

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**ZMĚNY V POSTUROGRAFII U DĚTSKÝCH PACIENTŮ S DMO
PO TERAPII AKTIVNÍ VIDEOHROU NINTENDO WII
A VOJTOVOU REFLEXNÍ LOKOMOCÍ**

Diplomová práce

Autor práce: **Bc. Helena Kmínková**

Vedoucí práce: **Mgr. Kateřina Medunová**

Praha 2018

Bibliografická identifikace

KMÍNKOVÁ, Helena. Změny v posturografii u dětských pacientů s DMO po terapii aktivní videohrou Nintendo Wii a Vojtovou reflexní lokomocí. Praha, 2018. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Kateřina Medunová.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Abstrakt:

Cíl: Cílem této diplomové práce je zhodnotit vliv terapie na herní konzoli Nintendo Wii a terapie Vojtovou reflexní lokomocí na statickou a dynamickou posturální kontrolu u 14 dětí ve věku 6-18 let s lehkou formou dětské mozkové obrny.

Metodika: Čtrnáct dětí ve věku 6-18 let bylo náhodně rozděleno na dvě skupiny. Obě skupiny podstoupily s půlročním odstupem terapii Vojtovou reflexní lokomocí a terapii aktivní videohrou, ovšem v opačném pořadí. Před začátkem terapie, ihned po skončení terapie a s odstupem 8 týdnů po skončení terapie proběhlo posturografické měření na přístroji Balance Master.

Výsledky: Po obou terapiích došlo k signifikantnímu zvýšení rychlosti výchylek COP v subtestu mCTSIB na pevné podložce při zavřených očích a ke snížení rychlosti výchylek COP v subtestu mCTSIB na měkké podložce při zavřených očích. Po obou terapiích také došlo k signifikantnímu snížení času potřebného k provedení otočky v testu SQT. V ostatních provedených testech (LOS, RWS, WA, TW) a subtestech nedošlo po terapiích k signifikantním změnám. Mezi terapiemi nebyl nalezen signifikantní rozdíl, patrné ale bylo, že dlouhodobý efekt terapie (8 týdnů) byl převážně u terapie VRL.

Závěr: Terapie Vojtovou reflexní lokomocí i aktivní videohrou Nintendo Wii mají vliv na posturální kontrolu dětí s DMO. VRL má větší tendenci udržet si efekt i po skončení terapie.

Klíčová slova: dětská mozková obrna, Vojtova reflexní lokomoce, Nintendo Wii, posturální kontrola, Balance Master

Abstract:

Aim: The aim of this study was to determine the impact of therapy by active videogame Nintendo Wii and by Vojta reflex locomotion on a static and dynamic postural control at a group of children with mild cerebral palsy.

Methodology: 14 children (from 6 to 18 years old) were randomly divided into two groups. Both groups received both therapies (active videogame therapy and Vojta reflex locomotion) with a 6 months gap, but in an opposite order. Posturographic measures were obtained before the start of the therapy, after therapy and 8 weeks after the end of the therapy.

Results: After both therapies, there was a significant increase in the COP sway velocity in the mCTSIB subtest on a firm surface with closed eyes and the COP sway velocity in the mCTSIB subtest was reduced on a foam surface with closed eyes. Further, after both therapies, there was a significant reduction in the time required to perform the turnabout in SQT test. Other tests (LOS, RWS, WA, TW) and subtests did not change significantly. There was not a significant difference between therapies, but in the post-therapy tests, VRL had a greater tendency to maintain its effect 8 weeks after therapy.

Conclusion: Both therapies, Vojta reflex locomotion and active videogame Nintendo Wii, have an influence on a postural control of children with cerebral palsy. VRL has a greater tendency to maintain its effect.

Keywords: cerebral palsy, Vojta reflex locomotion, Nintendo Wii, postural control, Balance Master

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 dne

Bc. Helena Kmínková

Velice děkuji Mgr. Kateřině Medunové za trpělivé vedení, podporu a rady. Děkuji také MUDr. Kryštofovi Slabému za významnou pomoc se zpracováním dat a terapeutům dětské rehabilitace FN Motol za dlouhodobou vstřícnou spolupráci na výzkumném projektu. V neposlední řadě děkuji Benjaminovi za zásoby kozího sýra a všeobecnou podporu při plnění studijních povinností.

Zadávací protokol

OBSAH

Seznam zkratek	10
1 ÚVOD	11
2 PŘEHLED POZNATKŮ	13
2.1 Dětská mozková obrna	13
2.2 Posturální chování dětí s DMO	21
2.3 Terapie poruch posturální kontroly u dětí s DMO	26
2.4 Hodnocení posturálního chování	32
3 METODIKA	40
Výzkumný soubor	40
Struktura výzkumu	42
Terapie	42
Průběh terapie VRL	42
Průběh terapie Wii	42
Průběh testování	43
4 CÍLE a HYPOTÉZY	44
Cíle	44
Hypotézy	44
5 VÝSLEDKY	45
mCTSIB	45
Limits of Stability	47
Rhythmic Weight Shift	48
Walk Across	49
Tandem Walk	49
Step/Quick Turn	49
6 DISKUZE	51

Současný výzkum v oblasti vlivu terapií VRL a Nintendo Wii na posturální parametry dětí s DMO	51
Testovaný soubor, délka a intenzita terapie	51
Posturografické testy přístroje BM.....	52
Délka trvání efektu terapií VRL a Nintendo Wii.....	56
Limity hodnocení posturografických parametrů	57
Limity studie	57
7 ZÁVĚRY	59
8 REFERENČNÍ SEZNAM.....	60
9 SEZNAM PŘÍLOH.....	77

Seznam zkratek

1MWT - One-Minute Walk Test

6MWT - Six-Minute Walk Test

ADL - Activities of Daily Living

ApEn - Approximate Entropy

BM - Balance Master

BOT2 - Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition

COG - Centre of Gravity

COP - Centre of Pressure

DCL - Directional Control

DMO - dětská mozková obrna

EC - eyes closed

EO - eyes opened

FN - fakultní nemocnice

GMFCS - Gross Motor Function Classification System

GMFM - Gross Motor Function Measure

LOS - Limits of Stability

LyE - Lyapunovův exponent

mCTSIB - modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance

OAV - On Axis Velocity

PBS - Pediatric Balance Scale

RDS - Respiratory Distress Syndrome

RWS - Rhythmic Weight Shift

SQT - Step/Quick turn

TUDS - Timed Up and Go Downstairs Test

TUG - Timed Up and Go Test

TW - Tandem Walk

VR - virtuální realita

VRL - Vojtova reflexní lokomoce

WA - Walk Across

1 ÚVOD

Dětem s DMO se právem věnuje pozornost zejména v raném dětském věku, kdy jenejvětší potenciál pozitivního ovlivnění poruchy. S postupujícím věkem často terapie ustupuje do pozadí a to zejména v době nástupu do školní docházky, kdy u dětí s lehčím postižením nabývá na důležitosti socializace a plnění školních povinností.

Zhoršená posturální kontrola u dětí s DMO negativně ovlivňuje ADL, zvyšuje riziko pádů, ovlivňuje možnost participace a přispívá k muskuloskeletálním komplikacím v pozdějším věku. Jedy žádoucí hledat účinnou, dostupnou a přitažlivou terapii, která by tyto důsledky zmírnila.

Tato diplomová práce se zabývá vlivem aktivních videoher na herní konzoli Nintendo Wii a vlivem Vojtovy reflexní lokomoce na pacienty s DMO ve věku 6-18 let. Probandi s lehčími typy diparetické a hemiparetické DMO absolvovali s půlročním odstupem třicetidenní terapii na herní konzoli a terapii Vojtovou reflexní lokomocí ve stejné délce.

V této práci zpracováváme kompletní posturografická data z projektu, který probíhal na dětské části Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství od března 2015 do května 2017. Cílem celého projektu bylo zhodnotit a porovnat vliv zmíněných terapií na hrubou motoriku, jemnou motoriku, posturografické parametry a subjektivní prožitek z terapie.

Úvodním výzkumem byla diplomová práce Mgr. Simony Reichertové (2015), na jejímž základě byly dále vybrány konkrétní hry na Nintendo Wii a konkrétní testy přístroje Balance Master pro celkovou studii. Zpracováním částečných posturografických dat se zabývala ve své práci Mgr. Adéla Quittková (2016). Vyhodnocením jemné motoriky, hrubé motoriky a subjektivního prožitku terapie se zabývala Mgr. Marie Pišťková (2017).

Teoretická část se zaměřuje na shrnutí poznatků o diparetické a hemiparetické formě DMO a vlivu těchto onemocnění na statickou a dynamickou posturální stabilitu. Popisuje dvě terapie, které byly v provedené studii využity: Vojtovu reflexní lokomocí a terapii aktivní videohrou Nintendo Wii ve vztahu k danému souboru probandů.

Dále se zabývá principy posturografického měření na přístroji Balance Master a možnostmi lineární a nelineární analýzy posturografických dat.

Kapitoly metodika, cíle a hypotézy popisují průběh uvedeného projektu. v kapitolách výsledky a diskuze uvádíme výsledky posturografických změn a uvažujeme jejich klinické interpretace.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Dětská mozková obrna

Dětská mozková obrna (DMO) je onemocnění na podkladě neprogredujícího postižení nezralého mozku. Etiologie i klinický obraz jsou značně variabilní. Za příčinu DMO se považuje ischemické postižení CNS v prenatálním, perinatálním nebo raně postnatálním období. Většinou se jedná o asfyxii během nebo po porodu, hypoxii u silně nezralých novorozenců v rámci syndromu dechové tísně (RDS - Respiratory Distress Syndrome), případně na základě intracerebrálního krvácení nebo zánětlivého postižení (Kolář, 2009; McAdams a Juul, 2011; Marešová, Joudová a Severa, 2011; Richards a Malouin, 2013; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a; Urgen et al., 2016).

U části dětí lze tyto ischemické změny objektivizovat ultrasonograficky, na CT či magnetické rezonanci. Ovšem u cca 10% pacientů strukturální změny nenalzáme. U většiny dětí bývají negativní elektrofyziologická, metabolická i genetická vyšetření. Diagnóza je pak stanovena na základě klinických příznaků (Marešová, Joudová a Severa, 2011).

Incidence kolísá mezi 2-3,5 případů na tisíc živě narozených dětí a zůstává přes zlepšující se porodnickou i neonatologickou péči stabilní. Stoupá ovšem zastoupení těžkých postižení u novorozenců s výraznou prematuritou (Colver, Fairhurst a Pharoah, 2014; Eunson, 2012; Kraus, 2005). Umístění, doba vzniku a rozsah poškození determinuje klinicky projevené poruchy (Meskers et al., 2015; Shumway-Cook a Woollacott, 2012b). 50-70% případů připadá na spastické formy (hemiparéza, diparéza, quadraparéza), které pochází z poškození mozkové kůry a kortikospinálního traktu (Shumway-Cook a Woollacott, 2012a; Urgen et al., 2016). v rámci incidence jednotlivých forem jednoznačně převažují spastická hemiparéza (až 35% celkové populace s DMO) s diparézou (Kraus, 2005). Obraz postižení se v prvních letech života mění, je podmíněn zráním mozkové tkáně, ale i podněty přicházejícími do CNS (Richards a Malouin, 2013).

Dominujícím příznakem je hybná porucha ve smyslu poruchy centrálního motoneuronu a tedy desinhibice kortikálních drah. Onemocnění vede také k nedostatečnému vývinu senzomotorických kontrolních mechanismů (Richards a Malouin, 2013). Fyzické schopnosti jsou celkově sníženy

(Russo et al., 2008). Mezi motorické příznaky patří spasticita, kloubní kontraktury, abnormální svalový timing a porucha selektivních pohybů (Dewar, Love a Johnston, 2015).

Tíže postižení je variabilní a u lehčích forem se může projevovat jen v určitých aktivitách (Girolami, Shiratori a Aruin, 2011; Kraus, 2005; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a; Urgan et al., 2016).

Postižení CNS přináší kromě primárních patologií, postihujících motorický, senzorický nebo kognitivní systém i sekundární změny ve smyslu strukturálních a funkčních změn ve svalech a kloubech (Shumway-Cook a Woollacott, 2012a). Deformity pohybového systému a svalová nerovnováha mohou s narůstajícím věkem progredovat (Wimalasundera a Stevenson, 2016).

Často jsou také přítomny přidružené poruchy - například epilepsie, poruchy smyslového vnímání, poruchy chování, komunikace nebo poruchy kognitivních funkcí (Bottcher, 2010; Colver, Fairhurst a Pharoah, 2014; Urgan et al., 2016).

Většina dětí s DMO se dožívá dospělosti a stáří, DMO obecně nebývá příčinou smrti. V adolescenci a dospělosti se často zvyrazňují vertebrogenní obtíže (častěji u hemiparézy), poruchy nosných kloubů z decentrace a přetížení (častěji u diparézy) (Kraus, 2005), potíže s chůzí. V adolescenci a dospělosti ovlivňuje aktivity denního života muskuloskeletální bolest, zvýšená únava a celkový úbytek fyzické aktivity (Eken et al., 2016; Kraus, 2005; Ramstad et al., 2011; Süssová a Šáchová, 2011; Vogtle, Malone a Azuero, 2013). Velice častým problémem je bolest, zejména bolesti páteře a velkých kloubů, bolesti spastických svalů nebo bolest při osteoporóze. Snížení minerální denzity se uvádí až u 50% dospělých pacientů s DMO (Süssová a Šáchová, 2011). Kraus poukazuje z hlediska pracovního a sociálního uplatnění na důležitost vzdělání dětí s DMO, která je zde větší než u jejich zdravých vrstevníků (Kraus, 2005).

DMO se na základě charakteru a lokalizace obtíží dělí na řadu typů. Následující popis se zabývá klinickými příznaky spastické diparézy a hemiparézy, tedy forem DMO, které měli probandi praktické části.

2.1.1 Spastická diparéza

Diparetická forma se řadí mezi bilaterální spastické formy DMO. Postihuje více dolní končetiny než horní. Neuromuskulární poruchy zahrnují hypertonus, hyperreflexii, abnormální reflexy, slabost, porušenou koordinaci, stejně tak jako porušenou posturální kontrolu a chůzi (Ballaz et al., 2014; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a).

Charakteristické držení těla se projevuje nedostatečným napřímením trupu, protrakcí ramen, flexí loktů a ručních kloubů (Kraus, 2005). Dítě s diparézou není schopné provést napřímení osového orgánu s jeho následnou rotací (Skaličková-Kováčiková, 2017). Stoj u spastické diparézy zhoršují torzní deformity. Kraus (2005) popisuje mediální rotaci femuru, laterální rotaci tibie, valgozitu nohy a abdukční postavení přednoží. Žádná spastická diparéza navíc není symetrická (Skaličková-Kováčiková, 2017), což se projeví i v zatížení dolních končetin ve stoji bez opory (Lidbeck et al., 2014).

