a kolektiv (2010), spolu s Halvarssonem a jeho kolegy (2010). Zároveň dodávají, že pro dlouhodobě prováděnou terapii v domácím prostředí je zásadní nejen motivace ze strany dítěte, ale i rodičů. Pro zvýšení motivace k provádění denní terapie pacienti absolvovali v každé terapeutické části vedené konzultace a vyplňovali formulář s denním záznamem terapie.

Pro terapii Vojtovou reflexní lokomocí byly zvoleny pozice reflexního otáčení a první pozice, což ve své práci zvolili také Perales López se spolupracovníky (2009). Lim a Kim (2013) využívali první pozici a varianty reflexního plazení s délkou terapie půl hodiny a s frekvencí třikrát týdně po dobu osmi týdnů. Což odpovídalo délce terapie v našem výzkumu, ve kterém však terapie probíhaly denně po dobu třiceti dní. Perales López a spolupracovníci (2009) hodnotili efekt terapie probíhající dvakrát denně dvacet minut po dobu 23 dní.

Skladba terapie systémem aktivních videoher Nintendo Wii byla vytvořena na základě výsledků pilotní studie výzkumného projektu, která byla součástí diplomové práce obhájené v roce 2015, s názvem: Aktivní videohry Wii systému jako forma balančního tréninku – pilotní studie (autor Mgr. Simona Reichertová).

5.1.1 Výzkumný soubor

Do výzkumného souboru byly zahrnuty děti s diparetickou nebo hemiparetickou formou DMO s motorickými dovednostmi na úrovni I nebo II dle škály GMFCS a ve věku 6 – 18 let. Pacientům s DMO shodné charakteristiky byla v souvislosti s terapií aktivních videoher Nintendo Wii věnována řada studií (Howcroft et al. 2012; Deutsch et al. 2008; AlSaif a Alsenany 2015; Tarakci et al. 2016; Gordon et al. 2012; Tarakci et al. 2013, 2016; Winkels et al. 2013; Chiu et al. 2014; Do et al. 2016). V současné době jsou k dispozici pouze dvě studie hodnotící efekt Vojtovy reflexní lokomoce u pacientů s diparetickou formou dětské mozkové obrny (Lim a Kim 2013; Kanda et al. 2004).

Dětem s DMO ve věku 5 – 17 let se ve své studii věnoval Tarakci s kolegy (2013), obdobnou věkovou skupinu dětí s DMO (5 – 18 let) zahrnul také ve svém pozdějším výzkumu (Tarakci et al. 2016). Bryanton s kolegy (2006) do své studie zahrnuli věkovou skupinu 7 – 17 let a obdobnou věkovou skupinu (6 – 16 let) zkoumal také Sandlund s kolektivem (2012). Několik studií bylo věnováno dětem s lehkou formou DMO ve věku 6 – 13 let (Chiu et al. 2014b; Gordon et al. 2012; Jelsma et al. 2013, Lim a Kim 2013). Adolescentům ve věku 13–18 let se ve své studii věnovali autoři: Brien a kolektiv (2011) spolu s Deutsch a kolektivem (2008).

Ve výzkumném souboru praktické části diplomové práce bylo zahrnuto 8 pacientů. Goble a kolektiv (2014) shrnuli studie, které využívaly systém Nintendo Wii a zjistili, že 40 % publikovaných studií zahrnovalo méně než 5 probandů, zatímco jen 10 % z celkového počtu 41 studií zahrnovalo více než 20 probandů. Alsaif a Alsenany (2015) zkoumali vliv využití aktivních videoher Nintendo Wii u 20 pacientů. Skupinu 15 pacientů hodnotili Tarakci s kolegy (2016). Kanda s kolegy (2002) hodnotili efekt VRL u 5 pacientů. Lim a Kim (2013) ve své práci hodnotili efekt VRL u 3 pacientů s DMO. Perales López a spolupracovníci (2009) ve své kazuistické studii hodnotili efekt VRL u 2 pacientů.

5.1.2 Měření posturografických parametrů

Efekt terapie byl hodnocen posturografickým vyšetřením s využitím stabilometrické plošiny Balance Master. Dle autorů Lopes a David (2013) je posturografie nejpreciznějším způsobem měření posturální kontroly. Reliabilita a validita měření na přístroji Balance Master byla ověřena například u pacientů po cévní mozkové příhodě (Liston a Brouwer 1996). Nebyla však zatím stanovena pro populaci dětí s dětskou mozkovou obrnou, pro kterou nejsou k dispozici ani normativní data, což je obecnou nevýhodou měření, na kterou upozorňuje ve své studii také Liao (2001). Zmíněná nevýhoda ale nebyla překážkou pro zvolení měření na přístroji Balance Master, protože cílem výzkumu bylo zhodnotit efekt terapie a testování jedinci si byli sami sobě kontrolou.

Zatím není k dispozici studie, která by hodnotila efekt terapie s využitím Nintendo Wii či VRL u pacientů s DMO konkrétně na přístroji Balance Master, ale byl sledován vliv využití systému Nintendo Wii na posturografické parametry testu stoje za alternovaných senzorických podmínek a limitů stability u zdravých dospělých jedinců (Cone et al. 2015). Posturografickým měřením byl hodnocen efekt terapie systémem Nintendo Wii rovněž u pacientů s DMO (Ramstrand a Lygnegård 2012). Hodnocení balančních schopností s pomocí silových plošin odhalilo rozdíly mezi dětmi s DMO a zdravými vrstevníky (Nobre et al. 2010; Cherg et al. 2009; Donker et al. 2008; Chen a Woollacott 2007), zároveň byl s využitím silových plošin hodnocen efekt intervence u dětí s DMO (Družbicki et al. 2010; Liao a Hwang 2003; Ledebt et al. 2005).

5.2 Hodnocení vlivu Vojtovy reflexní lokomoce

Dle dosavadních dostupných informací není k dispozici studie, která by hodnotila efekt VRL s využitím posturografie. Výsledná analýza hodnot po terapii VRL neprokázala statisticky významné změny ve sledovaných posturografických parametrech. Signifikantně blízká hodnota naznačovala, že po terapii VRL docházelo ke zkrácení průměrné délky kroku v testu Walk Across. Protože přístroj Balance Master hodnotí průměrnou hodnotu krokových délek, může výsledek znamenat, že po terapii VRL došlo ke snížení krokové asymetrie, které se projevilo zkrácením průměrné délky kroku.

Změnu pohybových charakteristik chůze po terapii VRL zaznamenali autoři Lim a Kim (2013), kteří hodnotili její kinematickou analýzu. U pacientů došlo k zvýšení rozsahu pohybu v kyčelních a kolenních kloubech, které souviselo se snížením původně nadměrného flekčního držení. Dle autorů byly změny způsobeny elongací osového orgánu v průběhu terapie VRL. Elongace osového orgánu doprovázená větším napřímením těla by mohla vést k symetričtější chůzi rovněž ve vzorku našeho souboru, což by podporovalo vysvětlení zjištěné změny průměrné délky kroku. Pro jednoznačný závěr by bylo vhodné detailnější měření parametrů chůze, například s využitím kinematické analýzy nebo akcelerometrů.

Po terapii VRL došlo ke zrychlení pohybu v testu Limits of Stability. Redukovanou rychlost pohybu zjistili autoři Ganesan s kolegy (2015) u pacientů s roztroušenou sklerózou, kteří měli v anamnéze pády, oproti pacientům bez záznamu pádů. Autoři zmiňují, že redukovaná rychlost pohybu souvisí s větší opatrností při pohybech, které by mohly ohrozit stabilitu pacienta. Zrychlení pohybu zjištěné v našem souboru dat může souviset s pocitem větší jistoty pacienta při provádění pohybu v hranicích limitů jeho stability.

5.3 Hodnocení vlivu systému aktivních videoher Nintendo Wii

Z výsledků výzkumné části vyplývá, že po terapii s využitím Nintendo Wii došlo ke statisticky významné změně ve schopnosti směrové kontroly při přenášení váhy do stran v testu Rhythmic Weight Shift. Výsledek odpovídá terapeutickému cíli zvolených videoher, které obsahovaly trénink rytmického přenášení váhy medio-laterálním směrem. Liao a kolektiv (1997) ve své práci uvádí, že děti s diparetickou formou dětské mozkové obrny mají v porovnání se zdravými vrstevníky potíže s rytmickým přenášením váhy do stran, zejména v rychlém jednosekundovém intervalu.

Rychlý interval stranového přesunu váhy je dle Liao a spolupracovníků (2001) více podobný krokovému cyklu chůze, který je automatickým pohybovým vzorem. Zatímco pomalejší přenos váhy vyžaduje více volní kontroly. Výsledky zkoumaného souboru ukazují na výraznější zlepšení po terapii systémem aktivních videoher Nintendo Wii právě v pomalém třísekundovém intervalu, tedy pohybu vyžadujícím více volní kontroly.

Efekt terapie systémem aktivních videoher Nintendo Wii daným testem zkoumali rovněž Ramstrand a Lyngegard (2012), kteří nezaznamenali signifikantní změnu po terapii prováděné v domácím prostředí. V jejich studii však nebyli pacienti vůbec kontrolováni v prováděném tréninku, což je možný důvod rozdílného výsledku, který poukazuje na důležitost průběžné kontroly prováděného pohybu v terapii dětí s dětskou mozkovou obrnou.

Liao a kolektiv (1997) předpokládají, že trénink dynamické složky rovnováhy podporuje schopnost chůze dětí s dětskou mozkovou obrnou. Konkrétně byla zjištěna korelace mezi schopností rychlého přesunu těžiště těla do stran a rychlostí chůze. Signifikantní zlepšení v testech chůze po terapii systémem aktivních videoher Nintendo Wii zjistili Alsaif a Alsenany (2015), kteří testovali 1 minutový test chůze a Taraki s kolegy (2013), kteří měřili test „*Timed Up and Go*“ a testovali 6 minutový test chůze, ve kterém zjistili statisticky významný efekt terapie s využitím virtuální reality také autoři Brien a Sveistrup (2011). Jelsma se spolupracovníky (2013) nezjistili statisticky významnou změnu v testu „*Timed up and down stairs (TUD)*“. Ani Brien a Sveistrup (2011) ve své studii nezjistili signifikantní efekt terapie s využitím virtuální reality v testu TUD.