Dolní končetiny jsou v mírné flexi v kyčlích a kolenou, ve vnitřní rotaci. v tricepsu, flexorech kolen a flexorech kyčlí se objevují až fixní kontraktury (Kraus, 2005). v oblasti kyčle se vyskytuje antevertze krčku femuru, změna kolodiafyzárního úhlu a s tím spojená tendence k luxacím. Chybí antagonistická synergie adduktorů a zevních rotátorů a kyčelní kloub jedecentrován. Pánevní pletenec i dolní končetiny jsou ve vztahu ke zbytku těla méně vyvinuty. Kolena na obou stranách mají tendenci k rekurvaci, dané nesouhrou m. quadriceps femoris, m. popliteus a m. triceps surae. Chodila jsou planovalgózní s určitou mírou plantární flexe. Z přidružených poruch je často přítomen konvergentní strabismus (Skaličková-Kováčiková, 2017).



Obrázek 1. Spastická diparéza (Kraus, 2005)

2.1.2 Spastická hemiparéza

Postižení spastickou hemiparézou se manifestuje kontralaterálně od postižené mozkové tkáně (Girolami, Shiratori a Aruin, 2011). na postižené straně nalézáme snížení svalové síly, svalovou atrofii a růstovou retardaci, ke kterým může přispívat i asymetrické zatížení končetin (Jelsma et al., 2012). Pacienti s hemiparetickou DMO postiženou stranu buď odlehčují, anebo přetěžují (Domagalska-Szopa, Szopa a Fasano, 2014).

Charakteristické je následující držení: postižená horní končetina v abdukci a vnitřní rotaci, předloktí semiflexi a pronaci, zápěstí ve flexi, prsty v extenzi, addukce palce. na postižené dolní končetině převažuje extenze s vnitřní rotací, plantární flexe a equinózní postavení nohy. Zdravá dolní končetina je kompenzačně flektovaná (Kraus, 2005). Narozdílem od dětí s diparézou není u hemiparéz vysoké riziko luxace kyčle, ovšem přetrvává ohrožení rekurvace kolenního kloubu. Dalším rozdílem oproti diparéze je, že metatarzy směřují spíše do varozity (Skaličková-Kováčiková, 2017). Asymetrie podmiňuje nerovnoměrné zatížení kloubů a přispívá k rozvoji jejich

deformit a sekundárních změn. Lokomoční schopnost je omezena asymetrií trupu a končetin (Véle, 2012). Páteř je u hemiparézy vždy ohrožena skoliózou. Pánevní na straně parézy směřuje v sagitální rovině více do ventrální flexe a v horizontální rovině je postavena více kranialně (Skaličková-Kováčiková, 2017).

Svalovou sílu dolních končetin testovali ručním dynamometrem u 15 dětí s hemiparézou, 15 dětí s diparézou a 16 zdravých dětí Wiley a Damiano (1998). Děti s dětskou mozkovou obrnou měly všechny svaly slabší než jejich zdraví vrstevníci. Děti s hemiparézou projevovaly slabost svalů na jejich nemocné i zdravé straně. Slabost byla výraznější na distálních svalech než na proximálních, což popisuje ve své publikaci i Kraus (2005). Autoři poukazují na porušenou koordinaci antagonistických skupin svalů a dále zdůrazňují, že svalová slabost u dětí s mozkovou obrnou má neurofyziologický i biomechanický podklad.

Urgen a kol. (2016) popisují různorodé poruchy chůze - častá je anteverze pánve, přepadávání špičky, asymetrie, snížená rychlost, celkově vyšší energetická náročnost a náchylnost k pádům. Přesto ale děti s hemiparézou většinou samostatně chodí.

Z přidružených poruch může být přítomna homonymní hemianopsie, strabismus nebo refrakterní vady (Kenis-Coskun et al., 2016). Častější je rovněž výskyt epilepsie (Skaličková-Kováčiková, 2017).

Kenis-Coskun a kol. (2016) uvádí, že děti s hemiparézou dosahují častěji vyšších stupňů hrubých motorických dovedností než jiné typy DMO a jsou tedy oproti nim méně omezeni v pohybových aktivitách a participaci.



Obrázek 2. Spastická hemiparéza (Kraus, 2005)

2.1.3 GMFCS

Pro snazší porovnání s dalšími studii byli pacienti ve výzkumu zařazeni dle klasifikace GMFCS. Klasifikační systém GMFCS (Gross Motor Function Classification System) je v současnosti hlavní systém popisující postižení hrubých motorických funkcí u dětí s DMO (Campbell, 2011; Reid, Rose a Boyd, 2015). GMFCS je škála s ověřenou validitou, která koreluje s hodnocením dle GMFM (Gross Motor Function Measure), navrženou přímo pro hodnocení hrubých motorických dovedností dětí s DMO (Oeffinger et al., 2007).

Systém obsahuje pět základních stupňů z hlediska funkčního omezení, které se liší mírou dopomoci nutné pro běžnou mobilitu. :

Stupeň I) Chůze bez omezení.

Stupeň II) Chůze s omezením.

Stupeň III) Chůze s pomocí mobilních zařízení.

Stupeň IV) Chůze s asistencí či využití vozíku u většiny aktivit.

Stupeň V) Lokomoce výhradně s použitím mobilních zařízení

(Palisano et al., 1997).

Hrubé motorické dovednosti závisí na věku, a to obzvláště v průběhu dětství. Proto se klasifikace GMFCS dělí do věkových kategorií: do 2 let, 2-4 roky, 4-6 let, 6-12 let, 12-18 let. Vývoj hrubé motoriky probíhá, obdobně jako u zdravých dětí, především do věku 7 let, po kterém začíná fáze plató, kdy se klinický stav ustaluje (Harries et al., 2004). Blíže budou popsány stupně I a II u věkových kategorií 6- 12 a 12-18 let, protože se týkají probandů proběhlého výzkumu.

GMFCS pro věkovou kategorii 6 - 12 let

Stupeň 1: Děti samostatně chodí v interiéru a venku. Mohou chodit i po schodech bez zábradlí. Zvládají motorické dovednosti, jako je běh nebo skákání, ale může být narušena rychlost, rovnováha, koordinace a vytrvalost. Dovedou se účastnit fyzických aktivit a sportů.

Stupeň 2: Dítě samostatně chodí, ale může mít potíže při delších vzdálenostech nebo v náročnějším terénu, v přelidněných místech nebo pokud zároveň něco nese v rukách. Chůzi po schodech zvládá s oporou jedné ruky o zábradlí, pokud zábradlí není přítomno, tak s asistencí. pro většinu situací používá k chůzi opěrnou pomůcku nebo asistenci, na delší vzdálenosti může používat vozík. Běh a skoky obvykle nezvládají, v nejlepších případech pouze minimálně.

GMFCS pro věkovou kategorii 12- 18 let

Stupeň 1: Dospívající zvládají samostatnou chůzi v interiéru i exteriéru. Zvládají běh a skákání, opět ale může být narušena rychlost, rovnováha, koordinace a vytrvalost. Také se zvládají účastnit fyzických aktivit a sportů.

Stupeň 2: Dospívající ve většině podmínek samostatně chodí. na základě vnějších okolností se mění potřeba pomůcek a asistence - například ve škole mohou děti používat při chůzi opěrné pomůcky pro větší bezpečnost. na delší vzdálenosti mohou používat vozík. Chůzi po schodech zvládají s jednostrannou oporou o zábradlí nebo bez zábradlí s asistencí. Participace v pohybových aktivitách a sportu může vyžadovat speciální úpravy (Brien a Sveistrup, 2011; Campbell, 2011).

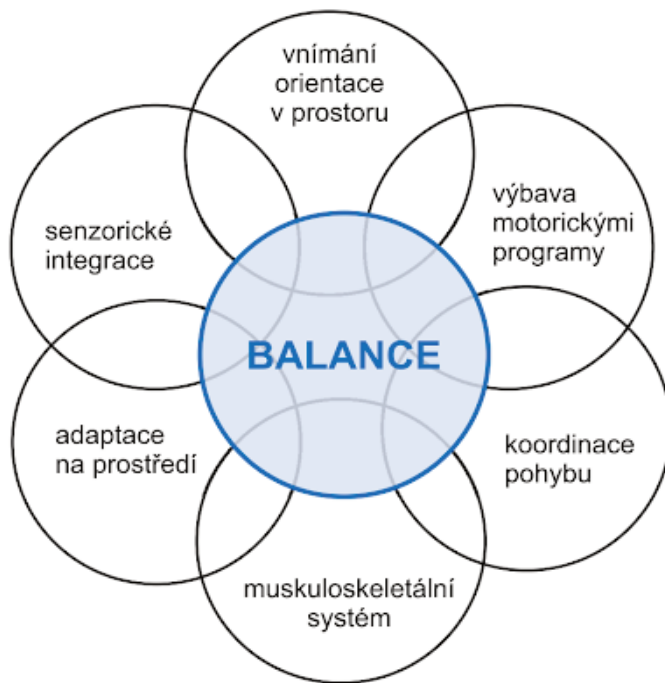
Do kategorií GMFCS byli v našem výzkumu pacienti rozřazeni podle evaluačního dotazníku pro rodiče, kde je volena nejpřiléhavější možnost popisující přirozený pohybový projev (tedy nikoliv nejlepší možný) daného dítěte (Wallard et al., 2014). Evaluační dotazníky jsou součástí přílohy č. 2.

GMFCS hodnotí především schopnosti dolních končetin a antigravitačního svalstva. Vyhodnocuje zejména kvantitu daných dovedností (Palisano et al., 2008) a může tak dojít k příliš pozitivnímu vyhodnocení schopností dolních končetin pacientů s diparézou nebo naopak nedocenení schopností dolních končetin pacientů s hemiparézou (Damiano, 2006).

2.2 Posturální chování dětí s DMO

Za základní postoj člověka se považuje bipedální stoj. Jeho efektivní kontrola je základním předpokladem nezávislosti a možností participace. Organismus se prostřednictvím mechanismů posturální kontroly snaží o zajištění takzvané posturální stability.

Stabilita obecně označuje schopnost systému ustálit se v rovnovážném stavu. Posturální stabilita reprezentuje schopnost udržet těžiště nad plochou opory v rozličných antigravitačních podmínkách a je potřebná pro každodenní aktivity. Vyžaduje integraci vizuálních, proprioceptivních a vestibulárních informací a je dále ovlivněna psychickými vlivy a vlivy vnitřního prostředí. Termín balance, neboli rovnováha, označuje schopnost přizpůsobovat neustále svalovou aktivitu a polohu kloubů funkčním požadavkům pro udržení posturální stability. Je ovlivněna řadou faktorů (Bizovská et al., 2017; Trajkov, Jovanović a Kljajić, 2015).



Obrázek 3. Komponenty udržování posturální stability (Bizovská et al., 2017)

Řada autorů se shoduje, že porucha posturální kontroly je u dětí s DMO dominantním problémem, který limituje celkovou pohybovou aktivitu, narušuje samostatnost a omezuje jejich možnost participace (Urgen et al., 2016; Dewar, Love a Johnston, 2015; Heyrman et al., 2013; Szopa a Domagalska-Szopa, 2015; Tarakci et al., 2013; Carlon et al., 2012; Malone et al., 2015; Mitchell, Ziviani a Boyd, 2015; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a). Pacienti s DMO jsou vystaveni vyššímu riziku pádů, ze kterých mají často obavy, které mohou dále vést k omezování pohybové aktivity. Riziko pádů lze ovlivnit tréninkem rovnovážných schopností (El-Shamy a Abd El Kafy, 2013; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a).

Příčiny mohou být biomechanické, neurologické nebo z poruch jiných systémů. Konkrétně jsou popisovány vlivy:

- decentrace kloubů a změn na měkkých tkáních,
- porucha zpracování sensorických informací,
- zrakové vady,
- porucha anticipačních schopností,
- neschopnost kvalitně napřímit osový orgán,
- přetrvávání primitivních reflexů,
- porucha nervosvalové koordinace a senzomotorické integrace,
- snížená kinestetická percepce postižených končetin

(Dewar, Love a Johnston, 2015; Girolami, Shiratori a Aruin, 2011; Pavão et al., 2013; Kenis-Coskun et al., 2016; Meskers et al., 2015; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a; Riquelme a Montoya, 2010; Skaličková-Kováčiková, 2017; Urgen et al., 2016; Wingert et al., 2009).

Posturální kontrola se u dětí s DMO vyvíjí jinak, než u dětí zdravých, nemusí se s věkem zlepšovat a její nedostatky přetrvávají do dospělosti (Bigongiari et al., 2011; Morgan a McGinley, 2013). je také ovlivněna kognitivními schopnostmi a výkonnou pozorností (Reilly et al., 2008; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a).

Poruchy reaktivní i anticipační posturální aktivity (APA) se mohou projevit změnami variability motorického projevu. Hadders-Algra (2010) uvádí, že ačkoliv děti s DMO mají k dispozici dostatečně variabilní APA, nemají schopnost z nich vybrat vhodnou strategii. V důsledku toho prokazují buď variabilnější motorický repertoár (dyskinetické formy) nebo kokontrakční pohybové vzorce.

Děti s DMO jsou více závislé na vizuální kontrole postury a mají větší problém přepnout pro kontrolu vestibulární nebo senzomotorickou). Může se tedy stát, že děti disponují možností posturální odpovědi, ale nejsou jí schopné vyjádřit kvůli limitům sensorických systémů (Campbell, 2011). V několika studiích se autoři zabývali srovnáním výchylek v klidovém stoji u dětí s DMO a zdravé populace, kde často diskutovali vliv zrakové kontroly: Westcott a Dusing (in Campbell, 2011) rovněž popisují u dětí s DMO větší závislost na zrakové kontrole a poukazují, že sensorický deficit zde může být klíčovým limitujícím faktorem posturálních odpovědí.

Posturální stabilitu rozlišujeme statickou a dynamickou. Statická rovnováha popisuje schopnost udržet těžiště nad opěrnou bazí. Naproti tomu rovnováha dynamická se uplatňuje při změně opěrné baze, při přechodu z dynamického stavu do statické polohy nebo při udržování stability při souběžném provádění dynamických pohybů (DiStefano, Clark a Padua, 2009; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a).

2.2.1 Statické parametry posturálního chování dětí s DMO

U všech dětí s poruchou koordinace a držení trupu je přítomna porucha držení těla až její deformita. Při vertikálním zatížení ve stoji dochází k zesílení tohoto chybného držení vlivem porušené koordinace i vlivem váhy těla (Bingham a Calhoun, 2015; Skaličková-Kováčiková, 2017). Na asymetrické zatížení dolních končetin u dětí s hemiparetickou DMO poukazuje i Jelsma a kol. (2012).

Uvádí se, že pacienti s DMO vykazují v klidném stoji větší výchyly těla (Donker et al., 2008; David a Lopes, 2013). Pavão (2013) tento jev zdůrazňuje ve změnách sensorických podmínkách. Saxena (2014) uvádí, že jedinci s diparetickou DMO jsou při udržování rovnováhy v klidném stoji za různých podmínek (pevná/měkká podložka, otevřené/zavřené oči) více závislí na somatosenzorických vstupech, avšak u dětí s hemiparézou nebyl oproti zdravým vrstevníkům prokázán rozdíl. Kenis-Coskun (2016) naproti tomu popisuje u dětí s hemiparézou větší výchyly

ve stoji oproti zdravým vrstevníkům a jejich další zvýšení při zavřených očích. Statická balance se rovněž dále promítá do dynamických posturálních dovedností, například Bingham a Calhoun uvádí, že nedostatečná rovnováha ve stoji narušuje chůzi (2015).

David et al. (2013) zdůrazňuje, že pouhé hodnocení statické balance není dostatečným vyšetřením k detekci balančních potíží v populaci dětí s DMO.

2.2.2 Dynamické parametry posturálního chování dětí s DMO

Pacienti s DMO nejsou schopni navýšit intenzitu balanční odpovědi stejně jako zdraví jedinci, což omezuje jejich limity stability. Oslabená je rovněž reakční složka rovnováhy, která vyrovnává balanční potíže při vnějších perturbacích (Shumway-Cook a Woollacott, 2012a).

Při vychýlení z klidové polohy prezentují jedinci s DMO větší výchyly těžiště a potřebují na dorovnání delší čas. Reakce je v důsledku neurologické i biomechanické limitace méně organizovaná a obsahuje větší množství kokontrakcí, než u zdravých (Pavão et al., 2013). Pacientům s DMO dělají potíže rychlé přesuny těžiště (Malone et al., 2015) a mají limitovanou schopnost propojit senzorycké informace a motorickou aktivitu (Barela et al., 2011).

Ballaz et al. (2014) porovnávali mediolaterální posun COP u 10 dětí s diparetickou DMO (7-12 let, GMFCS I-II) oproti zdravým vrstevníkům ve hře Ski slalom na konzoli Nintendo Wii. U hendikepovaných dětí byla patrná menší síla dolních končetin, větší kompenzační pohyby trupem a horší rytmicita než u kontrolní skupiny.

2.2.3 Vliv posturálního chování na chůzi dětí s DMO

Ramstrand et al. (2012) uvádí, že poškození motorické kontroly u dětí s DMO má dopad také na jejich chůzi. Chůze dětí s DMO je ovlivněna neurologickými faktory, biomechanickými faktory, ale i kognitivními funkcemi a schopností zpracovat senzorycké vstupy (Shumway-Cook a Woollacott, 2012a). Výsledný patologický chůzový stereotyp vychází ze snahy kompenzovat deficity jednotlivých systémů (Domagalska-Szopa, Szopa a Fasano, 2014; Tarakci et al., 2016) a úzce souvisí s balančními schopnostmi. Chůze je asymetrická a méně stabilní, což se projevuje například většími výchyly trupu, pánve a hlavy (Malone et al., 2015; Skaličková-Kováčiková, 2017; Summa et al., 2016). Rozdílný je i pohybový vzorec iniciace chůze, kde děti s DMO využívají větší dopřednou sílu a rozkyv COP (Wallard et al., 2014). Děti s DMO v chůzi prokazují nesouhru

mezi proximálními a distálními segmenty oproti zdravým vrstevníkům. k udržení rovnováhy používají odlišné motorické vzorce (Urgen et al., 2016).

Konkrétně u spastické diparézy pozorujeme v pohybu ve vertikále zvýšený laterální pohyb trupu a nemožnost kráčet ve frontální rovině (Skaličková-Kováčiková, 2017).

Chůze dětí s DMO mívá širší a kratší kroky (kvůli větší abdukci a menší extenzi kyčelních kloubů) a bývá pomalejší. Koleno bývá při iniciálním kontaktu více flektováno. Narozdíl od zdravých jedinců se rychlost méně zvyšuje s věkem, pravděpodobně kvůli větším stabilizačním nárokům (Malone et al., 2015; Summa et al., 2016; Wallard et al., 2014). Urgen a kol. (2016) ovšem poukazuje na možné zúžení šířky kroku a zvýšení rychlosti chůze kvůli nedostatečné rovnováze u dětí s hemiparetickou formou DMO.

Pacienti s DMO mají nižší schopnost adaptace na nerovný terén kvůli omezené schopnosti využití kotníkové balanční strategie (Malone et al., 2015; Nobre et al., 2010). Kenis-Coskun et al. (2016) popisují v testu SQT delší čas potřebný k provedení otočky a vyšší rychlost výchylek COP po jejím ukončení.

2.3 Terapie poruch posturální kontroly u dětí s DMO

Koncept péče o děti s DMO zahrnuje široký multidisciplinární přístup. Výběr terapie je pro každého pacienta individuální. Rehabilitace může zahrnovat kromě fyzioterapie i medikamentózní, operační a ortotickou léčbu. o co největší možnost samostatnosti, participace a sociálního začlenění usilují také intervence ergoterapeutů, sociálních pedagogů a psychologů (Kraus, 2005). Fyzioterapeutická péče je nejintenzivnější v raném kojeneckém věku, zejména do 5-6 měsíců kdy je na základě neuroplastických dějů možné terapií ovlivnit progresi projevů onemocnění (Marešová, Joudová a Severa, 2011).

Principy terapie posturální stability se odvíjí od příčin instability daného pacienta. Jak již bylo zmíněno, etiologie poruch je komplexní a multifaktoriální (Shumway-Cook a Woollacott, 2012a). Terapie cílí na danou nedostatečnou komponentu, musí být dostatečně intenzivní a progresivní. Obvykle obsahuje komponenty posturální motoriky: optimalizaci svalové síly, flexibility kloubů a posturálního nastavení (Bizovská et al., 2017). a i u populace dětí s DMO přispívají ke zlepšení u jednotlivých dětí různé konkrétní faktory (Woollacott et al., 2005).

Dále se podrobněji zaměříme na principy terapií, které byly použity v naší studii: Vojtovu reflexní lokomoci a aktivní videohry Nintendo Wii.

2.3.1 Terapie Vojtovou reflexní lokomocí

Vojtova reflexní lokomoce je terapeutický koncept vynalezený prof. Václavem Vojtou. Původně byl cílený na terapii dětí s DMO, v současnosti se používá v rehabilitaci dětí i dospělých v řadě klinických oborů - neurologie, ortopedie, pneumologie a dalších.

Navzdory velké oblibě této terapie zejména v Čechách a Německu a klinickým úspěchům, se její objektivizací, zvláště u starších dětí, zabývá velice málo studií.

VRL je systém nezávislý na spolupráci pacienta. Zahrnuje tři terapeutické modely: reflexní plazení, reflexní otáčení a "1. pozici", které jsou aktivovány prostřednictvím specifické polohy a kombinace spouštěvých zón. Zmíněné terapeutické modely jsou uměle vytvořené, ale obsahují dílčí modely motorické ontogeneze. Mají lokomoční charakter a obsahují vzpřimovací mechanismy, fázickou hybnost a automatické řízení polohy těla.

Reflexní plazení vybavujeme z pozice na břicho. Jedná se o vzor zkřížený. Reflexní otáčení vybavujeme z pozice na zádech nebo na boku, končí v pozici na čtyřech. Jeho analogie je v ontogenezi s jistými rozdíly přítomna. Jde o vzor homolaterální (ovšem ne symetrický). Model 1. pozice vede do vertikály.

Vzory reflexní lokomoce lze vybavit po celý život. Hlavní roli při aktivaci mají proprioceptivní receptory, protože jsou neadaptabilní. Aktivací polohy jsou aktivovány motorické generátory míšní úrovně. Reakce se manifestují skrze kontrakční fascikulace. Pozorovat můžeme i reakce vegetativního systému (prohloubení a regulace dechu, regulace tepové frekvence). Aktivované modely jsou součástí vrozené genetické výbavy jedince.

Vojtova metoda respektuje vzájemnou závislost všech pohybových segmentů, tedy globalitu motorického projevu. Globální koordinační komplex umožňuje aktivovat i svalové jednotky běžně nepřístupné volní motorice. Po terapii dostává CNS k dispozici fyziologický motorický vzor, které má pacient následně možnost integrovat (Skaličková-Kováčiková, 2017).

Terapie VRL se používá u potíží s řízením rovnováhy (Skaličková-Kováčiková, 2017). Lim a Kim (2013) prokázali po terapii VRL zlepšení chůze u pacientů s diparetickou formou DMO. Terapie VRL také vedla ke zrychlení chůze a zlepšení její kvality na vzdálenost 10m u dvou pacientů po kraniotraumatu (Perales López et al., 2009).

Četnost a délka účinné terapie značně závisí na věku pacienta. u novorozenců probíhá v několikaminutových intervalech vícekrát denně, u starších dětí a dospělých pacientů se frekvence může snížit až na několik intervencí týdně. Terapii dětí vedou rodiče zaučení certifikovaným terapeutem (Kanda et al., 2004; Skaličková-Kováčiková, 2017).

2.3.2 Terapie na herní konzoli Nintendo Wii

Virtuální realita (VR) simuluje prostřednictvím stimulace smyslů reálné prostředí. V současné době význam virtuální reality výrazně narůstá. Své místo si nově nachází i v léčebné rehabilitaci (Kolářová, 2014; Monge Pereira et al., 2014). V rehabilitaci se využívá široké spektrum přístrojů, které vytváří virtuální prostředí různých možností a kvalit (Bien a Stefanov, 2004). Pohyby těla jsou převáděny na signály, prostřednictvím kterých jehra ovládána (Dupalová, Šlachťová a Doleželová, 2013). VR umožňuje zakusit v bezpečném a monitorovaném prostředí aktivity podobné těm v reálném životě (Monge Pereira et al., 2014). Používá se v neurologických centrech i v domácím prostředí ke zlepšení výkonu a funkčních dovedností (Dos Santos et al., 2015). Poskytuje pacientům i terapeutům určitý způsob zpětné vazby o průběhu léčby (Riener a Harders, 2012).

Dupalová et al. (2013) uvádí využití VR v rehabilitaci např. pro zvýšení celkového energetického výdeje nebo zlepšení práce s těžištěm. Konkrétně využití konzole Nintendo Wii u dětí popisují studie jak u zdravé populace, tak např. u dětí s migrénou, Raynaudovou chorobou, cystickou fibrózou, poruchou autistického spektra. Z rehabilitačního odvětví se používá u dětí s DMO nebo s opožděním v motorickém vývoji (Tripette et al., 2017).

Virtuální realita v rehabilitaci zahrnuje tři důležité prvky motorického učení: opakování, senzorickou zpětnou vazbu a motivaci, a je tak slibným prostředkem pro léčbu dětí s DMO (Chiu, Ada a Lee, 2018; Monge Pereira et al., 2014; Lazzari et al., 2016). Zpětná vazba je okamžitá a může být zprostředkována pomocí vizuálních, proprioceptivních nebo zvukových vjemů (Gatica-Rojas a Méndez-Rebolledo, 2014). Jelsma (2012) uvádí, že motivační systém her může být využit k efektivnímu motorickému učení.

Kolem 6-7 roku nastává u dětí s DMO fáze plató motorického vývoje (Harries et al., 2004). Navíc jejich schopnost pohybu se může postupně s růstem i zhoršovat. Starší děti a adolescenti bývají málo motivovaní k terapii. Je proto důležité pro ně najít efektivní a přitažlivou variantu, kterou by mohla být právě terapie ve virtuální realitě (Chiu, Ada a Lee, 2018; Peplow a Carpenter, 2013). Jako podstatný motivační prvek je uváděna možnost zvyšování obtížnosti, soutěživost a hravé prvky (AlSaif a Alsenany, 2015; Chiu, Ada a Lee, 2018; Biddiss, 2012; Gatica-Rojas a Méndez-Rebolledo, 2014; Riener a Harders, 2012; Tripette et al., 2017). Výhodou je také cenová

dostupnost a jednoduché ovládání (Chiu, Ada a Lee, 2018). Deutch et al. (2008) ale upozorňuje na nebezpečí upřednostňování výsledků před kvalitou pohybu.

Tripette a kol. (2017) provedli meta analýzu studií zabývajících se využitím herní konzole Nintendo Wii Fit ve zdravotnictví. Z jejich shrnutí vyplývá, že Wii Fit má pozitivní vliv na rovnovážné schopnosti (z 55 studií se v 50 zlepšili alespoň v nějakém parametru). V mnoha případech se probandi zlepšili stejně nebo lépe než při běžné terapii. Zajímavým faktem je, že po terapii Wii dochází k signifikantním změnám v Berg Balance Scale (BBS) u zdravých i u pacientů, u Timed Up and Go testu (TUG) však tento fenomén signifikantní není. Ovšem vliv Wii na TUG je signifikantně vyšší než vliv běžné terapie. Vliv Wii Fit konkrétně naděti s DMO je rozporuplný.

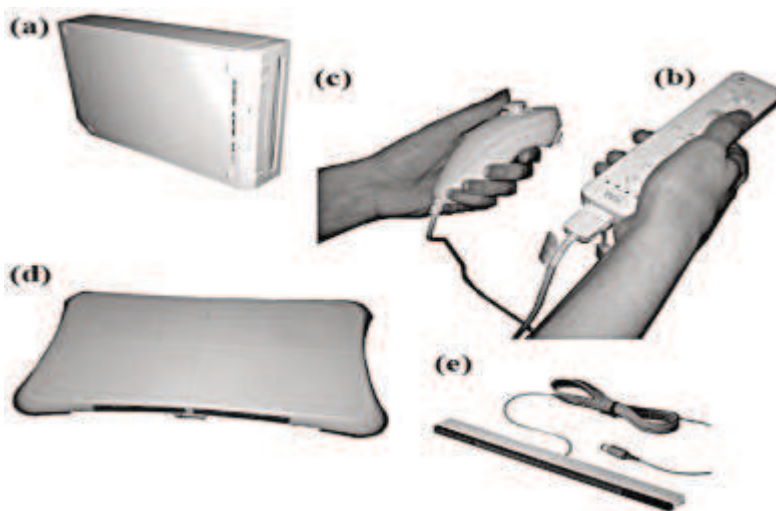
Levac a kol. (2017) prováděli dotazníkové šetření mezi 506 fyzioterapeuty a 562 ergoterapeuty v Kanadě. Uvádí, že s terapií pomocí VR jich má zkušenost 12%, ale 76% by se jich o tématu chtělo dozvědět více informací. Jako nejčastější důvody nepoužívání byly uváděny: nedostatek prostředků, chybějící vhodná kategorie klientů, nedostatek prostoru nebo času na terapii. Za nejdostupnější prostředek se považuje konzole Nintendo Wii.

Brien a Sivestrup (2011) upozorňují, že pohyb ve virtuálním prostředí nemusí dostatečně napodobovat pohyby v reálném životě. Výhodou i nevýhodou terapie aktivní videohrou je, že u ní obvyklé není přítomen terapeut. Terapie se tak stává mnohem dostupnější, na druhou stranu neumožňuje korekci případného nevhodného postoje nebo kompenzačních pohybů. Tento limit by však do budoucna nemusel být tak významný, např. Radtka a kol. (2013) vyvinuli hru, kde děti měly za úkol přenášet váhu a pokud namísto dolních končetin více používaly pohyby trupu, tak situaci identifikoval senzor na hrudi a hráče na chybu upozornil.

2.3.3 Popis herní konzole Nintendo Wii

Konzole se používá v propojení s televizí. Pohyb hráče je snímán balanční podložkou Wii balance board a ovladačem, případně "nunchukem". Wii balance board je plošina vybavená čtyřmi senzory v jejích rozích (s herní konzolí se spojuje přes Bluetooth). Z naměřených dat přístroj vypočítává hráčovy pohyby COP. Ovladač Wii Remote je rovněž bezdrátový, umožňuje ovládání

konzole. Obsahuje minikameru a akcelerometr a jeho pohyb je snímán senzorem umístěným v blízkosti televize (Goble, Cone a Fling, 2014).