Výsledky našeho výzkumu neprokázaly signifikantní změny v testech hodnotících schopnost chůze (Walk Across, Tandem Walk a Step/Quick Turn). Ke změně blízké statisticky významné hodnotě došlo v testu Walk Across. U většiny pacientů byla po terapii s využitím Nintendo Wii zjištěna kratší průměrná délka kroku. Podobně jako po terapii VRL může výsledek znamenat, že po terapii byl pohyb symetričtější, což v důsledku mohlo vést ke zmenšení průměrné délky kroku. Deutsch se spolupracovníky (2008) v kazuistické studii zjistili, že po terapii systémem Nintendo Wii došlo k symetričtějšímu zatížení dolních končetin ve stoji. Tento výsledek podporuje možné vysvětlení zkrácení průměrné délky kroku vlivem symetričtějšího pohybu.

Cone a kolektiv (2015) po používání systému Nintendo Wii zjistili signifikantní změny u zdravých dospělých jedinců v testu stoje s redukovanými vizuálními i propioceptivní vstupy a v testu limitů stability.

Deutsch se spolupracovníky (2008) v kazuistické studii zjistili, že po terapii systémem Nintendo Wii došlo ke snížení výchylek těla v klidovém stoji. Výsledky jsou v rozporu s našimi zjištěnými hodnotami, které neprokázaly změnu sledovaných parametrů v testu s redukovanými senzorickými vstupy. Vliv terapie systémem Nintendo Wii na hrubou motoriku hodnotil Gordon se spolupracovníky (2012) škálou „*The Gross Motor Function Measure*“ a neprokázali statisticky významné zvýšení průměrného skóre.

Ovlivnění balančních funkcí hodnotili Alsaif a Alsenany (2015), kteří zjistili signifikantní zlepšení v celkovém skóre testu „*The Movement Assessment Battery for Children – 2*“ a v subtestu „*Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)*“. Jelsma se spolupracovníky (2013) rovněž zjistili po terapii systémem Nintendo Wii signifikantní efekt terapie systémem Nintendo Wii na subtest „*BOTMP 2nd Edition*“ hodnotící bilanci, zatímco v subtestu hodnotícím schopnost běhu nebyl efekt prokázán.

Brien a Sveistrup (2011) zjistili po terapii ve virtuálním prostředí zlepšení balančních schopností v testu „*Community balance and Mobility Scale*“. Tarakci se spolupracovníky (2013) zjistili po terapii systémem Nintendo Wii signifikantní zlepšení ve výdrži v pozici stoje na jedné dolní končetině a v testu funkčního dosahu.

Jelsma se spolupracovníky (2013) uvádí, že odborná literatura věnující se možnému přenosu balančních schopností (trénovaných s využitím silových plošin) ve funkční pohyblivosti je rozporuplná, což vyplývá ze shrnutí výsledků studií, ve kterých byl využíván systém Nintendo Wii. Autoři Brien a Sveistrup (2011) upozorňují na možný limit virtuálního prostředí, způsobený nedostatečným napodobením pohybů využívaných v běžném životě v reálném prostředí. Což by mohl být důvod nepřenesení vlivu balančního tréninku formou terapie s využitím Nintendo Wii na komplexní pohyby sledované v dynamických testech našeho výzkumu.

5.4 Rozdílnost vlivu Vojtovy reflexní lokomoce a systému aktivních videoher Nintendo Wii

Dle dosavadních dostupných poznatků se jedná o první výzkum zabývající se srovnáním vlivu terapie Vojtovou reflexní lokomocí s jiným terapeutickým konceptem u dětí školního věku s lehkou formou dětské mozkové obrny.

Srovnání efektu terapie s využitím Nintendo Wii a běžně prováděného balančního tréninku u dětí s DMO zkoumali Tarakci se spolupracovníky (2016), kteří ve všech testech zjistili signifikantní změny jak u skupiny provádějící běžný balanční trénink, tak u skupiny využívající Nintendo Wii, která ovšem navíc prokazovala významně větší zlepšení.

Autoři hodnotili několik testů, které byly svými charakteristikami podobné testům, které jsme hodnotili v našem výzkumu. Jednalo se o: „*Timed Get Up and Go Test, Sit-To-Stand Test, 10 Meter Walk Test, 10 Steps Climbing Test*“. Přestože zmíněné testy rovněž hodnotí charakteristiky chůze a pohybu v prostoru (podobně jako Walk Across, Tandem Walk, Step/Quick Turn test), jsou výsledky v rozporu s naším pozorováním, ve kterém nedošlo po terapii systémem aktivních videoher Nintendo Wii k signifikantním změnám ve sledovaných pohybech.

Oproti výsledkům studie autorů Tarakci a kolektiv (2016), kteří prokázali lepší efekt Nintendo Wii v porovnání s běžným balančním tréninkem, byl v našem souboru dat zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vlivem terapie systémem Nintendo Wii a terapie VRL. Signifikantní rozdílnost v efektu byla zjištěna v rychlosti pohybu (test Limits of Stability) a také ve schopnosti směrové kontroly při pohybu do stran (test Rhythmic Weight Shift). Ukazuje se, že terapie VRL má vliv na rychlostní komponentu pohybového výkonu, zatímco terapie systémem aktivních videoher má vliv na schopnost stranového přenášení váhy, a to zejména v pomalé rychlosti, která vyžaduje větší volní kontrolu.

5.4.1 Subjektivně hodnocené změny

Kromě hodnocení sledovaných posturografických parametrů pacienti po absolvování terapie popisovali subjektivně vnímané změny například, ve smyslu zlepšení pocitu jistoty při pohybu v prostoru (po terapii Wii) nebo pocitu napřímení se a větší volnosti pohybu (po terapii VRL). Rovněž rodiče u dětí pozorovali zlepšení, například ve větší výdrži při chůzi na delší vzdálenosti nebo menší potřebu zevní opory při chůzi v prostoru. Z toho vyplývá doporučení, aby bylo testování doplněno o záznam subjektivních změn po terapii z pohledu pacienta i jeho rodičů.

Přestože často zmiňovanou výhodou využití aktivních videoher v rehabilitaci je její zábavnost a obliba, z osobního sdělení pacientů po terapii aktivními videohrami Nintendo Wii vyplývá, že zejména starší jedinci (nad 15 let) neshledávali terapii s využitím systému Wii zábavnou. Ke shodnému závěru dospěl rovněž Sandlund se spolupracovníky (2012), kteří navíc pozorovali upadající zájem o hraní her již ve čtvrtém týdnu terapie. Starší děti by naopak preferovaly terapii Vojtovou reflexní lokomocí. Na základě těchto poznatků bylo doporučeno doplnit testování o zjištění preference zvolených typů terapie, případně jejich zábavnosti například škálou: „*Physical Activity Enjoyment Scale*“.

5.5 Limity studie

V diplomové práci jsou zpracovávána data poloviny pacientů souboru výzkumného projektu, který bude probíhat do ledna 2017 a aktuálně je v něm zapojeno 15 pacientů. Počet pacientů je limitován přísností vylučovacích kritérií, které byly stanoveny za účelem vytvořit nejvyšší možnou míru homogenity souboru. Motivaci k zapojení se do výzkumu snižovala jeho časová náročnost a nutnost uvolnění dětí z výuky a také rodičů z práce. V kontextu studií publikovaných v zahraničí není nízký počet pacientů ve výzkumném souboru výjimečný.

V České republice je u dětí s DMO rehabilitace zahájena v raném dětství, proto jsou motorické dovednosti pravděpodobně velmi blízko potencionální maximální úrovni a již u nich nemusí být prostor pro výrazné zlepšení. Období po 6. roce věku je navíc považováno za plató ve vývoji motorických dovedností (Brien a Sveistrup 2011; Wimalasundera a Stevenson 2016).

Předpokládá se, že intenzivní terapie v tomto období nepřináší benefity, ze kterých by pacienti s lehkou formou DMO následně profitovali v běžném životě. Přesto ze zjištěných výsledků vyplývá, že stav motorických funkcí u dětí s lehkou formou DMO ve věku 6 - 18 let není neměnný a je možné jej terapeutickou intervencí ovlivnit. Zda dosažená změna přináší i subjektivně vnímané zlepšení je třeba zjistit v dalších studiích.

V naší cross-over studii si byl každý pacient sám dobře kontrolu. Bylo by ovšem zajímavým podnětem pro další výzkumy výsledky obou terapií porovnat s výsledky kontrolní skupiny, která by žádnou terapii neabsolvovala.

6 ZÁVĚR

Podnětem vzniku výzkumného projektu byla potřeba zhodnotit působení odlišných způsobů terapie u dětí s dětskou mozkovou obrnou. Je zřejmé, že zjistit co nejvíce konkrétních informací o efektivitě jednotlivých terapeutických přístupů je důležité zejména proto, že pomáhají rozšířit „evidence based“ podklad terapií pro dané pacienty.

Nedostatek prokázaných informací o konkrétním působení různých terapeutických přístupů navíc komplikuje proces následné tvorby efektivního terapeutického programu. Dostatek ověřených informací je důležitý nejen pro klinické pracovníky, kterým umožňuje účinněji cílit terapii dle konkrétních problémů dítěte, ale i pro rodiče, kteří se na jejich základě mohou lépe rozhodnout, který terapeutický přístup pro své dítě preferovat.

V České republice je v terapii pacientů s DMO hojně využívána metoda Vojtovy reflexní lokomoce, zatímco v zahraničí se stále více poukazuje na vhodnost uplatnění využití virtuální reality; roste zejména popularita aktivních videoher. Cílem probíhajícího výzkumného projektu je proto zhodnotit efekty zmíněných dvou terapeutických přístupů v terapii dětí s lehkou formou DMO. Oba terapeutické přístupy jsou zaměřeny na zlepšení motorických schopností dětí s dětskou mozkovou obrnou s lehkým motorickým deficitem, čímž podporují jejich participaci na pohybových aktivitách s vrstevníky.