**Obrázek 4. Součásti herní konzole Nintendo Wii (Taylor et al., 2011
in Píšťková, 2017, s. 29)**

a) CD mechanika; b) dálkové ovládání; c) nunchuk; d) balanční deska; e) senzorová lišta

2.3.4 Popis vybraných her na konzoli Nintendo Wii ovlivňujících posturální kontrolu

Do výzkumu byly na základě pilotní studie vedené Mgr. Simonou Reichertovou vybrány hry oslovující přenosy těžiště, a to do všech směrů, buď plynule nebo dynamicky. Terapeutická část byla rozdělena na dvě poloviny, kde v prvních dvou týdnech hráli probandí 5 jednodušších her a v druhé polovině byly vyměněny za vyšší obtížnost nebo jiné hry. Průběh terapie v domácím prostředí dokumentuje obrázek č. 5.

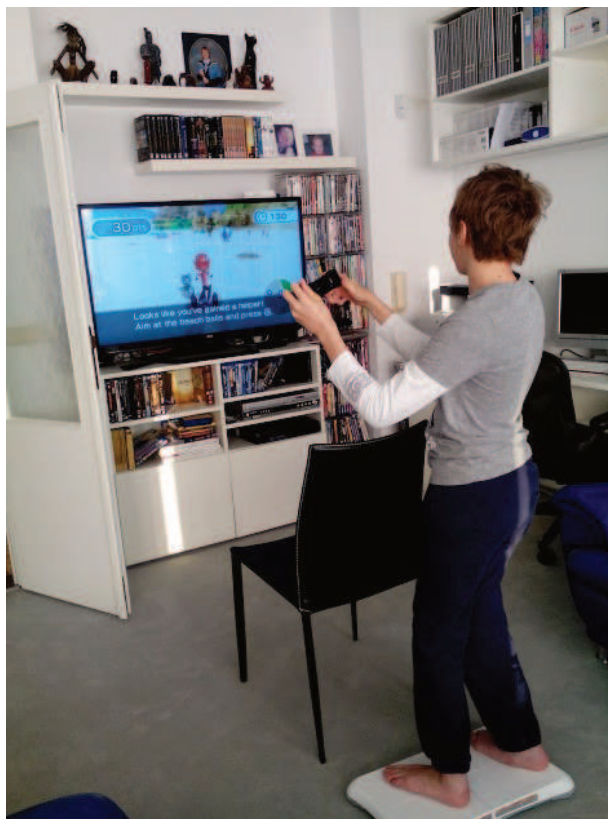
Hry úvodní části terapie

- Penguin slide
- Table Tilt
- Segway
- Ski Jump
- Ski Slalom

Hry druhé části terapie

- TableTilt - režim pokročilý
- Snowboard
- Tilt City
- Kung-fu
- Ski Slalom - režim pokročilý

Podrobnější popis her lze nalézt v příloze č. 7.



Obrázek 5. Pacient našeho výzkumu při hraní hry Segway (fotoarchiv autora).

2.4 Hodnocení posturálního chování

Bizovská a kol. (Bizovská et al., 2017) upozorňují, že posturální kontrola a posturální stabilita jsou považovány za velice složité schopnosti, které nelze snadno vyhodnocovat globálními testy. Uvádí, že zkoumat lze pouze jednotlivé jejich aspekty a jejich vliv. Testy často používané v klinické praxi (např. mCTSIB) mají o těchto komplexních dějích pouze hrubou výpovědní hodnotu. Problematika posturální kontroly a stability jenavíc zatížena řadou terminologických i faktických nesrovnalostí.

K hodnocení statické i dynamické posturální kontroly byly vyvinuty jak klinické nástroje (používají se častěji), tak přístrojové vyšetřovací techniky. Mezi klinické nástroje řadíme funkční testy (např. Functional Reach test, Timed Up and Go test) a testovací škály (např. Berg balance sscale, Tinettiho test). Přístrojové vyhodnocení nabízí silové a tlakové plošiny, kinematické systémy nebo jejich kombinace. Naměřené hodnoty se pak dají vyhodnocovat metodami lineární a nelineární analýzy.

Podrobněji se budeme zabývat silovými plošinami, konkrétně přístrojem Balance Master a jeho vybranými testy, které byly použity v našem výzkumu.

2.4.1 Silové plošiny

Na úvod definujeme základní pojmy vztahující se k přístrojovému měření posturální stability: těžiště (COM, center of mass) je hypotetický bod, kde je výsledný moment tíhových sil působících na jednotlivé jeho segmenty roven nule. Jeho vertikální projekce do opěrné baze se označuje COG (Center of Gravity). COP (Center of Pressure) označuje působiště vektoru reakční síly podložky. Z měření silovými plošinami lze zprostředkovaně usuzovat na polohu i pohyb COG.

Silové neboli tenzometrické plošiny umožňují snímání působení reakčních sil (COP) na podložku a jejich změny. Fungují na bázi několika senzorů umístěných v rozích podložky, ze kterých vypočítávají složky reakční síly (ground reaction force, GRF) v předozadním, mediolaterálním a vertikálním směru (Bizovská et al., 2017; Trajkov, Jovanović a Kljajić, 2015).

2.4.2 Balance Master

Balance Master od společnosti NeuroCom® je silová plošina (152 cm dlouhá a 46 cm široká), která je propojená s počítačem. Data jsou snímána ve frekvenci 20Hz. Software programu vypočítává na základě dat místo reakční síly podložky (COP). na základě výšky a váhy pacienta pak odhaduje jeho COG (Cambier et al., 2001).

Používá se v různých oblastech klinických studií, zejména pro léčebnou rehabilitaci ve sportu, pro testování statické i dynamické posturální stability, pro monitoraci a hodnocení terapie, pro předpověď rizika pádů nebo pro porovnání se standardními balančními testy ve všech věkových kategoriích (Trajkov, Jovanović a Kljajić, 2015).

Ve vybraných testech a věkových kategoriích jsou hodnoty BM porovnatelné s referenčními hodnotami zdravé dětské populace, referenční hodnoty pro děti s DMO však bohužel vytvořeny nejsou (Liao, Mao a Hwang, 2001). Klinická spolehlivost BM není obecně pro pediatrickou populaci dostatečně prověřená. Referenční hodnoty používané přístrojem se vztahují k dospělým od 20 do 79 let (Cambier et al., 2001).

2.4.3 Konkrétní testy BM využité v provedeném výzkumu:

mCTSIB - Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance

Test mCTSIB testuje držení rovnováhy za změněných vizuálních podmínek a/nebo změny povrchu. Používá se k identifikaci problémů s rovnováhou obecně nebo k monitoraci jejich terapie (Objective quantification of balance & mobility, 2007).

Vyhodnocuje výchylky COG ve čtyřech různých situacích:

- Pevná podložka, otevřené oči
- Pevná podložka, zavřené oči
- Měkká podložka, otevřené oči
- Měkká podložka, zavřené oči.

Přístroj vyhodnocuje postavení COG a rychlost jeho výchylek (ve stupních za sekundu). Hodnoty uvádí pro každou variantu zvlášť a dále vypočítává průměrnou hodnotu ze všech variant dohromady.

Pacient je instruován udržovat klidný stoj za zadaných podmínek podle konkrétní varianty subtestu (pevná/měkká podložka; otevřené/zavřené oči) po dobu 20s, vždy třikrát pro každou variantu.

V průběhu dospívání má rychlost výchylek COG na pevné podložce tendenci se u zdravé populace zmenšovat. Na měkké podložce už tento jev není tak jednoznačný – zde jsou i u zdravé populace naměřené výsledky značně různorodé (Cambier et al., 2001; Geldhof et al., 2006; Zang et al., 2002). Menší rychlost výchylek COG vykládají jako lepší posturální strategii i Geldhof a kol. (2006), kteří se zabývali ověřením a vytvořením referenčních hodnot pro děti ve věku od 9 do 10 let pro tety mCTSIB a LOS přístroje Balance Master. Výchyly COG jsou obvykle uváděny větší a rychlejší v přítomnosti patologie. Větší rychlost výchylek oproti zdravým dětem zaznamenal např. Zang a kol. (2002) u dětí s ADHD (jako pravděpodobný důvod uvádí porušené sensorické vstupy a porušené schopnosti sensorické integrace a inhibice excesivních pohybů). Tord, Birgitta a Hans-Christian (1997) uvádí, že rychlost výchylek je dobře dokumentovaným parametrem vhodným k hodnocení rovnováhy. Rychlost se zvyšuje ve stáří a při specifických poruchách rovnovážného ústrojí. Toto zvýšení je spojeno s vyšším rizikem pádů a zlomenin.

Jednotlivé subtesty mCTSIB simulují situace, které mohou nastávat v běžném životě - např. zhoršené vizuální podmínky nebo náročnější terén.

LOS - Limits of Stability

Test vyhodnocuje schopnost přenášet váhu do osmi směrů: dopředu, dozadu, doleva, doprava, dopředu doprava, dozadu doprava, dozadu doleva, dopředu doleva. Podává tedy informace o volní kontrole pohybu, ale výkon může být ovlivněn také silou dolních končetin a schopností načasovat a koordinovat pohyb (Objective quantification of balance & mobility, 2007).

Pacienta na obrazovce reprezentuje jednoduchý panáček, jehož pacient ovládá svými přesuny váhy. Začíná se z klidného stoje v centrální části plošiny, po zaznění signálu se pacient snaží co nejpřesněji a nejrychleji přesunout váhu do předem definovaného bodu a v něm setrvat.

Pozice cílových bodů jsou vypočítány přístrojem na základě vstupních dat a mají reprezentovat teoretické limity stability (Fong et al., 2016).

BM v tomto testu vyhodnocuje řadu parametrů:

- Reaction time - rychlost pohybové reakce, tedy čas mezi zazněním signálu a zahájením pohybu; uveden v sekundách
- Sway velocity - rychlost výchyly COP; uvedena ve stupních za sekundu
- Endpoint excursion - kolika procenty se první provedený pohyb přiblížil ke stanoveném cíli
- Maximal excursion - kolika procenty odpovídá největší dosažená vzdálenost COG od původní pozice vzdálenosti daného cílového bodu a původní pozice
- Directional control - jaká část pohybu byla vedena směrem k danému cíli (v procentech)

Dále graficky zaznamenává trajektorii pohybu.

Rozsah pohybu, ve kterém může jedinec vychylovat své těžiště, aniž by došlo k pádu je určen právě limity stability. Schopnost jedince, pohybovat se v rámci limitů stability, je klíčová pro pohyby jako je dosahování pro objekty, vstávání ze sedu a posazování nebo chůze. Zhoršení limitů stability souvisí s nesprávnou senzomotorickou integrací (Bizovská et al., 2017; Shumway-Cook a Woollacott, 2012a).

Zpomalení reakčního času bývá způsobeno kognitivními nebo motorickými problémy. Snížená rychlost samotného pohybu může být zapříčiněna neurologickým onemocněním (například Parkinsonovou chorobou) nebo stárnutím. Neschopnost dosáhnout cíle je spojena s porušenou posturální kontrolou. Exkurze mohou být omezeny biomechanicky, nedostatečnou svalovou silou dolních končetin, ale i pocitem motání hlavy anebo obavou z pádu. Omezení limitů stability odpovídá riziku pádu nebo nestability během řady činností ADL. Pacienti s omezením limitů předozadně mají tendenci dělat menší kroky; latero-laterální omezení naopak provokuje chůzi o široké bázi (Objective quantification of balance & mobility, 2007).

RWS - Rhythmic Weight Shift

Test udává pacientovu schopnost provádět rytmické pohyby zprava doleva a zepředu dozadu ve třech různých rychlostech (3s, 2s, 1s) a testuje tak voní kontrolu pohybu a timing (Objective quantification of balance & mobility, 2007). Během testování pacient sleduje na displeji reprezentaci jeho COG a snaží se jím pohybovat harmonicky s pohybujícím se terčem.

Pro každý směr a rychlost přístroj měří:

- On Axis Velocity (OAV) - průměrnou rychlost pohybu v daném směru
- Directional Control (DCL) - směrovou kontrolu pohybu - procentuální zastoupení pohybů v souladu s požadovaným směrem

Přístroj dále graficky zaznamenává trajektorii pohybu.

Zdraví jedinci dovedou provést pohyb v plném rozsahu a v udaném rytmu, jejich pohyby jsou přímé a koordinované. Pacienti s poruchou posturální kontroly mohou mít potíže udržet rychlost, rytmus, směr nebo všechny tyto komponenty. Limitace mohou zasahovat i do běžného života - typicky například nastupování na pohyblivé eskalátory nebo jiné pohyby vyžadující změny směru a koordinaci rytmu pohybu (Objective quantification of balance & mobility, 2007).

WA - Walk Across

Test hodnotí šířku a délku kroku, pravo-levou symetrii kroků a rychlost chůze. Pacient na počátku testu stojí mimo testovací podložku, po zaznění signálu přejde přirozenou chůzí přes testovací podložku a zastaví se až za ní (Objective quantification of balance & mobility, 2007).

Chůze je klíčovým elementem mobility a může být narušena mnoha různými faktory. Test je tedy vysoce senzitivní, ale málo specifický. Chůzi mohou narušit kognitivní poruchy, poruchy plánování pohybu, celková kondice, narušená pohybová kontrola, rovnováha, nedostatečná svalová síla anebo rozsah pohybu (Kenis-Coskun et al., 2016; Objective quantification of balance & mobility, 2007).

Rychlost chůze může předpovídat funkční limitace v ADL. Šířka kroku naznačuje schopnost rovnováhy v chůzi. Oba tyto faktory dohromady se používají jako prediktor rehabilitačního potenciálu.

TW - Tandem Walk

Test vyhodnocuje aspekty posturální stabilizace za zúžené opěrné báze - chůze v tandemu.

Pacient se na začátku testu postaví na okraj testovací plochy na středovou linii, jednu nohu před druhou. Po zaznění signálu klade dále na čáru jedno chodidlo před druhé, až dojde ke konci testovací plošiny, kde se zastaví a počká do konce testu.

Přístroj vyhodnocuje:

- Step width - šířku kroku v cm
- Speed - rychlost chůze v cm/s
- End sway - předozadní výchylky COG během prvních 5s poté, co se pacient zastavil na konci podložky ve stupních za sekundu

SQT - Step/Quick Turn

Test hodnotí schopnost vykonat otočku o 180°. Při rotaci dochází k rychlé změně vizuálních a vestibulárních informací.

Pacient musí provést dva kroky vpřed, otočku a opět dva kroky vpřed (kterými se vrací ke svému původnímu místu). Test se opakuje třikrát pro každou dolní končetinu.

Hodnocené parametry jsou:

- Turn time - čas od počátku do ukončení otočky v sekundách
- Turn sway - titubace ve stupních za sekundu po ukončení otočky

Test se využívá k hodnocení rizika pádů a evaluaci periferních i centrálních vestibulárních poruch (Objective quantification of balance & mobility, 2007).