Z výsledků praktické části diplomové práce vyplývá, že po terapii Vojtovou reflexní lokomocí byla ovlivněna rychlostní komponenta pohybu, zatímco po terapii systémem Nintendo Wii byla ovlivněna schopnost směrové kontroly do stran, zejména při pomalém třísekundovém rytmu vyžadujícím volní kontrolu pohybu. Po obou terapiích docházelo ke zkrácení průměrné délky kroku, což může znamenat symetričtější provádění krokového pohybu. Výsledky jsou pro klinickou praxi důležité - prokazují, že stav motorických funkcí je terapeutickou intervencí i u dětí starších šesti let ovlivnitelný.

Najít stimulující, funkční a smysluplné aktivity pro pravidelný trénink dětí s DMO tak, aby terapii rodina přijala jako rutinní program, je pro fyzioterapeuty velkou výzvou. Výhodou v daném procesu se jeví být využití aktivních videoher jako součásti domácí terapie pro děti s DMO, protože je dětmi hodnocena jako zábavná forma terapie a která zároveň finančně nezatěžuje zdravotnický systém. K terapii Vojtovou reflexní lokomocí zatím bohužel není k dispozici dostatečný počet publikovaných studií, které by hodnotily efektivitu terapie, její zábavnost či postoje rodičů.

Výsledky našeho výzkumu zpochybňují zábavnost terapie s využitím systému Nintendo Wii - zejména staršími dětmi. Zároveň se ukázalo, že zájem o provádění denní terapie s využitím Nintendo Wii ze strany pacientů s postupem času klesá. Je zapotřebí dalších studií věnujících se dané problematice, které doplní chybějící informace o efektivitě dvou výše zmíněných terapií a optimalizují proces rehabilitační péče u dětí s dětskou mozkovou obrnou.

REFERENČNÍ SEZNAM

ALSAIF, Amer A. a Samira ALSENANY, 2015. Effects of interactive games on motor performance in children with spastic cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 6., roč. 27, č. 6, s. 2001–2003. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.27.2001

BANASZEK, Grazyna, 2010. [Vojta's method as the early neurodevelopmental diagnosis and therapy concept]. *Przegląd Lekarski*. roč. 67, č. 1, s. 67–76. ISSN 0033-2240.

BARELA, José A., Grietje M. Jaspers FOCKS, Toke HILGEHOLT, Ana M. F. BARELA, Raquel de P. CARVALHO a Geert J. P. SAVELSBERGH, 2011. Perception-action and adaptation in postural control of children and adolescents with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 12., roč. 32, č. 6, s. 2075–2083. ISSN 1873-3379. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2011.08.018

BARTLETT, Doreen J., Barbara GALUPPI, Robert J. PALISANO a Sarah Westcott MCCOY, 2016. Consensus classifications of gross motor, manual ability, and communication function classification systems between therapists and parents of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 1., roč. 58, č. 1, s. 98–99. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi:10.1111/dmcn.12933

BEN ACHOUR LEBIB, S., B. MISSAOUI, I. MIRI, F.-Z. BEN SALAH a C. DZIRI, 2006. [Role of the Neurocom Balance Master in assessment of gait problems and risk of falling in elderly people]. *Annales De Réadaptation Et De Médecine Physique: Revue Scientifique De La Société Française De Rééducation Fonctionnelle De Réadaptation Et De Médecine Physique* [online]. 6., roč. 49, č. 5, s. 210–217. ISSN 0168-6054. Dostupné z: doi:10.1016/j.annrmp.2006.03.005

BIGONGIARI, Aline, Flávia DE ANDRADE E SOUZA, Patrícia Martins FRANCIULLI, Semaan El Razi NETO, Rubens Correa ARAUJO a Luis MOCHIZUKI, 2011. Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science* [online]. roč. 30, č. 3, s. 648–657. ISSN 0167-9457. Dostupné z: doi:10.1016/j.humov.2010.11.006

BOURELLE, Sophie, Benoît BERGE, Vincent GAUTHERON a Jérôme COTTALORDA, 2010. Computerized static posturographic assessment after treatment of equinus deformity in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopedics. Part B* [online]. 5., roč. 19, č. 3, s. 211–220. ISSN 1473-5865. Dostupné z: doi:10.1097/BPB.0b013e32832e957a

BRIEN, Marie a Heidi SVEISTRUP, 2011. An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association* [online]. roč. 23, č. 3, s. 258–266. ISSN 1538-005X. Dostupné z: doi:10.1097/PEP.0b013e318227ca0f

BRYANTON, C., J. BOSSÉ, M. BRIEN, J. MCLEAN, A. MCCORMICK a H. SVEISTRUP, 2006. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society* [online]. 4., roč. 9, č. 2, s. 123–128. ISSN 1094-9313. Dostupné z: doi:10.1089/cpb.2006.9.123

CARLON, Stacey L., Nicholas F. TAYLOR, Karen J. DODD a Nora SHIELDS, 2013. Differences in habitual physical activity levels of young people with cerebral palsy and their typically developing peers: a systematic review. *Disability and Rehabilitation* [online]. 4., roč. 35, č. 8, s. 647–655. ISSN 1464-5165. Dostupné z: doi:10.3109/09638288.2012.715721

COLVER, Allan, Charles FAIRHURST a Peter O. D. PHAROAH, 2014. Cerebral palsy. *Lancet (London, England)* [online]. 5. 4., roč. 383, č. 9924, s. 1240–1249. ISSN 1474-547X. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(13)61835-8

COMPAGNONE, Eliana, Jlenia MANIGLIO, Serena CAMPOSEO, Teresa VESPINO, Luciana LOSITO, Marta DE RINALDIS, Leonarda GENNARO a Antonio TRABACCA, 2014. Functional classifications for cerebral palsy: Correlations between the gross motor function classification system (GMFCS), the manual ability classification system (MACS) and the communication function classification system (CFCS). *Research in Developmental Disabilities* [online]. 11., roč. 35, č. 11, s. 2651–2657. ISSN 0891-4222. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2014.07.005

CONE, Brian L., Susan S. LEVY a Daniel J. GOBLE, 2015. Wii Fit exer-game training improves sensory weighting and dynamic balance in healthy young adults. *Gait & Posture* [online]. 2., roč. 41, č. 2, s. 711–715. ISSN 1879-2219. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2015.01.030

DEFORCHE, Benedicte I., Andrew P. HILLS, Charles J. WORRINGHAM, Peter S. W. DAVIES, Alexia J. MURPHY, Jacques J. BOUCKAERT a Ilse M. DE BOURDEAUDHUIJ, 2009. Balance and postural skills in normal-weight and overweight prepubertal boys. *International journal of pediatric obesity: IJPO: an official journal of the International Association for the Study of Obesity* [online]. roč. 4, č. 3, s. 175–182. ISSN 1747-7174. Dostupné z: doi:10.1080/17477160802468470

DE KEGEL, A., I. DHOOGHE, D. CAMBIER, T. BAETENS, T. PALMANS a H. VAN WAELVELDE, 2011. Test-retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children. *Gait & Posture* [online]. 4., roč. 33, č. 4, s. 679–685. ISSN 1879-2219. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2011.02.024

DEUTSCH, Judith E., Megan BORBELY, Jenny FILLER, Karen HUHNS a Phyllis GUARRERA-BOWLBY, 2008. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Physical Therapy* [online]. 10., roč. 88, č. 10, s. 1196–1207. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20080062

- DEWAR, Rosalee, Sarah LOVE a Leanne Marie JOHNSTON, 2015. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 6., roč. 57, č. 6, s. 504–520. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi:10.1111/dmcn.12660
- DO, Ji-Hye, Eun-Young YOO, Min-Ye JUNG a Hae Yean PARK, 2016. The effects of virtual reality-based bilateral arm training on hemiplegic children's upper limb motor skills. *NeuroRehabilitation* [online]. 18. 2., roč. 38, č. 2, s. 115–127. ISSN 1878-6448. Dostupné z: doi:10.3233/NRE-161302
- DOMAGALSKA-SZOPA, Małgorzata a Andrzej SZOPA, 2014. Gait pattern differences between children with mild scoliosis and children with unilateral cerebral palsy. *PloS One* [online]. roč. 9, č. 8, s. e103095. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0103095
- DONKER, Stella F., Annick LEDEBT, Melvyn ROERDINK, Geert J. P. SAVELSBERGH a Peter J. BEEK, 2008. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Experimental Brain Research* [online]. 1., roč. 184, č. 3, s. 363–370. ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-007-1105-y
- DRUŽBICKI, Mariusz, Wojciech RUSEK, Magdalena SZCZEPANIK, Joanna DUDEK a Sławomir SNELA, 2010. Assessment of the impact of orthotic gait training on balance in children with cerebral palsy. *Acta of Bioengineering and Biomechanics / Wrocław University of Technology*. roč. 12, č. 3, s. 53–58. ISSN 1509-409X.
- DUPALOVÁ, D., M. ŠLACHTOVÁ a E. DOLEŽELOVÁ, 2013. Možnosti využití aktivních videoher v rehabilitaci. (Czech). *possibilities of Using active video Games in rehabilitation. (English)*. roč. 20, č. 3, s. 135–141. ISSN 12112658.
- EKEN, Maaïke M., Han HOUDIJK, Caroline A. M. DOORENBOSCH, Francisca E. M. KIEZEBRINK, Coen A. M. VAN BENNEKOM, Jaap HARLAAR a Annet J. DALLMEIJER, 2016. Relations between muscle endurance and subjectively reported fatigue, walking capacity, and participation in mildly affected adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 24. 2. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi:10.1111/dmcn.13083
- EL-SHAMY, Shamekh Mohamed a Ehab Mohamed ABD EL KAFY, 2014. Effect of balance training on postural balance control and risk of fall in children with diplegic cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* [online]. roč. 36, č. 14, s. 1176–1183. ISSN 1464-5165. Dostupné z: doi:10.3109/09638288.2013.833312
- FONG, Shirley S. M., Shamay S. M. NG, Louisa M. Y. CHUNG, W. Y. KI, Lina P. Y. CHOW a Duncan J. MACFARLANE, 2016. Direction-specific impairment of stability limits and falls in children with developmental coordination disorder: Implications for rehabilitation. *Gait & Posture* [online]. 1., roč. 43, s. 60–64. ISSN 1879-2219. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2015.10.026