Lineární a nelineární principy hodnocení posturografických dat

Naměřené hodnoty jsou přístrojem Balance Mater automaticky analyzovány lineárně. V současnosti ale v řadě klinických oborů postupně přibývá na oblibě i nelineární analýza. V následujících odstavcích krátce popíšeme oba typy vyhodnocení. V našem výzkumu jsme využití nelineární analýzy zvažovali, ale nakonec ji kvůli nedostatečnému objemu dat nebylo možné provést.

Lineární charakteristiky jsou obvykle poměrně jednoduché na výpočet. Jedná se o základní popisné vlastnosti dané časové řady, např. průměr hodnot nebo lokální extrémy. V konkrétním případě sledování trajektorie COP obvykle pracujeme se směrodatnou odchylkou polohy COP (sway), rozsahem pohybu, průměrnou rychlostí (sway velocity) nebo obsahem polohy konfidenční elipsy.

Nelineární charakteristiky popisují dynamiku zkoumaných dat v čase v komplexním pohledu. Umožňují vyhodnotit vnitřní strukturu zkoumaného systému. Dosud se používají spíše pro vědecké než klinické účely. Vyžadují větší rozsah vstupních dat než lineární analýza (více datových bodů, delší čas) a jejich zpracování je matematicky náročné. Prozatím nemají dostatečně prověřenou validitu a reliabilitu, ovšem do budoucna nabízí zajímavou možnost interpretace vědeckých dat (Bizovská et al., 2017).

Mezi nejčastěji používané patří: přibližná entropie (ApEn, approximate entropy), Lyapunovův exponent (LyE), dimenzionální korelace (CoD, correlation dimension) a fraktální analýza (Harbourne a Stergiou, 2009).

3 METODIKA

Výzkumný soubor

Osloveni byli pacienti ve věku 6-18 let, s diagnózou hemiparetické nebo diparetické DMO. Do výzkumu byli zařazeni jedinci s lehčím typem postižení, konkrétně GMFCS stupně I a II.

Mezi další vstupní kritéria byla schopnost absolvovat šestiminutový test chůze (pro ověření schopnosti zvládnout terapii aktivními videohrami) a schopnost kulového úchopu (pro manipulaci herního ovladače).

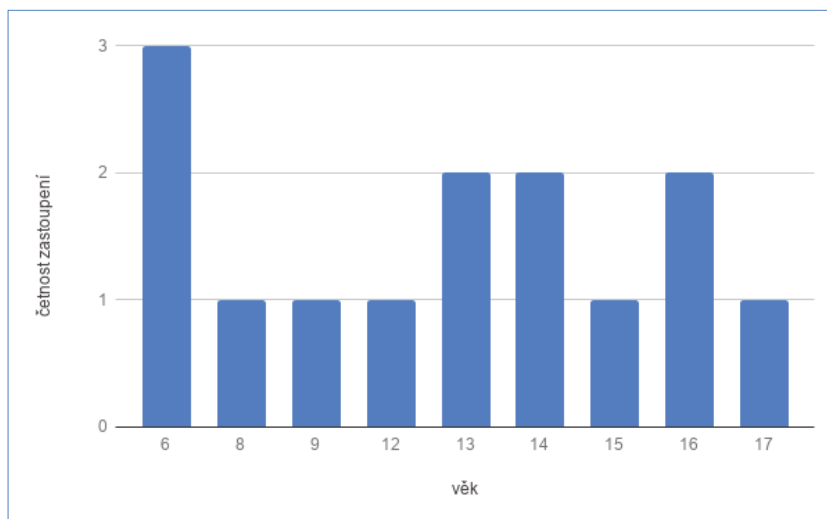
Probandi se podrobili psychologickému vyšetření, které vyloučilo případnou mentální retardaci.

Pacient byl z výzkumu vyloučen pokud:

- Spadal do pásma mentální retardace
- Trpěl závažnou zrakovou nebo sluchovou poruchou
- Nebyl schopen zvládnout šestiminutový test chůze
- Nebyl schopen provést kulový úchop
- Absolvoval v posledním roce ortopedickou operaci nebo utrpěl trauma
- Absolvoval aplikaci botulotoxinu v uplynulých šesti měsících
- Měl v anamnéze jiné závažné interní onemocnění
- Zároveň s výzkumem docházel na cílený rehabilitační program

Studie se zúčastnilo celkem 17 pacientů, z toho 3 v průběhu odstoupili (z důvodu nemoci, traumatu a změny terapie). Z výsledných 14 probandů byly 4 dívky a 10 chlapců, 10 dětí v kategorii GMFCS I a 4 v kategorii GMFCS II. Pět dětí mělo diagnostikovanou diparetickou DMO, 9 hemiparetickou. Testování pacientů probíhalo pod přiděleným identifikačním kódem. Přehled probandů předkládá tabulka č. 1 a četnost věkového zastoupení graf č. 1:

ID	pohlaví	věk	typ DMO	GMFCS
MS160100M	m	15	diparetická	1
AH030906M	m	8	diparetická	1
LE190901F	ž	14	hemiparetická	1
VŠ081202M	m	12	hemiparetická	2
OK060103M	m	9	hemiparetická	1
JK080701M	m	13	diparetická	2
AL280597F	ž	17	di/triparetická	1
FŠ290908M	m	6	hemiparetická	1
HS110110F	ž	6	hemiparetická	1
AH061299M	m	16	hemiparetická	1
DK040599F	ž	16	hemiparetická	1
DK270103M	m	6	diparetická	1
OP100504M	m	13	hemiparetická	2
TH010410M	m	14	hemiparetická	2

Tabulka 1: Přehled probandů výzkumu.**Graf 1: Věkové zastoupení probandů.**

Struktura výzkumu

Data byla shromážděna během projektu, který probíhal ve FN Motol v období od března 2015 do května 2017. Probandi si napřed nanečisto vyzkoušeli vyšetření všech vybraných testů přístroje BM. Týden před zahájením terapie bylo provedeno vstupní vyšetření, které oproti následným testům obsahovalo navíc souhlas s účastí ve studii (příloha č. 1) a anamnestický dotazník (příloha č. 3). Druhé testování následovalo těsně po ukončení terapie a follow-up test byl proveden 8 týdnů po ukončení terapie.

Terapie

Obě terapie probíhaly 30 dní, cca 30 min každý den. Terapie probíhala v domácím prostředí, pod vedením rodičů. v průběhu každé terapeutické části probandi absolvovali tři konzultace s fyzioterapeutem ve FN Motol. Po ukončení terapie vyplňovali probandi formulář PACES (physical activity enjoyment scale - formulář subjektivního prožitku terapie). Jeho vyhodnocením se ve své diplomové práci zabývala Marie Píšťková (2017). Formulář lze nahlédnout v příloze č. 5.

Průběh terapie VRL

Terapie Vojtovou reflexní lokomocí byla vedena odborně proškoleným terapeutem kliniky dětské rehabilitace FN Motol. Při konzultaci byli rodiče zaučeni tak, aby byli schopni provádět terapii v domácím prostředí. Konzultace proběhly první, třetí a patnáctý den terapeutické části. Při terapii byly použity poloha na boku a první pozice, obě aktivované z obou stran. Konkrétní varianta polohy na boku byla vybrána podle individuálních reakcí pacienta. V první pozici byla uniformně aktivována zóna mediálního epikondylu humeru spolu s řízením hlavy a patní zóna záhlavní dolní končetiny spolu s řízením hlavy. Rodiče každý den vyplňovali formulář o průběhu terapie. Fotodokumentaci použitých pozic lze nalézt v příloze č. 6.

Průběh terapie Wii

Během první konzultace ve FN Motol se pacient a rodiče seznámili s herní konzolí, jejím propojením s televizorem a nastavením. Vyzkoušeli si vybrané terapeutické hry a naučili se herní konzoli ovládat. Byly zkorigovány hrubé nedostatky pohybových vzorů při hraní jednotlivých her, předán formulář pro zaznamenávání průběhu terapie a zapůjčena herní konzole.

Třetí den terapeutické části proběhla druhá konzultace, kde terapeut zkontroloval správnost provádění terapie, ovšem již bez korekce pohybových vzorů. Stejně jako při terapii v domácím prostředí mohl pacient v případě potřeby terapii přerušit, udělat si přestávku a dále pokračovat. Průměrný čas hry se pohyboval okolo 30 min.

Patnáctý den terapeutické části se konala poslední konzultace, při které byly hry vyměněny za jejich náročnější varianty. Pokračovalo zaznamenávání domácí terapie do formuláře.

Průběh testování

V úvodu testování vyplnil pacient (případně s asistencí terapeuta) dotazník hodnocení bolesti - její přítomnost/nepřítomnost, případně intenzitu. Dotazník hodnocení bolesti je součástí přílohy č. 4.

Následovalo testování jemné motoriky standardizovanými testy Box and Block (BB) a Nine Hole Peg test (9HPT). Po testování jemné motoriky byla na přístroji Balance Master otestována posturální kontrola v 6 vybraných testech. Závěrem následovalo testování hrubé motoriky testem Gross motor Function Measure 66 (GMFM), opět na dětské části kliniky. V hodnocení jemné a hrubé motoriky odkazují na diplomovou práci Marie Píšťkové (2017).

4 CÍLE a HYPOTÉZY

Cíle

Cílem praktické části bylo zhodnotit vliv terapie VRL a terapie na herní konzoli Nintendo Wii na posturografické parametry u kompletního souboru probandů, kteří se účastnili výzkumu.

Hypotézy

H1: terapie VRL má signifikantní vliv na změny posturálních parametrů po terapii

H2: terapie Wii má signifikantní vliv na změny posturálních parametrů po terapii

H3: mezi vlivy VRL a Wii na změny po terapii je signifikantní rozdíl

H4: terapie VRL má signifikantní vliv na změny posturálních parametrů s odstupem 8 týdnů po terapii

H5: terapie Wii má signifikantní vliv na změny posturálních parametrů s odstupem 8 týdnů po terapii

H6: mezi vlivy VRL a Wii na změny s odstupem 8 týdnů po terapii je signifikantní rozdíl

5 VÝSLEDKY

Výsledky výzkumu byly zpracovány s pomocí MUDr. Kryštofa Slabého. Pokud byly nalezeny excesivní hodnoty, byl proband z hodnocení daného testu vyřazen. Pro každý z posturografických testů byla data souhrnně vyhodnocena testem ANOVA. Při průkazu signifikantních změn byly provedeny Tukey HSD test a LSD test pro prověření vlivu jednotlivých faktorů. Hladina signifikance byla stanovena na $p = 0,05$. Hodnoty byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa.

Výsledky budou uvedeny vzhledem k jednotlivým posturografickým testům: mCTSIB, Limits of Stability, Rhythmic Weight Shift, Walk Across, Tandem Walk a Step Quick Turn.

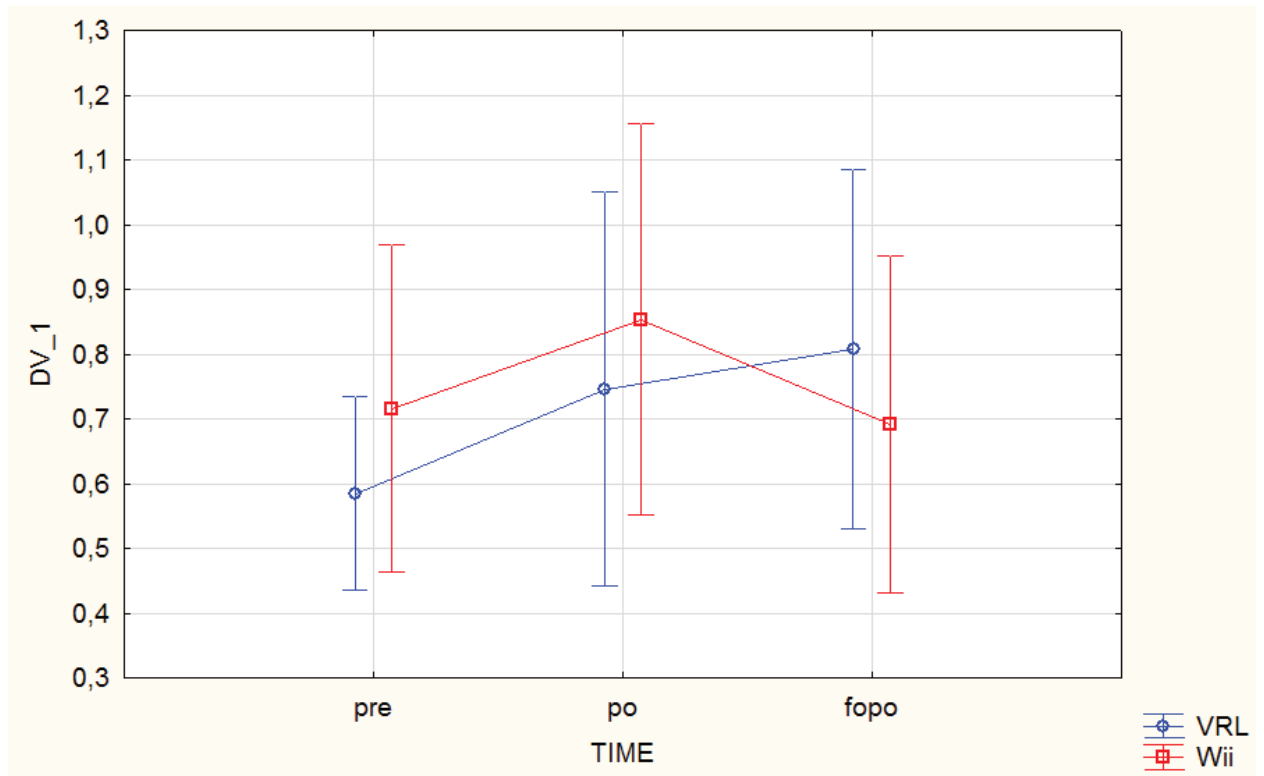
mCTSIB

Pevná podložka (firm)

V testu při variantě s otevřenými očima (EO) došlo k signifikantnímu zvýšení rychlosti výchylek COG (sway velocity) po obou terapiích. Po VRL byla hladina signifikance $p=0,02$, po Wii $p=0,05$. Ve vlivu terapií na výkon po terapii nebyl prokázán signifikantní rozdíl. Po terapii VRL efekt přetrvával i do follow-up testování, zatímco u Wii vymizel (hladina signifikance $p=0,02$).

Při variantě se zavřenými očima (EC) nedošlo k signifikantním změnám v žádném ze sledovaných parametrů.

Následující graf (Graf č. 2) zobrazuje výsledky ANOVA testu mCTSIB firm EO:



Graf 2: mCTSIB firm EO.