- GANESAN, Mohan, Neeta KANEKAR a Alexander S. ARUIN, 2015. Direction-specific impairments of limits of stability in individuals with multiple sclerosis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 6., roč. 58, č. 3, s. 145–150. ISSN 1877-0665. Dostupné z: doi:10.1016/j.rehab.2015.04.002
- GATICA-ROJAS, Valeska a Guillermo MÉNDEZ-REBOLLEDO, 2014. Virtual reality interface devices in the reorganization of neural networks in the brain of patients with neurological diseases. *Neural Regeneration Research* [online]. 15. 4., roč. 9, č. 8, s. 888–896. ISSN 1673-5374. Dostupné z: doi:10.4103/1673-5374.131612
- GELDHOF, Elisabeth, Greet CARDON, Ilse DE BOURDEAUDHUIJ, Lieven DANNEELS, Pascal COOREVITS, Guy VANDERSTRAETEN a Dirk DE CLERCQ, 2006. Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children. *European Journal of Pediatrics* [online]. 11., roč. 165, č. 11, s. 779–786. ISSN 0340-6199. Dostupné z: doi:10.1007/s00431-006-0173-5
- GIROLAMI, Gay L., Takako SHIRATORI a Alexander S. ARUIN, 2011. Anticipatory postural adjustments in children with hemiplegia and diplegia. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 12., roč. 21, č. 6, s. 988–997. ISSN 1050-6411. Dostupné z: doi:10.1016/j.jelekin.2011.08.013
- GOLOMB, Meredith R., Brenna C. MCDONALD, Stuart J. WARDEN, Janell YONKMAN, Andrew J. SAYKIN, Bridget SHIRLEY, Meghan HUBER, Bryan RABIN, Moustafa ABDELBAKY, Michelle E. NWOSU, Monica BARKAT-MASIH a Grigore C. BURDEA, 2010. In-Home Virtual Reality Videogame Telerehabilitation in Adolescents With Hemiplegic Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 1., roč. 91, č. 1, s. 1–8.e1. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2009.08.153
- GORDON, C., S. ROOPCHAND-MARTIN a A. GREGG, 2012. Potential of the Nintendo Wii™ as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country: a pilot study. *Physiotherapy* [online]. 9., roč. 98, č. 3, s. 238–242. ISSN 1873-1465. Dostupné z: doi:10.1016/j.physio.2012.05.011
- HALVARSSON, Sara, Ragnar ASPLUND a Anncristine FJELLMAN-WIKLUND, 2010. From authority to coach – Parents' experiences of stretching as a home programme for children with cerebral palsy. *Advances in Physiotherapy* [online]. 1. 12., roč. 12, č. 4, s. 208–216. ISSN 1403-8196. Dostupné z: doi:10.3109/14038196.2010.528023
- HEYRMAN, Lieve, Kaat DESLOOVERE, Guy MOLENAERS, Geert VERHEYDEN, Katrijn KLINGELS, Elegast MONBALIU a Hilde FEYS, 2013. Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 1., roč. 34, č. 1, s. 327–334. ISSN 1873-3379. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2012.08.015
- HOWCROFT, Jennifer, Sue KLEJMAN, Darcy FEHLINGS, Virginia WRIGHT, Karl ZABJEK, Jan ANDRYSEK a Elaine BIDDIS, 2012. Active Video Game Play in Children With Cerebral Palsy: Potential for Physical Activity Promotion and

Rehabilitation Therapies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 8., roč. 93, č. 8, s. 1448–1456. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2012.02.033

CHEN, Jessie a Marjorie H. WOOLLACOTT, 2007. Lower extremity kinetics for balance control in children with cerebral palsy. *Journal of Motor Behavior* [online]. 7., roč. 39, č. 4, s. 306–316. ISSN 0022-2895. Dostupné z: doi:10.3200/JMBR.39.4.306-316

CHERNG, Rong-Ju, Hui-Chen LIN, Yun-Huei JU a Chin-Shan HO, 2009. Effect of seat surface inclination on postural stability and forward reaching efficiency in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 12., roč. 30, č. 6, s. 1420–1427. ISSN 1873-3379. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2009.07.002

CHIU, Hsiu-Ching, Louise ADA a Hsin-Min LEE, 2014. Upper limb training using Wii Sports Resort for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. 10., roč. 28, č. 10, s. 1015–1024. ISSN 1477-0873. Dostupné z: doi:10.1177/0269215514533709

CHO, Chunhee, Wonjeong HWANG, Sujin HWANG a Yijung CHUNG, 2016. Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine* [online]. roč. 238, č. 3, s. 213–218. ISSN 1349-3329. Dostupné z: doi:10.1620/tjem.238.213

JANTAKAT, Chanada, Sirinun RAMRIT, Alongkot EMASITHI a Wantana SIRITARATIWAT, 2015. Capacity of adolescents with cerebral palsy on paediatric balance scale and Berg balance scale. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 1., roč. 36, s. 72–77. ISSN 0891-4222. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2014.09.016

JELSMA, Jennifer, Marieke PRONK, Gillian FERGUSON a Dorothee JELSMA-SMIT, 2013. The effect of the Nintendo Wii Fit on balance control and gross motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation* [online]. roč. 16, č. 1, s. 27–37. ISSN 1751-8431. Dostupné z: doi:10.3109/17518423.2012.711781

KANDA, Toyoko, Frank S. PIDCOCK, Katumi HAYAKAWA, Yuriko YAMORI a Yuko SHIKATA, 2004. Motor outcome differences between two groups of children with spastic diplegia who received different intensities of early onset physiotherapy followed for 5 years. *Brain & Development* [online]. 3., roč. 26, č. 2, s. 118–126. ISSN 0387-7604. Dostupné z: doi:10.1016/S0387-7604(03)00111-6

KRAUS, Josef, 2005. *Dětská mozková obrna*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1018-1.

LARSEN, Lisbeth R., Martin G. JØRGENSEN, Tina JUNGE, Birgit JUUL-KRISTENSEN a Niels WEDDERKOPP, 2014. Field assessment of balance in 10 to 14 year old children, reproducibility and validity of the Nintendo Wii board. *BMC*

Pediatrics [online]. 10. 6., roč. 14, č. 1, s. 144. ISSN 1471-2431. Dostupné z: doi:10.1186/1471-2431-14-144

LEDEBT, Annick, Jules BECHER, Janneke KAPPER, Rianne M. ROZENDAALR, Rachel BAKKER, Iris C. LEENDERS a George J. P. SAVELSBERGH, 2005. Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait. *Motor Control*. 10., roč. 9, č. 4, s. 459–468. ISSN 1087-1640.

LEE, Hong-Jae, Kil-Byung LIM, JeeHyun YOO, Sung-Won YOON a Tae-Ho JEONG, 2015a. Effect of foot orthoses on children with lower extremity growing pains. *Annals of Rehabilitation Medicine* [online]. 4., roč. 39, č. 2, s. 285–293. ISSN 2234-0645. Dostupné z: doi:10.5535/arm.2015.39.2.285

LEE, Seung Hoon, Jae Sun SHIM, Kiyoung KIM, Jinkyoo MOON a MinYoung KIM, 2015b. Gross Motor Function Outcome After Intensive Rehabilitation in Children With Bilateral Spastic Cerebral Palsy. *Annals of Rehabilitation Medicine* [online]. 8., roč. 39, č. 4, s. 624–629. ISSN 2234-0645. Dostupné z: doi:10.5535/arm.2015.39.4.624

LIAO, H. F., S. F. JENG, J. S. LAI, C. K. CHENG a M. H. HU, 1997. The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2., roč. 39, č. 2, s. 106–112. ISSN 0012-1622.

LIAO, H. F., P. J. MAO a A. W. HWANG, 2001. Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 3., roč. 43, č. 3, s. 180–186. ISSN 0012-1622.

LIAO, Hua-Fang a Ai-Wen HWANG, 2003. Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 6., roč. 96, č. 3 Pt 2, s. 1173–1184. ISSN 0031-5125. Dostupné z: doi:10.2466/pms.2003.96.3c.1173

LIDBECK, Cecilia M., Elena M. GUTIERREZ-FAREWIK, Eva BROSTRÖM a Åsa BARTONEK, 2014. Postural orientation during standing in children with bilateral cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association* [online]. roč. 26, č. 2, s. 223–229. ISSN 1538-005X. Dostupné z: doi:10.1097/PEP.0000000000000025

LIM, Hyungwon a Tackhoon KIM, 2013. Effects of vojta therapy on gait of children with spastic diplegia. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 12., roč. 25, č. 12, s. 1605–1608. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.25.1605

LISTON, R. A. a B. J. BROUWER, 1996. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 5., roč. 77, č. 5, s. 425–430. ISSN 0003-9993.

LIU, Wen-Yu, null YA-TINGHSU, Hen-Yu LIEN, Huei-Shyong WANG, Alice May-Kuen WONG, Simon Fuk-Tan TANG a Yang-Hua LIN, 2015. Deficits in sensory organization for postural stability in children with Tourette syndrome. *Clinical*

Neurology and Neurosurgery [online]. 2., roč. 129 Suppl 1, s. S36–40. ISSN 1872-6968. Dostupné z: doi:10.1016/S0303-8467(15)30010-X

LOPES, Guilherme Henrique Ramos a Ana Cristina de DAVID, 2013. Posturography in the analysis of postural control in children with cerebral palsy: a literature review. *Fisioterapia e Pesquisa* [online]. 3., roč. 20, č. 1, s. 97–102. ISSN 1809-2950. Dostupné z: doi:10.1590/S1809-29502013000100016

MALONE, Ailish, Damien KIERNAN, Helen FRENCH, Valerie SAUNDERS a Timothy O'BRIEN, 2015. Do children with cerebral palsy change their gait when walking over uneven ground? *Gait & Posture* [online]. 2., roč. 41, č. 2, s. 716–721. ISSN 1879-2219. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2015.02.001

MAO, Yurong, Peiming CHEN, Le LI a Dongfeng HUANG, 2014. Virtual reality training improves balance function. *Neural Regeneration Research* [online]. 1. 9., roč. 9, č. 17, s. 1628–1634. ISSN 1673-5374. Dostupné z: doi:10.4103/1673-5374.141795

MESKERS, Carel G. M., Jurriaan H. DE GROOT, Erwin DE VLUGT a Alfred C. SCHOUTEN, 2015. NeuroControl of movement: system identification approach for clinical benefit. *Frontiers in Integrative Neuroscience* [online]. roč. 9, s. 48. ISSN 1662-5145. Dostupné z: doi:10.3389/fnint.2015.00048

MITCHELL, Louise E., Jenny ZIVIANI a Roslyn N. BOYD, 2015. Habitual physical activity of independently ambulant children and adolescents with cerebral palsy: are they doing enough? *Physical Therapy* [online]. 2., roč. 95, č. 2, s. 202–211. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20140031

NOBRE, A., F. F. MONTEIRO, M. O. GOLIN, D. BIASOTTO-GONZALEZ, J. C. Ferrari CORRÊA a C. S. OLIVEIRA, 2010. Analysis of postural oscillation in children with cerebral palsy. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*. 8., roč. 50, č. 5, s. 239–244. ISSN 0301-150X.

OEFFINGER, Donna, George GORTON, Anita BAGLEY, Diane NICHOLSON, Douglas BARNES, Janine CALMES, Mark ABEL, Diane DAMIANO, Richard KRYSCIO, Sarah ROGERS a Chester TYLKOWSKI, 2007. Outcome assessments in children with cerebral palsy, part I: descriptive characteristics of GMFCS Levels I to III. *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 3., roč. 49, č. 3, s. 172–180. ISSN 0012-1622. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-8749.2007.00172.x

ORŠULÍKOVÁ, Radka, Alena KOBESOVÁ a Karlova UNIVERZITA, 2009. *Interindividuální variabilita při vyšetření na přístroji balance master*. Praha. b.n.

ORTH, Heidi, 2012. *Dítě ve Vojtově terapii: příručka pro praxi*. 2., upr. vyd. České Budějovice: Kopp. ISBN 978-80-7232-431-6.

PALISANO, Robert J., Peter ROSENBAUM, Doreen BARTLETT a Michael H. LIVINGSTON, 2008. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine and Child Neurology* [online].

10., roč. 50, č. 10, s. 744–750. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-8749.2008.03089.x

PAVÃO, Silvia Leticia, Kayo Andre F. BARBOSA, Tatiana de Oliveira SATO a Nelci Adriana Cicuto Ferreira ROCHA, 2014a. Functional balance and gross motor function in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 10., roč. 35, č. 10, s. 2278–2283. ISSN 1873-3379. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2014.05.024

PAVÃO, Sílvia Leticia, Adriana Neves DOS SANTOS, Marjorie Hines WOOLLACOTT a Nelci Adriana Cicuto Ferreira ROCHA, 2013. Assessment of postural control in children with cerebral palsy: A review. *Research in developmental disabilities* [online]. 5., roč. 34, č. 5, s. 1367–1375. ISSN 0891-4222. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2013.01.034

PAVÃO, Sílvia L., Gabriela S. NUNES, Adriana N. SANTOS a Nelci A. C. F. ROCHA, 2014b. Relationship between static postural control and the level of functional abilities in children with cerebral palsy. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 8., roč. 18, č. 4, s. 300–307. ISSN 1809-9246.

PERALES LÓPEZ, L., A. M. PÉREZ GORRICO, M. A. ATIN a E. VARELA, 2009. Efecto de la terapia Vojta en la rehabilitación de la marcha en dos pacientes adultos con daño cerebral adquirido en fase tardía. *Fisioterapia* [online]. roč. 31, č. 4, s. 151–162. ISSN 0211-5638. Dostupné z: doi:10.1016/j.ft.2008.07.013

RAMSTAD, Kjersti, Reidun JAHNSEN, Ola H. SKJELDAL a Trond H. DISETH, 2011. Characteristics of recurrent musculoskeletal pain in children with cerebral palsy aged 8 to 18 years. *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 11., roč. 53, č. 11, s. 1013–1018. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-8749.2011.04070.x

RAMSTRAND, Nerrolyn a Frida LYGNEGÅRD, 2012. Can balance in children with cerebral palsy improve through use of an activity promoting computer game? *Technology and Health Care: Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine* [online]. roč. 20, č. 6, s. 501–510. ISSN 1878-7401. Dostupné z: doi:10.3233/THC-2012-0696

RANDALL, Melinda, Adrienne HARVEY, Christine IMMS, Sue REID, Katherine J. LEE a Dinah REDDIHOUGH, 2013. Reliable classification of functional profiles and movement disorders of children with cerebral palsy. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics* [online]. 8., roč. 33, č. 3, s. 342–352. ISSN 1541-3144. Dostupné z: doi:10.3109/01942638.2012.747584

REID, Lee B., Stephen E. ROSE a Roslyn N. BOYD, 2015. Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Nature Reviews. Neurology* [online]. 7., roč. 11, č. 7, s. 390–400. ISSN 1759-4766. Dostupné z: doi:10.1038/nrneurol.2015.97

- REILLY, Dinah S., Marjorie H. WOOLLACOTT, Paul van DONKELAAR a Sandra SAAVEDRA, 2008. The Interaction Between Executive Attention and Postural Control in Dual-Task Conditions: Children With Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 1. 5., roč. 89, č. 5, s. 834–842. ISSN 0003-9993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2007.10.023
- RICHARDS, Carol L. a Francine MALOUIN, 2013. Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation. *Handbook of Clinical Neurology* [online]. roč. 111, s. 183–195. ISSN 0072-9752. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-52891-9.00018-X
- ROJAS, Valeska Gatica, Guillermo Méndez REBOLLEDO, Eduardo Guzman MUÑOZ, Natalia Ibarra CORTÉS, Caterine Berrios GAETE a Carlos Manterola DELGADO, 2013. Differences in standing balance between patients with diplegic and hemiplegic cerebral palsy. *Neural Regeneration Research* [online]. 15. 9., roč. 8, č. 26, s. 2478–2483. ISSN 1673-5374. Dostupné z: doi:10.3969/j.issn.1673-5374.2013.26.009
- SANDBLUND, Marlene, Katarina DOCK, Charlotte K. HÄGER a Eva Lindh WATERWORTH, 2012. Motion interactive video games in home training for children with cerebral palsy: parents' perceptions. *Disability & Rehabilitation*. roč. 34, č. 11, s. 925–933. ISSN 09638288.
- SAXENA, Shikha, Bhamini K. RAO a Senthil KUMARAN, 2014. Analysis of postural stability in children with cerebral palsy and children with typical development: an observational study. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association* [online]. roč. 26, č. 3, s. 325–330. ISSN 1538-005X. Dostupné z: doi:10.1097/PEP.0000000000000060
- SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie H. WOOLLACOTT, 2012. *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. 4. vyd. B.m.: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-0-7817-6691-3.
- SIRIPHORN, Akkradate a Dannaovaratt CHAMONCHANT, 2015. Wii balance board exercise improves balance and lower limb muscle strength of overweight young adults. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 1., roč. 27, č. 1, s. 41–46. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.27.41
- SMITHERS-SHEEDY, Hayley, Nadia BADAWI, Eve BLAIR, Christine CANS, Kate HIMMELMANN, Ingeborg KRÄGELOH-MANN, Sarah MCINTYRE, Jennie SLEE, Peter ULDALL, Linda WATSON a Meredith WILSON, 2014. What constitutes cerebral palsy in the twenty-first century? *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 4., roč. 56, č. 4, s. 323–328. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi:10.1111/dmcn.12262
- SUMMA, Aurora, Giuseppe VANNOZZI, Elena BERGAMINI, Marco IOSA, Daniela MORELLI a Aurelio CAPPOZZO, 2016. Multilevel Upper Body Movement Control during Gait in Children with Cerebral Palsy. *PLoS One* [online]. roč. 11, č. 3, s. e0151792. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0151792

SZOPA, Andrzej a Małgorzata DOMAGALSKA-SZOPA, 2015. Postural stability in children with hemiplegia estimated for three postural conditions: standing, sitting and kneeling. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 4., roč. 39, s. 67–75. ISSN 1873-3379. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2015.01.001

TARAKCI, Devrim, Burcu ERSOZ HUSEYINSINOGLU, Ela TARAKCI a Arzu RAZAK OZDINÇLER, 2016. The Effects of Nintendo Wii-Fit Video Games on Balance in Children with Mild Cerebral Palsy. *Pediatrics International: Official Journal of the Japan Pediatric Society* [online]. 9. 2. ISSN 1442-200X. Dostupné z: doi:10.1111/ped.12942

TARAKCI, Devrim, Arzu Razak OZDINÇLER, Ela TARAKCI, Fatih TUTUNCUOGLU a Meral OZMEN, 2013. Wii-based Balance Therapy to Improve Balance Function of Children with Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 9., roč. 25, č. 9, s. 1123–1127. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.25.1123

VAN WELY, Leontien, Jules G. BECHER, Astrid C. J. BALEMANS a Annet J. DALLMEIJER, 2012. Ambulatory activity of children with cerebral palsy: which characteristics are important? *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 5., roč. 54, č. 5, s. 436–442. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-8749.2012.04251.x

VÉLE, František, 2012. *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie: příručka pro terapeutky pracující v neurorehabilitaci*. Vyd. 1. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-608-1.

VOGTLE, Laura K., Laurie A. MALONE a Andres AZUERO, 2014. Outcomes of an exercise program for pain and fatigue management in adults with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* [online]. roč. 36, č. 10, s. 818–825. ISSN 1464-5165. Dostupné z: doi:10.3109/09638288.2013.821181

VOJTA, Václav, 2010. *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2710-3.