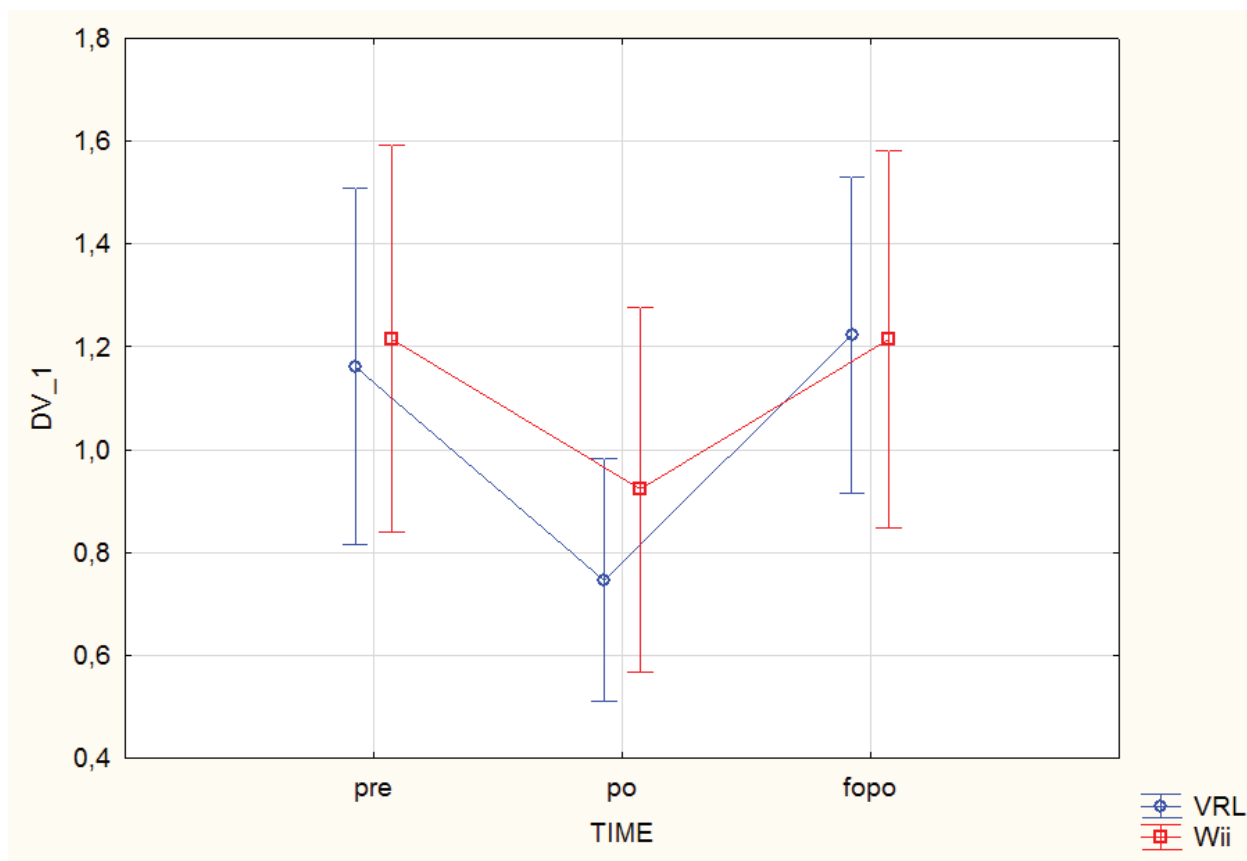
Legenda: terapie VRL v modré barvě, Wii v červené barvě. Osa x zobrazuje průběh v čase: pre - testování před terapií; po - testování po terapii; fopo - follow-up test. Osa y zobrazuje rychlost výchylek COG (sway velocity).

Měkká podložka (foam)

Při variantě s otevřenými očima došlo na měkké podložce k signifikantnímu poklesu rychlosti výchylek COG po obou terapiích. pro terapii VRL i Wii dosáhla hladina signifikance po zaokrouhlení $p=0,00$. Mezi terapiemi nebyl patrný signifikantní rozdíl. Po terapii VRL i Wii se ve follow-up testu data navrátila k hodnotám před testováním: hladina signifikance byla pro obě terapie opět $p=0,00$ a zároveň bez vzájemného rozdílu.

Při variantě se zavřenými očima (EC) nedošlo k signifikantním změnám v žádném ze sledovaných parametrů.

Graf č. 3 zobrazuje výsledky ANOVA testu mCTSIB foam EO:

**Graf 3: mCTSIB foam EO.**

Legenda: terapie VRL v modré barvě, Wii v červené barvě. Osa x zobrazuje průběh v čase: pre - testování před terapií; po - testování po terapii; fopo - follow-up test. Osa y zobrazuje rychlost výchylek COG (sway velocity).

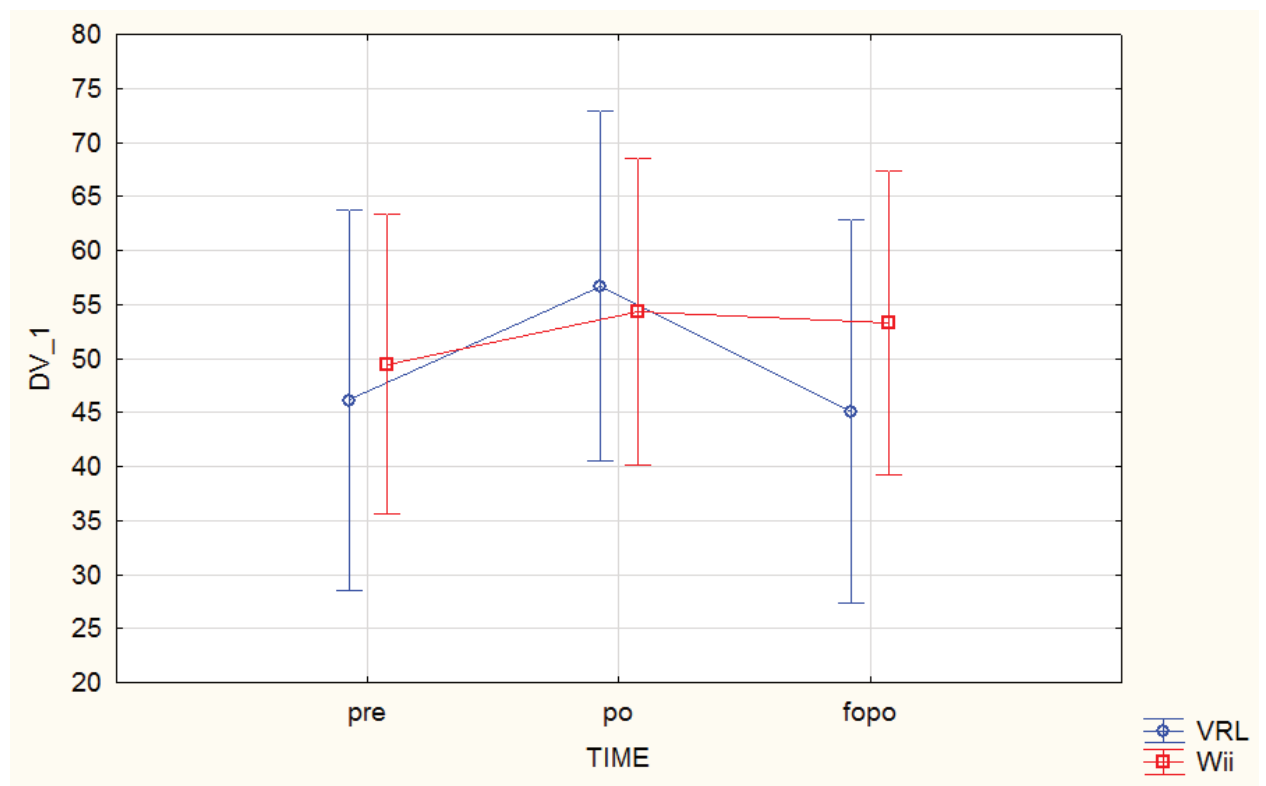
Limits of Stability

V testu limitů stability nedošlo k signifikantní změně u žádného ze sledovaných parametrů (reakčním čase, rychlosti pohybu, výchylek v koncovém bodě, směrové kontroly a maximální výchylky) po žádné z terapií. Sběr dat v tomto testu byl komplikován chybějícími hodnotami, které přístroj nenaměřil u pacientů, kteří nebyli schopni v úvodu testu přesně a stabilně umístit své COG.

Rhythmic Weight Shift

V testu RWS došlo ke změně blízké statistické významnosti u směrové kontroly (DCL) předozadního směru a střední rychlosti (2s) po Vojtově reflexní lokomoci. Hladina statistické významnosti byla v tomto případě $p=0,09$. V ostatních rychlostech ke změně nedošlo. Po terapii Wii v žádné z rychlostí. V subtestu rychlosti pohybu (OAV) předozadního směru nedošlo k významným změnám po žádné z terapií.

Graf č. 4 zobrazuje výsledky ANOVA testu RWS FB moderate:



Graf 4: RWS FB moderate.

Legenda: terapie VRL v modré barvě, Wii v červené barvě. Osa x zobrazuje průběh v čase: pre - testování před terapií; po - testování po terapii; fopo - follow-up test. Osa y zobrazuje procentuálně schopnost směrové kontroly pohybu (DCL).

V pravolevém směru ke statisticky významným změnám nedošlo po žádné z terapií v žádném ze subtestů žádné z terapií.

Walk Across

V testu nedošlo ke statisticky významným změnám sledovaných parametrů (šířka, délka a symetrie kroku) po žádné z terapií.

Tandem Walk

V testu nedošlo k významným změnám sledovaných parametrů (šířka kroku, rychlost chůze, titubace v konečném stoji) po žádné z terapií.

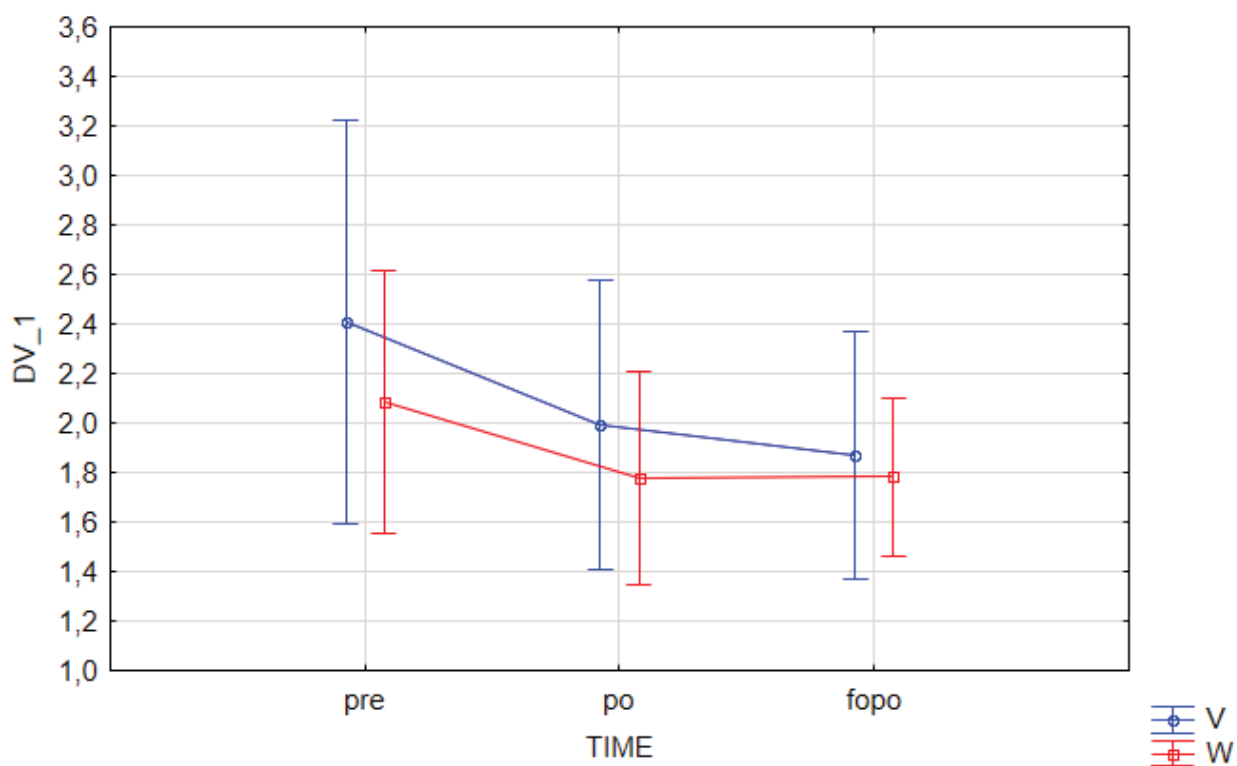
Step/Quick Turn

V našem případě jsme vyhodnocovali otočky ne podle pravé a levé strany, ale podle strany, kterou jsme pro daného pacienta považovali za lepší a horší (u hemiparetiků byla za lepší považována strana nepostížená, u diparetiků strana dominantní).

Pro horší stranu došlo v subtestu času otočky (TT) k jeho signifikantnímu snížení s hladinou významnosti $p=0,03$ po terapii VRL a Wii. Mezi terapiemi tedy signifikantní rozdíl nebyl.

K významné změně Turn Sway (titubací na konci otočky) nedošlo po žádné z terapií.

Graf č. 4 zobrazuje výsledky ANOVA testu SQT TT:



Graf č. 4: SQT TT

Legenda: terapie VRL v modré barvě, Wii v červené barvě. Osa x zobrazuje průběh v čase: pre: testování před terapií; po: testování po terapii; fopo: follow-up test. Osa y zobrazuje čas otočky v sekundách.

6 DISKUZE

Současný výzkum v oblasti vlivu terapií VRL a Nintendo Wii na posturální parametry dětí s DMO

Studií, které by se zabývaly možnostmi Vojtovy reflexní lokomoce v terapii starších dětí, jevelice málo a týkají se nízkého počtu pacientů. Není je proto možné s naším výzkumem příliš porovnávat. Lim a Kim (2013) testovali u dvou probandů vliv osm týdnů dlouhé terapie VRL na parametry chůze a zaznamenali jejich zlepšení. Gajewska a Neukirch (2012) popisují po VRL u dvanáctiletého pacienta zlepšení dynamických lokomočních schopností a hrubé motoriky vyjádřené signifikantními změnami v GMFM skóre.

Studií, které hodnotily vliv terapie aktivní videohrou na rovnováhu nebo chůzi u dětí s DMO, a bylo je tedy možné s naším výzkumem srovnávat, jsme našli 14 (da Silva a Iwabe-Marchese, 2015; Gordon, Roopchand-Martin a Gregg, 2012; Sharan et al., 2012; Mombarg, Jelsma a Hartman, 2013; Jelsma et al., 2012; El-Shamy a Abd El Kafy, 2013; AlSaif a Alsenany, 2015; Tarakci et al., 2016; Atasavun Uysal a Baltaci, 2016; Acar et al., 2016; Levac et al., 2017; Gatica-Rojas et al., 2017; Sajan et al., 2017; Kasseer et al., 2017).

Testovaný soubor, délka a intenzita terapie

Většina studií o vlivu terapie ve VR na posturální kontrolu se zabývá věkovou skupinou dětí starších 6 let, což pravděpodobně souvisí s popisovanou plató fází motorického vývoje u dětí s DMO okolo 6-7 let (Harries et al., 2004). Žádná studie se nezabývala úzkým věkovým spektrem probandů, obvyklý věkový rozptyl v testované skupině byl 5-12 let. Počet probandů se nejčastěji pohyboval mezi 10-30. Ve studiích byly nejčastěji zastoupeny spastické formy DMO - diparetická a hemiparetická (což koreluje i s jejich zastoupením v populaci). Někteří autoři testovali soubor složený z izolovaného typu DMO, jiní měli testovaných forem více zároveň. Autoři obvykle vybrali pacienty s GMFCS I-II, tedy pacienty schopné samostatné chůze, leč s určitými omezení. Tato schopnost je důležitá i pro delší samostatný stoj, který je potřebný pro hraní balančních her na konzoli Nintendo Wii i testování řady balančních parametrů na posturografických přístrojích.