WALLARD, L., G. DIETRICH, Y. KERLIRZIN a J. BREDIN, 2014. Balance control in gait children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [online]. 5., roč. 40, č. 1, s. 43–47. ISSN 1879-2219. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2014.02.009

WEISS, Patrice L. Tamar, Emanuel TIROSH a Darcy FEHLINGS, 2014. Role of Virtual Reality for Cerebral Palsy Management. *Journal of Child Neurology* [online]. 5. 5., roč. 29, č. 8, s. 1119–1124. ISSN 1708-8283. Dostupné z: doi:10.1177/0883073814533007

WIART, Lesley, Lynne RAY, Johanna DARRAH a Joyce MAGILL-EVANS, 2010. Parents' perspectives on occupational therapy and physical therapy goals for children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* [online]. roč. 32, č. 3, s. 248–258. ISSN 0963-8288. Dostupné z: doi:10.3109/09638280903095890

WIMALASUNDERA, Neil a Valerie L. STEVENSON, 2016. Cerebral palsy. *Practical Neurology* [online]. 2. 2. ISSN 1474-7766. Dostupné z: doi:10.1136/practneurol-2015-001184

WINKELS, Diny G. M., Anke I. R. KOTTINK, Rutger A. J. TEMMINK, Juliëtte M. M. NIJLANT a Jaap H. BUURKE, 2013. Wii™-habilitation of upper extremity function in children with cerebral palsy. An explorative study. *Developmental Neurorehabilitation* [online]. roč. 16, č. 1, s. 44–51. ISSN 1751-8431. Dostupné z: doi:10.3109/17518423.2012.713401

WINTER, DA, 1995. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture* [online]. 12., roč. 3, č. 4, s. 193–214. ISSN 0966-6362. Dostupné z: doi:10.1016/0966-6362(96)82849-9

WOOLLACOTT, Marjorie Hines a Anne SHUMWAY-COOK, 2005. Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: what are the underlying problems and what new therapies might improve balance? *Neural Plasticity* [online]. roč. 12, č. 2-3, s. 211–219; discussion 263–272. ISSN 2090-5904. Dostupné z: doi:10.1155/NP.2005.211

YOU, Sung H., Sung Ho JANG, Yun-Hee KIM, Mark HALLETT, Sang Ho AHN, Yong-Hyun KWON, Joong Hwi KIM a Mi Young LEE, 2005a. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation* [online]. 6., roč. 36, č. 6, s. 1166–1171. ISSN 1524-4628. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.0000162715.43417.91

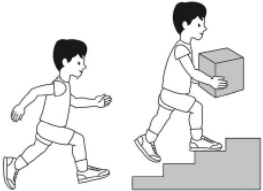
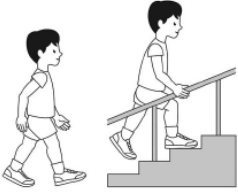
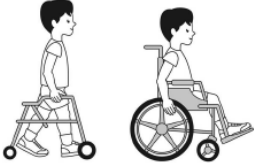
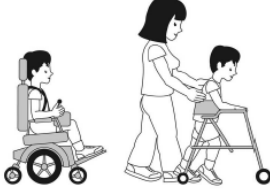

YOU, Sung H., Sung Ho JANG, Yun-Hee KIM, Yong-Hyun KWON, Irene BARROW a Mark HALLETT, 2005b. Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 9., roč. 47, č. 9, s. 628–635. ISSN 0012-1622.

ZOUNKOVÁ, Irena; ŠAFÁŘOVÁ, Marcela. Vojtův princip: reflexní lokomoce. In KOLÁŘ, Pavel, et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. První vydání. Praha: Galén, 2009. s. 265 - 272. ISBN 978-80-7262-657-1.

SEZNAM PŘÍLOH

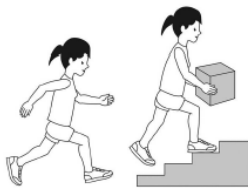
- Příloha č. 1: škála GMFCS pro věk 6-12 let (obrázek)
- Příloha č. 2: škála GMFCS pro věk 12-18 let (obrázek)
- Příloha č. 3: Informovaný souhlas (obrázek)
- Příloha č. 4: Anamnestický dotazník (obrázek)
- Příloha č. 5: Hodnocení bolesti (obrázek)
- Příloha č. 6: Formulář pro záznam terapie VRL (obrázek)
- Příloha č. 7: Možnosti aktivace pro terapii Vojtovu reflexní lokomocí (tabulka)
- Příloha č. 8: Formulář pro záznam terapie systémem Nintendo Wii (obrázek)
- Příloha č. 9: Charakteristika her úvodní části terapie s využitím Nintendo Wii (tabulka)
- Příloha č. 10: Charakteristika her druhé části terapie s využitím Nintendo Wii (tabulka)
- Příloha č. 11: Analýza efektu Vojtovy reflexní lokomoce (tabulka)
- Příloha č. 12: Analýza efektu aktivních videoher Nintendo Wii (tabulka)
- Příloha č. 13: Analýza vlivu faktorů: typ terapie, perioda (tabulka)

Příloha č. 1: Škála GMFCS pro věk 6 - 12 let (obrázek)

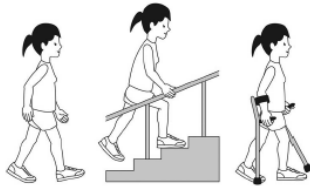
	<p>GMFCS stupeň I</p> <p>Děti chodí doma, ve škole, venku a ve společnosti. Dokážou chodit po schodech, aniž by použili zábradlí. Děti zvládají dovednosti z hrubé motoriky jako je běhání a skákání, ale rychlost, rovnováha a koordinace je omezena.</p>
	<p>GMFCS stupeň II</p> <p>Chodí téměř všude a po schodech se přidržují zábradlí. Mohou mít obtíže při chůzi na delší vzdálenost a na nerovném a šikmém povrchu, při chůzi v davu, stísněném prostoru. Mohou chodit s fyzickou asistencí, lokomočními prostředky jako jsou chodítka a berle nebo na delší vzdálenost mohou používat vozík. Děti mají jen minimální schopnost provádět hrubě motorické dovednosti jako běhání a skákání.</p>
	<p>GMFCS stupeň III</p> <p>Děti chodí s použitím lokomočních prostředků chodí ve většině interiérů. Mohou chodit po schodech s přidřením se zábradlí se supervizí nebo asistencí. Děti používají vozík na delší vzdálenost a mohou se sami pohánět na mechanickém vozíku na kratší vzdálenosti.</p>
	<p>GMFCS stupeň IV</p> <p>Děti používají způsoby mobility, které vyžadují fyzickou asistenci nebo elektrický vozík ve většině prostředí. Mohou chodit na krátkou vzdálenost doma s fyzickou asistencí nebo použitím elektrického vozíku nebo chodítka, které jim podepírá tělo, jsou-li do něj postaveny. Ve škole, v exteriéru a ve společnosti jsou děti transportovány na mechanickém vozíku nebo používají elektrický vozík.</p>
	<p>GMFCS stupeň V</p> <p>Děti jsou transportovány na mechanickém vozíku při všech příležitostech. Děti jsou limitovány ve schopnosti udržet antigravitačně hlavu a trup a kontrolovat hybnost paží a dolních končetin.</p>

Na obrázku je znázorněna škála GMFCS. Barevně jsou zvýrazněny položky odpovídající schopnostem jedinců, kteří se účastní výzkumné části diplomové práce. Dokument je dostupný na: www.canchild.ca; do češtiny byl přeložen Mgr. Olgou Večeřovou a Mgr. Veronikou Kristkovou.

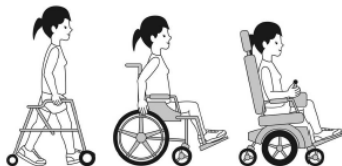
Příloha č. 2: Škála GMFCS pro věk 12 - 18 let (obrázek)

**GMFCS stupeň I**

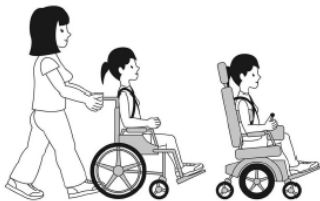
Mládež chodí doma, ve škole a venku i ve společnosti. Mládež je schopná zvládnout obrubník a chodit po schodech bez fyzické asistence nebo zábradlí. Provádějí hrubě motorické dovednosti jako je běhání a skákání, ale rychlost, balance a koordinace jsou omezeny.

**GMFCS stupeň II**

Mládež chodí ve většině prostředí, ale faktory prostředí a osobní volby ovlivňují výběr mobility. Ve škole nebo v práci mohou vyžadovat lokomoční prostředky pro bezpečnost a chodí po schodech přidržením se zábradlí. Venku ve společnosti může mládež použít vozík, pokud cestuje na delší vzdálenost.

**GMFCS stupeň III**

Mládež je schopná chodit s použitím lokomočních prostředků (např. chodítka nebo berle). Mládež je schopná chodit po schodech přidržením se zábradlí s dozorem nebo s asistencí. Ve škole se mohou pohánět mechanický vozík nebo používat elektrický vozík. Venku a ve společnosti je mládež transportována na mechanickém vozíku nebo používá elektrický vozík.

**GMFCS stupeň IV**

Mládež používá vozík ve většině prostředí. Transfery si vyžadují fyzickou asistenci 1-2 lidí. Uvnitř mohou mladí lidé chodit na krátké vzdálenosti s fyzickou asistencí, použitím vozíku nebo chodítka podepírajícího tělo, jsou-li do něj umístěni. Mohou ovládat elektrický vozík, v opačném případě jsou transportováni na mechanickém vozíku.

**GMFCS stupeň V**

Mládež je transportována na manuálním vozíku ve všech prostředích. Mládež je limitována ve schopnosti udržet antigravitačně hlavu a trup a kontrolovat pohyby paží a nohou. Samostatná mobilita je velmi omezena i přes použití pomocných technologií.

Na obrázku je znázorněna škála GMFCS pro děti ve věku 12–18 let. Barevně jsou zvýrazněny položky odpovídající schopnostem jedinců, kteří se účastní výzkumné části diplomové práce. Dokument je dostupný na: www.canchild.ca; do češtiny byl přeložen Mgr. Olgou Večeřovou a Mgr. Veronikou Kristkovou.

Příloha č. 3: Informovaný souhlas (obrázek)**INFORMOVANÝ SOUHLAS S ÚČASTÍ NA VÝZKUMNÉM PROJEKTU**

Jméno probanda

Datum narození

Jméno zákonného zástupce.....