GMFCS III zařadil do své studie Bonnechere a kol. (2016). Zde ovšem testovali parametry statického a dynamického sedu.

Délka herního času se u našich probandů pohybovala mezi 30 a 40 minutami, čas se odvíjel od průběhu jednotlivých her. Účastníci si mohli v hraní udělat pauzu, ovšem obvykle této možnosti nevyužívali, z čehož usuzujeme, že délka terapie nebyla příliš dlouhá a únavu nepociťovali. Obdobná délka terapie je v ostatních studiích častá. Žádná studie ovšem neměla terapii tak intenzivní - ve smyslu 30 dní bez přestávky. Na četnost terapie aktivní videohrou mohlo mít vliv, že někteří autoři ji zařazovali pouze jako doplněk ke konvenční terapii.

Studie, které by porovnávaly terapii na Nintendo Wii s jinou terapií, jsme našli pouze dvě: srovnání s tradiční terapií rovnováhy (Tarakci et al., 2016) a s odporovým tréninkem pro horní končetiny (Kassee et al., 2017).

Četnost terapie by také mohla mít vztah i k motivaci a adherenci pacientů. Řada autorů poukazuje na potenciál větší zábavnosti tohoto druhu terapie (AlSaif a Alsenany, 2015; Chiu, Ada a Lee, 2018; Biddiss, 2012; Gatica-Rojas et al., 2017; Riener a Harders, 2012; Tripette et al., 2017). V našem výzkumu se však neprokázal rozdíl v prožitku z pohybové aktivity mezi terapií VRL a Wii. Pro podrobnější analýzu prožitku terapie naší studie odkazují na diplomovou práci Marie Píšťkové (2017).

Posturografické testy přístroje BM

mCTSIB

Interpretace dat testu mCTSIB je velice obtížná. Autoři nejsou ve výkladu lineárních charakteristik COP jednoznační. Bizovská et al. (2017) uvádí vzhledem k dospělé populaci, že ačkoliv někteří autoři na základě literatury vyvozují, že obecně menší hodnoty těchto parametrů jsou znakem lepší stability a menšího rizika pádu, jiní uvádí, že tyto rozdíly se mohou projevat jen za určitých podmínek (například ve stoji o zúžené bazi), jen v určitém směru nebo nejsou průkazné vůbec.

V celkovém shrnutí studie došlo na tvrdé podložce k signifikantnímu zvýšení rychlosti výchylek COG po obou terapiích při testování se zavřenýma očima. U terapie Vojtovou metodou efekt

přetrvával i v odstupu po terapii, v odstupu po terapii Wii se vytratil. Na měkké podložce došlo po obou terapiích k významnému snížení rychlosti výchylek COG při testování se zavřenými očima a efekt se v odstupu po obou terapiích vytratil. Podle typu podložky měl tedy účinek terapií opačný charakter.

Obecně se větší velikost a rychlost výchylek COP považuje za indikátor větší posturální nestability. Existují ale i skupiny pacientů, u kterých na poruchy posturální kontroly poukazuje spíše než zvýšení výchylek COP jejich snížení (Cavanaugh, Guskiewicz a Stergiou, 2005).

Gatica-Rojas a kol. (2017) po 6 týdnech terapie na Nintendo Wii (třikrát týdně 25 minut) zaznamenali významné snížení rychlosti výchylek COP v předozadním i medio-laterálním směru, a zároveň významné snížení spasticity v oblasti kotníků (dle Ashworthovy škály). Kenis-Coscun a kol. (2016) ve své studii uvádí souvislost mezi věkem a rychlostí výchylek COG v testu mCTSIB u dětí s hemiparetickou DMO. Pokud by rychlost výchylek ve stoji byla významně ovlivněna věkem, mohl by tento fakt výrazně ovlivnit výsledky většiny ostatních studií (včetně naší), kde je zkoumaný soubor značně věkově heterogenní.

Jiní autoři, kteří se zabývali charakteristikami COP u dětí s DMO, se zaměřovali na rozsah (ne rychlost) výchylek: Nobre et al. (2010) popisují u pacientů s DMO oproti zdravé populaci předozadní výchylky COP menší, což vysvětluje možným menším využitím "kotníkové strategie". Snížení výchylek COP zaznamenal po terapii i Deutch et al. (2008) po terapii Wii nebo Lazarri et al. (2016) po terapii ve virtuální realitě spojené s transkraniální stimulací. V naší studii ale k významným změnám rozsahu výchylek COP nedošlo.

Změny rychlosti výchylek COG po terapii byly v dalších studiích zkoumány jen u dospělých nebo u seniorů:

K podobnému výsledku jako my došli Clary a kol. (2006), kteří zkoumali vliv "Ballates" (posilování středu těla prostřednictvím balančních technik), aerobiku a chůze na výchylky COP u 40 žen s nadváhou ve věku 50-75 let. Všechny zmíněné terapie probíhaly třikrát týdně (vždy hodinu) po dobu třinácti týdnů. Navzdory očekávání autorů došlo po terapii chůzí a po aerobiku ke snížení rychlosti výchylek COP a po Ballates k jejímu zvýšení, a to na pevné i měkké podložce.

Autoři zde interpretují zpomalení výchylek jako pozitivní a zrychlení jako negativní jev. K těmto změnám u nich ale došlo narozdíl od našeho výzkumu při testování se zavřenými očima.

Ostatní autoři ale po terapiích zaznamenali naopak snížení rychlosti výchylek COP:

Bulat (2007) zaznamenala u seniorů po osmi týdnech skupinového balančního cvičení (1h týdně) snížení rychlosti výchylek COP ve všech subtestech testu mCTSIB. Snížení rychlosti bylo signifikantní pouze při analýze všech modalit dohromady, pro jednotlivé subtesty změny signifikantní nebyly. Zároveň bylo u probandů zjištěno signifikantní zlepšení v Berg Balance Scale.

Rogers, Fernandez a Bohlken (2001) se zabývali vlivem cvičebního programu na balančních míčích (dvakrát týdně 60 min, 10 týdnů) na posturální parametry 12 probandů ve věku 61-77 let. Po cvičení došlo k signifikantnímu snížení rychlosti výchylek COP v mediolaterálním směru, v anterioposteriorním směru změny signifikantní nebyly. Data byla vyhodnocována společně pro otevřené i zavřené oči a měření probíhalo na pevné podložce.

Paoli a kol. (2011) zkoumali vliv pětítýdenního programu balančních cvičení na posturální parametry u zdravých žen ve věku 63-73 let. Po cvičení došlo k signifikantnímu snížení rychlosti mediolaterálních i anterioposteriorních výchylek při otevřených očích. Při zavřených očích bylo signifikantní pouze snížení AP výchylek. Měření probíhalo na pevné podložce.

Ačkoliv interpretace dat testu mCTSIB není jednoznačná, většina prací popisuje jako pozitivní jev snížení rychlosti výchylek COP a řada autorů k tomuto výsledku po terapii došla. k obdobnému výsledku jsme došli v subtestu na měkké podložce. Naopak na pevné podložce se rychlost výchylek po terapii vyvíjela opačným směrem a tento jev na základě dostupné literatury nejsme schopni vysvětlit.

LOS

Velikost limitů stability je považována za prediktor ohrožení pády - čím větší LOS tím menší riziko pádu a naopak (Ganesan, Kanekar a Aruin, 2015; Zang et al., 2002). U testu limitů stability nedošlo v celkovém zhodnocení k žádné statisticky signifikantní ani tomu blízké změně. Naopak

Goble (2014) uvádí po terapii Wii signifikantní zlepšení v testu LOS, nejednalo se ovšem o studii s dětskými probandy s DMO, ale o zdravé dospělé.

RWS

Pacienti s DMO mají oproti zdravým dětem horší schopnost rytmických přesunů těžiště. Liao a kol. (2001) testovali spolehlivost opakovaného testování RWS u dětí s DMO. Za spolehlivé považují intervaly 1 a 2 sekundy, třisekundový interval vyšel jako málo spolehlivý. Autoři poukazují na možnost vyššího uplatnění volní kontroly a tedy i rychlého efektu učení u třisekundového intervalu. V testu Rhythmic Weight Shift se statistické signifikanci blížila směrová kontrola v předozadním směru po terapii VRL. V ostatních subtestech a v mediolaterálním směru k signifikantním změnám nedošlo. K obdobnému závěru došli Ramstrand a kol. (2012) u dětí s DMO po terapii na Nintendo Wii, kdy v testu RWS žádné signifikantní změny nezaznamenali.

Liao et al. (1997) dále poukazují, že změny v testu RWS by se měly projevit v kvalitě chůze (schopnost dynamické posturální kontroly, zejména rychlé rytmické přenášení váhy, souvisí s rychlostí nebo energetickou náročností chůze). V naší studii k signifikantním změnám v testu RWS nedošlo, ale mezi testy chůze došlo k signifikantnímu snížení času otočky na horší stranu testu SQT.

Testy chůze

V testu Walk Across nedošlo ke statisticky významné změně u žádného z parametrů.

U testu Tandem Walk nedošlo ke statisticky signifikantní změně u žádného z parametrů.

V testu Step/Quick Turn došlo po obou terapiích k signifikantnímu snížení času potřebného k provedení otočky na horší stranu.

K obdobnému výsledku v testu SQT došli také Lee a kol. (2015), kteří zkoumali vliv individuálně vyráběných ortopedických vložek (u dětí s plochou nohou) na výskyt bolesti a rovnováhu. Po intervenci došlo k signifikantnímu snížení parametru Turn Time testu SQT do obou směrů. Zároveň došlo k signifikantnímu snížení frekvence a intenzity pociťovaných bolestí.

Autoři ostatních studií obvykle chůzi hodnotili klinickými testy: minutový test chůze 1MWT, šestiminutový test chůze 6MWT, Time Up and Go test (TUG) nebo Timed Up and Down

Stairs Test (TUGD). Tyto testy však spíše než kvalitativní parametry (které jsme sledovali v naší studii) hodnotí celkový výkon. Přestože změny kvality parametrů chůze se do výkonu jistě promítají, nepovažujeme tyto testy za tolik citlivé.

Řada autorů zaznamenala po terapii na herní konzoli zlepšení chůze ve smyslu delší vzdálenosti v limitovaném čase, zkrácení času potřebného k překonání stanovené vzdálenosti nebo zvýšení preferované rychlosti chůze (AlSaif a Alsenany, 2015; Chiu, Ada a Lee, 2018; Tarakci et al., 2016; Tarakci et al., 2013; Lazzari et al., 2016).

Naopak Jelsma a kol. (2012) zkoumali vliv terapie na Nintendo Wii Fit na rovnovážné schopnosti a hrubě motorické dovednosti u dětí s hemiparetickou DMO. Dynamickou stabilitu hodnotili testem Timed Up and Down Stairs TUDS, který se používá i jako screeningový test pro identifikaci dětí s podezřením na omezení funkční mobility nebo rovnováhy. Dítě má za úkol "rychle, ale bezpečně" vyjít 14 schodů, otočit se a sejít zpět dolů. V testu k signifikantnímu zlepšení nedošlo.

Většina autorů se tedy shoduje, že terapie na herní konzoli Nintendo Wii pozitivně ovlivňuje výkonové parametry chůze. Jemnější změny posturálních parametrů chůze se v naší studii potvrdily v jednom ze tří testů. Jinými autory není tento jev v populaci dětí s DMO zatím popsán, ačkoliv k podobným změnám došli po jiném druhu terapeutické intervence Lee a kol. (2015) u populace dětí s plochou nohou.

Délka trvání efektu terapií VRL a Nintendo Wii

Ve dvou ze tří testů se signifikantními změnami po terapii se ve follow-up testech jevil efekt terapie VRL jako dlouhodobější: konkrétně v testech mCTSIB sway volosity EO firm a SQT TT, v testu mCTSIB sway velocity EO foam tomu ale bylo naopak.

Odeznění efektu terapie na Nintendo Wii po 2-4 týdnech popisuje i Gatica-Rojas a kol. (2017). Výzkumem prošlo 32 dětí ve věku 6-14 let se spastickým typem DMO. Terapie probíhala třikrát týdně 25 min po dobu 6 týdnů a měla signifikantní vliv na parametry COP. Gajewska a Neukirch (2012) ve své případové studii u dvanáctiletého pacienta prováděli dva několikátýdenní terapeutické bloky Vojtovou metodou. V mezidobí popisují pokles terapeutického účinku. Neuvádí ovšem, po jaké době k poklesu došlo a rozestup mezi bloky byl 8 měsíců.

Tendenci většího přetrvání efektu terapie VRL v našem výzkumu by mohl vysvětlovat fakt, že VRL napomáhá zpřístupnit fyziologické motorické vzory (Skaličková-Kováčiková, 2017), zatímco terapie aktivní videohrou rozvíjí spíše individuální kompenzační strategie (Dobkin, 2016).

Limity hodnocení posturografických parametrů

Posturální stabilita je často hodnocena v termínech “posturálního klidu”. Posturální klid je speciální případ posturální stability, kdy organismus čelí pouze vnitřním rušivým faktorům. Není však jisté, zda se jedná o dosažitelný nebo žádoucí cíl posturálního chování. Posturální výchyly by mohly sloužit i jako senzorická informace (Cavanaugh, Guskiewicz a Stergiou, 2005).

Určitým limitem je i samotné snímání COP, jde totiž o složený signál: reprezentuje nejen průmět těžiště do podložky, ale také svalovou aktivitu použitou k udržení rovnováhy (Cavanaugh, Guskiewicz a Stergiou, 2005). Navíc výchyly COP v čase nejsou ani náhodné ani vzájemně nezávislé – tento fakt lineární analýza nebere v potaz (Cavanaugh, Guskiewicz a Stergiou, 2005). Harbourne a kol. (2009) navrhuje používat lineární i nelineární hodnocení zároveň. Nelineární analýza je podle nich teprve na počátku svého vývoje, ale má potenciál hodnotit kvalitativní aspekty variability motorického projevu, které dosud nebyly možné kvantifikovat. Stergiou, Yu a Kyvelidou (2013) uvádí, že nelineární principy hodnocení mohou být schopné zachytit drobná zlepšení posturální kontroly, která se jinak neprojeví v klinických testech jako například GMFM. Použití nelineární analýzy posturálních reakcí zatím ale není běžně dostupné pro klinické hodnocení.

Omezujícím faktorem některých testů by mohla být krátká doba měření. Někteří autoři například pro spolehlivé měření výchylek COP doporučují časový interval 90-120 s. (Bizovská et al., 2017).

Limity studie

Jedním z limitů studie byl počet probandů. Ačkoliv v porovnání s ostatními studiemi rozhodně významně nevyčníval, pro spolehlivé statistické vyhodnocení bylo 14 pacientů limitních. Důvodem nízké účasti byla mimo jiné velká časová náročnost terapie a testování, a to jak pro pacienty, tak pro terapeutů. Celé testování jednoho probanda trvalo přibližně 12 měsíců. Během této doby se u některých pacientů měnila jejich výška, se kterou přístroj BM počítá, nicméně nebyla v zadaných hodnotách průběžně kontrolována a měněna.