Název projektu:

Pracoviště: Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN v Motole

Odpovědná osoba: Mgr. Kateřina Medunová, medunova@gmail.com

Po podrobném ústním seznámení s náplní výzkumného projektu a po zodpovězení všech
mých otázek týkajících se daného projektu prohlašuji:

- budu se dobrovolně účastnit experimentální části projektu;
- dávám souhlas k nahlížení a pořízení opisu zdravotnické dokumentace v rozsahu nezbytném pro splnění požadavků projektu a prohlašuji, že osobní a anamnestické údaje poskytnu dobrovolně a dávám souhlas s jejich anonymním zpracováním;
- dávám souhlas k získání klinických dat (tj. vyplnění anamnestického dotazníku);
- dávám souhlas k pořízení videozáznamu;
- dávám souhlas k použití získaných dat pro další anonymní zpracování v rámci vědecké práce v souladu s platnými právními a etickými normami.

V Praze dne 2015

.....
Podpis zákonného zástupce pacienta.....
Jméno a podpis osoby poskytující informace o projektu

Příloha č. 4: Anamnestický dotazník (obrázek)

datum:

6 MWT: ANO/NE**kulový úchop:** ANO/NE

- pravá horní končetina: svede/nesvede
- levá horní končetina: svede/nesvede

ANAMNESTICKÝ DOTAZNÍK

Jméno:

Výška:

ID:

Váha:

Datum narození/věk:

BMI:

Pohlaví:

pravák - levák

LÉKAŘSKÁ DIAGNÓZA:

Přidružená onemocnění (porucha smyslových funkcí, kognitivní deficit, specifické komunikační potřeby):

Osobní anamnéza (zaměřená na okolnosti vzniku DMO):

Hospitalizace, operace, úrazy:

Užívané léky:

Užívání ortopedických pomůcek:

Začátek rehabilitace (věk pacienta při zahájení rehabilitační léčby):

Poslední rehabilitační intervence:

Rehabilitace a další terapie probíhající v současné době:

Příloha č. 5: Hodnocení bolesti (obrázek)**Bolest****1) Výskyt bolesti:**

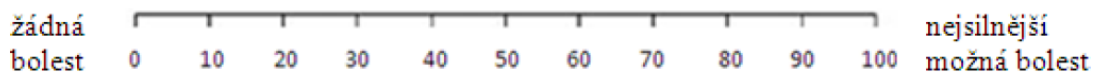
- a) pravidelně mívám bolesti stejného místa
- b) bolesti nemívám vůbec

2) Přítomnost bolesti

- a) aktuálně přítomna
- b) aktuálně nepřítomna

3) Intenzita bolesti – VAS

Označte na stupnici 0 – 100 intenzitu aktuální nebo obvyklé bolesti – přeškrtnutím úsečky.



Varianta pro děti do 12 let - vyberte obličej, který nejlépe odpovídá vaší bolesti:

(terapeut zakrývá čistým papírem okolí obličejů - koncentrace pacienta)



nic nebolí

trochu to bolí

bolí to trochu víc

bolí to ještě víc

bolí to moc

bolí to úplně
nejvíc





Bolest je lokalizována (vypisuje terapeut):



Příloha č. 6: Formulář pro záznam terapie VRL (obrázek)

Vojtova reflexní lokomoce				
datum	čas terapie	1. pozice	pozice na boku	poznámka
1. 30.3.	14 ⁴⁵ - 15 ⁰⁰ 14⁴⁰ - 14⁵⁰	✓	✓	závěr
2. 31.3.	18:20 - 18:50	✓	✓	
3. 1.4.	18:23 - 18 ⁵³	✓	✓	
4. 2.4.	18 ³⁰ - 14 ⁰⁰ 18⁰⁰ - 18⁴⁰	✓	✓	4 žlým cvičit - kontrola
5. 3.4.	19 ²⁰ - 19 ³⁰	✓	✓	prestaivka cca 5 min.
6. 4.4.	18 ⁰⁷ - 18 ³⁷	✓	✓	
7. 4.5.	19 ⁰⁹ - 19 ³⁹	✓	✓	
8. 5.4.	10 ⁰⁰ - 10 ⁴⁰	✓	✓	
9. 6.4.	18 ²⁹ - 18 ⁵⁹	✓	✓	
10. 7.4.	18 ³⁰ - 19 ⁰⁰	✓	✓	
11. 8.4.	19 ⁰⁰ - 19 ³⁰	✓	✓	
12. 9.4.	18 ³⁰ - 19 ⁰⁰	✓	✓	
13. 10.4.	18 ³⁰ - 19 ⁰⁰	✓	✓	
14. 11.4.	13 ³⁰ - 14 ⁰⁰	✓	✓	
15. 12.4.	19 ⁰⁰ - 19 ³⁰	✓	✓	
16. 13.4.	15 - 15 ⁴⁵	✓	✓	kontrola

Vzor vyplněného formuláře pro denní záznam terapie Vojtovou reflexní lokomocí. Jedná se o názornou ukázkou formuláře, který si pacient vyplňoval sám.

Příloha č. 7: Možnosti aktivace pro terapii Vojtovu reflexní lokomocí (tabulka)

TERAPIE VOJTVOU REFLEXNÍ LOKOMOCÍ	
POLOHA NA BOKU	Aktivační zóny
Reflexní otáčení – třetí fáze	
 <p>Obrázek 14: Varianta reflexního otáčení (Fotoarchiv autora).</p>	Aktivace zóna na lopatce (obrázek 14).
Reflexní otáčení – druhá fáze	
 <p>Obrázek 15: Varianta reflexního otáčení (Fotoarchiv autora).</p>	Aktivace zóny na lopatce a spina iliaca anterior superior (obrázek 15).
Reflexní otáčení – čtvrtá fáze A	
 <p>Obrázek 16: Varianta reflexního otáčení (Fotoarchiv autora).</p>	Aktivace zóny na lopatce a mediálním epikondylu femuru (obrázek 16).
Reflexní otáčení – čtvrtá fáze B	
 <p>Obrázek 17: Varianta reflexního otáčení (Fotoarchiv autora).</p>	Aktivace zóny na lopatce a laterálním epikondylu femuru (obrázek 17).

PRVNÍ POZICE	
	Aktivace patní zóna na záhlavní dolní končetině a řízení hlavy (obrázek 18).
	Aktivace zóny na mediálním epikondylu humeru čelistní horní končetiny a řízení hlavy (obrázek 19).

V tabulce jsou znázorněny možnosti aktivace pro terapii Vojtovou reflexní lokomocí.

Příloha č. 8: Formulář pro záznam terapie systémem Nintendo Wii (obrázek)



Nintendo Wii - základní				
	datum	přestávka	délka přestávky	zaznamenaný rekord: číslo hry - výsledek
1	12/1/2016	ANO/NE		
2	13/1	ANO/NE		
3	14/1	ANO/NE		① 35 ② 20 ③ 80 ④ 0 ⑤ 1:24,91
4	15/1	ANO/NE		① 34 ② 20 ③ 80 ④ 0 ⑤ 1:34,75
5	16/1	ANO/NE		① 41 ② 30 ③ 80 ④ 0 ⑤ 0:46:43
6	17/1	ANO/NE		① 40 ② 40 ③ 80 80 ④ 0 ⑤ 1:23,11
7	18/1	ANO/NE		① 36 ② 30 ③ 80 ④ 0 ⑤ 1:11,80
8	19/1	ANO/NE		① 41 ② 20 ③ 75 ④ 0 ⑤ 1:23,20
9	20/1	ANO/NE		① 40 ② 20 ③ 80 ④ 0 ⑤ 1:27:63
10	21/1	ANO/NE		① 42 ② 30 ③ 80 ④ 0 ⑤ 1:28:43
11	22/1	ANO/NE		① 38 ② 30 ③ 80 ④ 0 ⑤ 0:52:10
12	23/1	ANO/NE		① 41 ② 40 ③ 80 ④ 26 ⑤ 1:09:46
13	24/1	ANO/NE		① 42 ② 40 ③ 190 ④ 0 ⑤ 1:04:06
14	25/1	ANO/NE		① 42 ② 30 ③ 80 ④ 31 ⑤ 1:08:41
15	26/1	ANO/NE		KONTROLA

Hra 1: Penguin slide Hra 3: Segway Hra 5: Ski slalom
Hra 2: Table tilt Hra 4: Ski jump

Vzor formuláře pro denní záznam průběhu terapie systémem Nintendo Wii. Jedná se o ukázkou vyplněného formuláře, který byl určen pro první část terapie. Tabulka pro druhou část terapie je ve shodném provedení, které se liší pouze změněnou herní nabídkou.



**Příloha č. 9: Charakteristika her úvodní části terapie s využitím Nintendo Wii
(tabulka)**


HRY NINTENDO WII FIT PRO ZÁKLADNÍ ČÁST	
Název	Popis hry
<p>Penguin Slide</p>  <p>Obrázek 20: Obrázek je dostupný na http://lazyreviewzzz.com/2010/02/22/wii-fit/.</p>	<p>Přesouváním váhy doprava a doleva jedinec naklání ledovou kru, po které klouže tučňák. Tučňákem chytá ryby a cílem je nasbírat, co nejvíce bodů za stanovený časový limit. Pacient je nucen rychle reagovat a hbitě měnit zatížení dolních končetin v medio-laterálním směru.</p> <p>cíl: medio-laterální přenášení váhy v 2D prostoru, rychlá změna</p>
<p>Table Tilt</p>  <p>Obrázek 21: Obrázek je dostupný na https://www.youtube.com/watch?v=g99NeqPxVWk.</p>	<p>Přesouváním váhy do všech stran jsou nakláněním plošiny posouvány kuličky tak, aby propadly otvorem v plošině. Důležitá je schopnost plynulé změny pohybu a soustředění se. V průběhu stanoveného časového limitu dochází k postupnému plnění stále náročnějších variant plošin.</p> <p>cíl: přenášení váhy do všech směrů v 3D prostoru, plynulost pohybu,</p>
<p>Segway</p>  <p>Obrázek 22: Obrázek je dostupný na https://www.youtube.com/watch?v=Fc70_rIITPs.</p>	<p>Přenášením váhy dopředu a dozadu je ovládána rychlost pohybu segwaye, kterým hráč jezdí po virtuální pláži a snaží se trefit do modrobílých terčů, které jsou na pláži rozmístěny. Obě horní končetiny drží v horizontální poloze ovladač, jehož naklápěním jsou ovládány pohyby segwaye do stran. Cílem hry je trefit co nejvíce terčů v časovém limitu.</p> <p>cíl: antero-posteriorní přenášení váhy v 2D prostoru, automaticky probíhající diferencovaný pohyb Hkk a Dkk</p>

<p>Ski Jump</p>  <p>Obrázek 23: Obrázek je dostupný na https://www.youtube.com/watch?v=4shwm16Q5Wk.</p>	<p>Hra je zahájena podřepem, přenesením váhy na přední část chodidel je korigována rychlost sjezdu a ve správný okamžik je extenzí dolních končetin simulován odraz. V průběhu celé aktivity je hráč nucen dodržovat symetrické zatížení obou dolních končetin.</p> <p>Cíl: timing pohybu, udržení symetrie postury v průběhu rychlé změny pohybu z podřepu do přímého stoje</p>
<p>Ski Slalom</p>  <p>Obrázek 24: Obrázek je dostupný na http://www.mensfitness.com/training/wii-fit.</p>	<p>Hra Ski Slalom vyžaduje, aby účastníci plynule přenášeli těžiště těla laterálně a projížděli tak řadou bran virtuálního lyžařského slalomu. Rychlost sjezdového lyžování je zvyšována s mírou zatížení přední části chodidel.</p> <p>Cíl: medio-laterální přenášení váhy v 2D prostoru s konstatním zatížením přední části chodidel</p>

V tabulce jsou shrnuty charakteristiky základních her Nintendo Wii Fit.

Příloha č. 10: Charakteristika her druhé části terapie s využitím Nintendo Wii
(tabulka)

HRY NINTENDO WII FIT PRO POKROČILOU ČÁST	
Název	Popis hry
Table Tilt (v režimu pokročilý)	V režimu pokročilý je zahrnuta vyšší obtížnost provedení hry jak ve smyslu vyššího počtu kuliček, tak ve smyslu náročnějších tvarů plošin.
Snowboard  <p>Obrázek 25: Obrázek je dostupný na http://nintendowiigamesmariokart.blogspot.cz/2009/02/01_archive.htm.</p>	<p>Při hře Snowboard je podložka WBB otočena o 90° oproti původnímu přímému postavení. Pacient stojí bokem k obrazovce s pohledem na ni. Zatáčení je řízeno přesunem váhy těla na přední část chodidel nebo na paty. Hra byla hrána z obou stran.</p> <p>Cíl: anterio-posteriorní přenášení váhy s rotací hlavy směrem k obrazovce a větším zatížením DK na obličejové straně</p>
Tilt City  <p>Obrázek 26: Obrázek je dostupný na https://www.youtube.com/watch?v=i-6gYmijiL0.</p>	<p>Při hře Tilt City jsou na obrazovce nad sebou plošiny, které svým náklonem navádějí shora padající kuličky do jedné ze tří nádob. Horní plošina je ovládána horními končetinami. Náklon dalších plošin je řízen přenášením váhy z jedné dolní končetiny na druhou. Pacient musí promyslet dráhu barevně rozlišených kuliček tak, aby kulička dopadla přes obě plošiny do nádoby téže barvy. Hra vyžaduje diferenciaci pohybu horních a dolních končetin.</p> <p>cíl: diferencovaný pohyb Hkk a Dkk, vědomé střídání pozornosti mezi Hkk a Dkk</p>

<p>Kung-fu</p>  <p>Obrázek 27: Obrázek je dostupný na http://www.destructoid.com/review-wii-fit-plus-152318.phtml.</p>	<p>Při hře se na obrazovce objeví skupina bojovníků, kteří provádějí pohyby Hkk i Dkk. Hráč má za úkol zopakovat daný pohyb ve stanoveném rytmu. Celá hra je doprovázena hudebním doprovodem udávajícím rytmus. V případě nezdaru je hráč informován o tom, jestli pohyb provedl příliš pozdě nebo brzy.</p> <p>cíl: rytmicita pohybu, timing, přenášení váhy do stoje na jedné DK, diferencovaný i bilaterální pohyb Hkk, provedení zrcadlového pohybu dle předlohy na obrazovce</p>
<p>Ski Slalom (v režimu pokročilý)</p>	<p>V pokročilém režimu je náročnější a delší trasa virtuálního lyžařského slalomu.</p>

V tabulce je charakterizována pokročilá varianta her Nintendo Wii Fit.

Příloha č. 11: Analýza efektu VRL (tabulka)

EFEKT VRL					
název testu	sledovaný parametr	numDF	denDF	F-value	p-value
MCTSIB	výchylky COG	1	21	0,29558	0,5924
LOS	reakční čas	1	19	0,54031	0,4713
	směrová kontrola	1	19	0,02377	0,8791
	maximální výchylka COG	1	19	0,25985	0,6161
	koncová výchylka COG	1	19	1,73783	0,2031
	rychlost pohybu	1	22	3,53567	0,0734
Rhythmic Weight Shift	rychlost ve směru pohybu v předozadním směru	1	14	0,00127	0,972
	směrová kontrola při předozadním pohybu	1	14	3,72492	0,0741
	rychlost pohybu ve směru do stran	1	14	0,06476	0,8028
	směrová kontrola při pohybu do stran	1	14	0,35142	0,5628
Walk Across	průměrná délka kroku	1	6	5,01567	0,0664
	průměrná šířka kroku	1	6	0,42052	0,5407
	rychlost chůze	1	6	0,01089	0,9203
Tandem Walk	šířka kroku	1	6	0,47967	0,5145
	rychlost chůze	1	6	0,0573	0,8188
	výchylka COG na konci pohybu	1	6	0,08286	0,7831
Step/Quick turn	čas provedení otočky vpravo	1	6	1,15157	0,3245
	výchylka při provedení otočky vpravo	1	6	0,16896	0,6953
	čas provedení otočky vlevo	1	6	0,05152	0,828
	výchylka při provedení otočky vlevo	1	6	0,41207	0,5446

V tabulce jsou zaznamenány výsledky analýzy efektu terapie Vojtovou reflexní lokomocí pro všechny měřené parametry. Modrou barvou jsou označeny výsledky, které se blíží statisticky významné hodnotě.

Příloha č. 12: Analýza efektu Wii (tabulka)

EFEKT WII					
název testu	sledovaný parametr	numDF	denDF	F-value	p-value
MCTSIB	výchylky COG	1	21	6,31519	0,2020
LOS	reakční čas	1	12	0,02013	0,8895
	směrová kontrola	1	12	0,29031	0,5999
	maximální výchylka COG	1	12	0,25601	0,622
	koncová výchylka COG	1	12	0,11705	0,7382
	rychlost pohybu	1	12	3,33945	0,0926
Rhythmic Weight Shift	rychlost ve směru pohybu v předozadním směru	1	14	1,02245	0,3291
	směrová kontrola při předozadním pohybu	1	14	0,73868	0,4046
	rychlost pohybu ve směru do stran	1	14	0,65954	0,4303
	směrová kontrola při pohybu do stran	1	14	9,15525	0,0091
Walk Across	průměrná délka kroku	1	6	4,746054	0,0722
	průměrná šířka kroku	1	6	0,208599	0,6639
	rychlost chůze	1	6	0,014883	0,9069
Tandem Walk	šířka kroku	1	6	0,743555	0,4216
	rychlost chůze	1	6	0,886026	0,3829
	výchylka COG na konci pohybu	1	6	0,826179	0,3984
Step/Quick turn	čas provedení otočky vpravo	1	6	0,158223	0,7046
	výchylka při provedení otočky vpravo	1	6	0,020087	0,8919
	čas provedení otočky vlevo	1	6	0,472579	0,5175
	výchylka při provedení otočky vlevo	1	6	0,017687	0,8985

V tabulce jsou zaznamenány výsledky analýzy efektu terapie s využitím aktivních videoher Nintendo Wii pro všechny měřené parametry. Červeně jsou zvýrazněny statisticky významné výsledky a modrou barvou jsou označeny výsledky, které se blíží statisticky významné hodnotě.

Příloha č. 13: Analýza vliv faktorů: typ terapie, perioda, sekvence (tabulka)

Vliv faktorů terapie, perioda, sekvence				
		treatment	perioda	sequence
název testu	sledovaný parametr	p-value	p-value	p-value
MCTSIB	výchylky COG	0,1394	0,3889	0,1338
LOS	reakční čas	0,7329	0,3303	0,4022
	směrová kontrola	0,7406	0,1707	0,686
	maximální výchylka COG	0,9379	0,9665	0,7592
	koncová výchylka COG	0,1723	0,1011	0,0613
	rychlost pohybu	0,0075	0,8779	0,9593
Rhythmic Weight Shift	rychlost ve směru pohybu v předozadním směru	0,2753	0,7241	0,2294
	směrová kontrola při předozadním pohybu	0,9547	0,7765	0,9926
	rychlost pohybu ve směru do stran	0,4228	0,8917	0,9204
	směrová kontrola při pohybu do stran	0,0238	0,0077	0,207
Walk Across	průměrná délka kroku	0,6857	0,2808	0,1977
	průměrná šířka kroku	0,8154	0,9378	0,92
	rychlost chůze	0,9702	0,9138	0,1355
Tandem Walk	šířka kroku	0,9961	0,0978	0,7252
	rychlost chůze	0,388	0,1383	0,7224
	výchylka COG na konci pohybu	0,715	0,1041	0,3208
Step/Quick turn	čas provedení otočky vpravo	0,338	0,9927	0,1394
	výchylka při provedení otočky vpravo	0,7411	0,2171	0,1161
	čas provedení otočky vlevo	0,7652	0,485	0,8091
	výchylka při provedení otočky vlevo	0,5782	0,8035	0,3767

V tabulce jsou zaznamenány výsledky analýzy vlivu faktorů: terapie, periody a sekvence. Červeně jsou zvýrazněny statisticky významné výsledky a modrou barvou jsou označeny výsledky, které se blíží statisticky významné hodnotě.