Zvláště u mladších dětí také mohlo docházet ke změnám motorických dovedností na podkladě dospívání. Ačkoliv je mezi 6-7 rokem popisována fáze plató motorického vývoje, především jemné změny, které jsme se ve studii snažili zachytit, se jistě mohly projevit. Tento faktor jsme se snažili eliminovat cross-over designem studie, ovšem lépe by fungoval opět při větším množství probandů.

Dalším limitem mohlo být velké věkové rozpětí dětí účastnících se studie. Vzhledem k možné věkové podmíněnosti odpovědi na terapii by bylo vhodnější užší věkové spektrum.

Přístroj Balance Master je validním nástrojem pro měření posturografických dat i pro dětskou populaci (Geldhof et al., 2006). Není ovšem zdaleka tak často využíván jako u dospělých a pro většinu testů nemá pro děti vytvořené referenční hodnoty. Ty zcela chybí pro populaci dětí s DMO (Liao, Mao a Hwang, 2001). V praktickém provedení testů bylo pro některé děti obtížné dodržet precizní umístění chodidel, které přístroj vyžaduje.

7 ZÁVĚRY

Tato práce shrnuje ve své teoretické části poznatky o problémech v posturální kontrole starších dětí s diparetickou a hemiparetickou DMO, možnosti jejich terapie Vojtovou reflexní lokomocí a aktivní videohrou Nintendo Wii a možnosti hodnocení posturálního chování, zejména prostřednictvím přístroje Balance Master. V praktické části projektu jsme vyhodnocovali vliv zmíněných dvou terapií na vybrané posturografické testy.

Po obou terapiích došlo k signifikantnímu zvýšení rychlosti výchylek COP v subtestu mCTSIB na pevné podložce při zavřených očích a snížení rychlosti výchylek COP v subtestu mCTSIB na měkké podložce při zavřených očích. Po obou terapiích došlo k signifikantnímu snížení času potřebného k provedení otočky v testu SQT. V ostatních provedených testech (LOS, RWS, WA, TW) a subtestech nedošlo po terapiích k signifikantním změnám. Mezi terapiemi nebyl nalezen signifikantní rozdíl, ale v testech, kde došlo po terapii ke změnám, měla terapie VRL větší tendenci udržet si efekt i po skončení terapie.

Z výsledků vyvozujeme, že terapie Vojtovou reflexní lokomocí i aktivní videohrou Nintendo Wii mají vliv na posturální kontrolu dětí s DMO, ačkoliv jejich interpretace je komplikovaná a nejednoznačná. Pro jejich důkladnější prověření doporučujeme další výzkum s větším množstvím probandů a užším zaměřením zkoumaných parametrů. Zajímavé výsledky by mohla přinést například nelineární analýza posturografických dat.

8 REFERENČNÍ SEZNAM

ACAR, Gönül et al., 2016. Efficacy of neurodevelopmental treatment combined with the Nintendosup®/sup Wii in patients with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **28**(3), 774-780 [cit. 2018-08-10]. DOI: 10.1589/jpts.28.774. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/3/28_jpts-2015-866/_article

ALSAIF, Amer a Samira ALSENANY, 2015. Effects of interactive games on motor performance in children with spastic cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **27**(6), 2001-2003 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1589/jpts.27.2001. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/6/27_jpts-2015-124/_article

ATASAVUN UYSAL, Songül a Gül BALTACI, 2016. Effects of Nintendo Wii™ Training on Occupational Performance, Balance, and Daily Living Activities in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: a Single-Blind and Randomized Trial. *Games for Health Journal* [online]. **5**(5), 311-317 [cit. 2018-07-24]. DOI: 10.1089/g4h.2015.0102. ISSN 2161-783X. Dostupné z: <http://online.liebertpub.com/doi/10.1089/g4h.2015.0102>

BALLAZ, Laurent et al., 2014. Impaired visually guided weight-shifting ability in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. **35**(9), 1970-1977 [cit. 2018-07-27]. DOI: 10.1016/j.ridd.2014.04.019. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422214001759>

BARELA, José et al., 2011. Perception–action and adaptation in postural control of children and adolescents with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. **32**(6), 2075-2083 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.08.018. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422211003210>

BIDDISS, Elaine, 2012. Should we integrate video games into home-based rehabilitation therapies for cerebral palsy?. *Future Neurology* [online]. **7**(5), 515-518 [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.2217/fnl.12.48. ISSN 1479-6708. Dostupné z: <https://www.futuremedicine.com/doi/10.2217/fnl.12.48>

BIEN, Z. a Dimitar. STEFANOV, 2004. *Advances in rehabilitation robotics: human-friendly technologies on movement assistance and restoration for people with disabilities*. New York: Springer. ISBN 3540219862.

BIGONGIARI, Aline et al., 2011. Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science* [online]. **30**(3), 648-657 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1016/j.humov.2010.11.006. ISSN 01679457. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167945711000030>

BINGHAM, Peter a Barbara CALHOUN, 2015. Digital Posturography Games Correlate with Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy. *Games for Health Journal* [online]. **4**(2), 145-148 [cit. 2017-12-10]. DOI: 10.1089/g4h.2014.0096. ISSN 2161-783x. Dostupné z: <http://online.liebertpub.com/doi/10.1089/g4h.2014.0096>

BIZOVSKÁ, Lucia et al., 2017. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5259-3.

BONNECHÈRE, Bruno et al., 2016. Balance improvement after physical therapy training using specially developed serious games for cerebral palsy children: preliminary results. *Disability and Rehabilitation* [online]. **39**(4), 403-406 [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.3109/09638288.2015.1073373. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638288.2015.1073373>

BOTTCHER, Louise, 2010. Children with Spastic Cerebral Palsy, Their Cognitive Functioning, and Social Participation: a Review. *Child Neuropsychology* [online]. **16**(3), 209-228 [cit. 2018-07-27]. DOI: 10.1080/09297040903559630. ISSN 0929-7049. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09297040903559630>

BRIEN, Marie a Heidi SVEISTRUP, 2011. An Intensive Virtual Reality Program Improves Functional Balance and Mobility of Adolescents With Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy* [online]. **23**(3), 258-266 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1097/PEP.0b013e318227ca0f. ISSN 0898-5669. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00001577-201123030-00010>

BULAT, Tatjana, 2007. Effect of a group-based exercise program on balance in elderly. *Clinical Interventions in Aging* [online]. **2**(4), 655-660 [cit. 2018-08-10]. DOI: 10.2147/CIA.S204. ISSN 1178-1998. Dostupné z: <https://www.dovepress.com/effect-of-a-group-based-exercise-program-on-balance-in-elderly-peer-reviewed-article-CIA>

CAMBIER, D et al., 2001. Reference data for 4- and 5-year-old-children on the Balance Master: values and clinical feasibility. *European Journal Of Pediatrics* [online]. **160**(5), 317 [cit. 2018-08-03]. ISSN 03406199.

CAMPBELL, Suzanne, 2011. *Physical therapy for children*. 4th ed. Philadelphia, Pa: Saunders. ISBN 9781416066262.

CARLON, Stacey et al., 2012. Differences in habitual physical activity levels of young people with cerebral palsy and their typically developing peers: a systematic review. *Disability and Rehabilitation* [online]. **35**(8), 647-655 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.3109/09638288.2012.715721. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638288.2012.715721>

CAVANAUGH, James, Kevin GUSKIEWICZ a Nicholas STERGIOU, 2005. a Nonlinear Dynamic Approach for Evaluating Postural Control. *Sports Medicine* [online]. **35**(11), 935-950 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.2165/00007256-200535110-00002. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200535110-00002>

CLARY, Sarah et al., 2006. Effects of Ballates, Step Aerobics, and Walking on Balance in Women Aged 50–75 Years. *J Sports Sci Med*. **5**(3), 390-399.

COLVER, Allan, Charles FAIRHURST a Peter PHAROAH, 2014. Cerebral palsy. *The Lancet* [online]. **383**(9924), 1240-1249 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61835-8. ISSN 01406736. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673613618358>

DA SILVA, Rafaela a Cristina IWABE-MARCHESE, 2015. Using virtual reality for motor rehabilitation in a child with ataxic cerebral palsy: case report. *Fisioterapia e Pesquisa*. **22**(1), . ISSN ISSN 1809-2950.

DAVID, A. a G. LOPES, 2013. Posturography in the analysis of postural control in children with cerebral palsy: a literature review. *Fisioterapia e Pesquisa*. **20**(1), 97-102.

DEUTSCH, J. et al., 2008. Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for Rehabilitation of an Adolescent With Cerebral Palsy. *Physical Therapy* [online]. **88**(10), 1196-1207 [cit. 2018-08-07]. DOI: 10.2522/ptj.20080062. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20080062>

DEWAR, Rosalee, Sarah LOVE a Leanne JOHNSTON, 2015. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. **57**(6), 504-520 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1111/dmcn.12660. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/dmcn.12660>

DISTEFANO, Lindsay, Micheal CLARK a Darin PADUA, 2009. Evidence Supporting Balance Training in Healthy Individuals: a Systemic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **23**(9), 2718-2731 [cit. 2018-08-02]. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c1f7c5. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-200912000-00041>

DOBKIN, Bruce, 2016. Behavioral self-management strategies for practice and exercise should be included in neurologic rehabilitation trials and care. *Current Opinion in Neurology* [online]. **29**(6), 693-699 [cit. 2018-08-10]. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000380. ISSN 1350-7540. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00019052-201612000-00005>

DOMAGALSKA-SZOPA, Małgorzata, Andrzej SZOPA a Alfonso FASANO, 2014. Gait Pattern Differences between Children with Mild Scoliosis and Children with Unilateral Cerebral Palsy. *PLoS ONE* [online]. **9**(8), 103095- [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1371/journal.pone.0103095. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0103095>

DONKER, Stella et al., 2008. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Experimental Brain Research* [online]. **184**(3), 363-370 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1007/s00221-007-1105-y. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-007-1105-y>

DOS SANTOS, Luan et al., 2015. The Use of Nintendo Wii in the Rehabilitation of Poststroke Patients: a Systematic Review. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [online]. **24**(10), 2298-2305 [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.06.010. ISSN 10523057. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1052305715003353>

DUPALOVÁ, D, M ŠLACHTOVÁ a E DOLEŽELOVÁ, 2013. Možnosti využití aktivních videoher v rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **20**(3), 135–141. ISSN 12112658.

EKEN, Maaïke et al., 2016. Relations between muscle endurance and subjectively reported fatigue, walking capacity, and participation in mildly affected adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. **58**(8), 814-821 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1111/dmcn.13083. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/dmcn.13083>

EL-SHAMY, Shamekh a Ehab ABD EL KAFY, 2013. Effect of balance training on postural balance control and risk of fall in children with diplegic cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* [online]. **36**(14), 1176-1183 [cit. 2017-12-19]. DOI: 10.3109/09638288.2013.833312. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638288.2013.833312>

EUNSON, Paul, 2012. Aetiology and epidemiology of cerebral palsy. *Paediatrics and Child Health* [online]. **22**(9), 361-366 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/j.paed.2012.05.008. ISSN 17517222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1751722212000893>

FONG, Shirley et al., 2016. Direction-specific impairment of stability limits and falls in children with developmental coordination disorder: Implications for rehabilitation. *Gait & Posture* [online]. **43**, 60-64 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.10.026. ISSN 09666362. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215009352>

GAJEWSKA, Ewa a Barbara NEUKIRCH, 2012. Vojta Therapy for a 12 year-old Child with Cerebral Palsy. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **24**(8), 783-785 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1589/jpts.24.783. ISSN 0915-5287. Dostupné z: <http://japanlinkcenter.org/DN/JST.JSTAGE/jpts/24.783?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>

GANESAN, Mohan, Neeta KANEKAR a Alexander ARUIN, 2015. Direction-specific impairments of limits of stability in individuals with multiple sclerosis. *Annals of Physical and*

Rehabilitation Medicine [online]. **58**(3), 145-150 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/j.rehab.2015.04.002. ISSN 18770657. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877065715000482>

GATICA-ROJAS, Valeska et al., 2017. Effects of a Nintendo Wii exercise program on spasticity and static standing balance in spastic cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation* [online]. **20**(6), 388-391 [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.1080/17518423.2016.1211770. ISSN 1751-8423. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2016.1211770>

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]. **9**(8), 888- [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.4103/1673-5374.131612. ISSN 1673-5374. Dostupné z: <http://www.nrronline.org/text.asp?2014/9/8/888/131612>

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]. **9**(8), 888- [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.4103/1673-5374.131612. ISSN 1673-5374. Dostupné z: <http://www.nrronline.org/text.asp?2014/9/8/888/131612>

GATICA-ROJAS, V et al., 2017. Does Nintendo Wii Balance Board improve standing balance? a randomized controlled trial in children with cerebral palsy. *European Journal Of Physical And Rehabilitation Medicine* [online]. **53**(4), 535-544 [cit. 2018-08-11]. DOI: 10.23736/S1973-9087.16.04447-6. ISSN 19739095.

GELDHOF, Elisabeth et al., 2006. Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children. *European Journal of Pediatrics* [online]. **165**(11), 779-786 [cit. 2018-08-03]. DOI: 10.1007/s00431-006-0173-5. ISSN 0340-6199. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00431-006-0173-5>

GIROLAMI, Gay, Takako SHIRATORI a Alexander ARUIN, 2011. Anticipatory postural adjustments in children with hemiplegia and diplegia. *Journal of Electromyography and Kinesiology*

[online]. **21**(6), 988-997 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/j.jelekin.2011.08.013. ISSN 10506411. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1050641111001374>

GOBLE, Daniel, Brian CONE a Brett FLING, 2014. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of "Wii-search". *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. **11**(1), 12- [cit. 2018-08-04]. DOI: 10.1186/1743-0003-11-12. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-12>

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]. **98**(3), 238-42 [cit. 2018-07-27]. DOI: 10.1016/j.physio.2012.05.011. ISSN 18731465.

HADDERS-ALGRA, M., 2010. Variation and Variability: Key Words in Human Motor Development. *Physical Therapy* [online]. **90**(12), 1823-1837 [cit. 2018-08-02]. DOI: 10.2522/ptj.20100006. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20100006>

HARBOURNE, R. a N. STERGIU, 2009. Movement Variability and the Use of Nonlinear Tools: Principles to Guide Physical Therapist Practice. *Physical Therapy* [online]. **89**(3), 267-282 [cit. 2018-08-07]. DOI: 10.2522/ptj.20080130. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20080130>

HARRIES, Netta et al., 2004. Changes over years in gross motor function of 3-8 year old children with cerebral palsy: using the Gross Motor Function Measure (GMFM-88). *ISRAEL MEDICAL ASSOCIATION JOURNAL* [online]. **6**(7), 408-411 [cit. 2018-08-12]. ISSN 15651088.

HEYRMAN, Lieve et al., 2013. Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. **34**(1), 327-334 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/j.ridd.2012.08.015. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422212002211>

CHIU, Hsiu-Ching, Louise ADA a Shin-Da LEE, 2018. Balance and mobility training at home using Wii Fit in children with cerebral palsy: a feasibility study. *BMJ Open* [online]. **8**(5), 019624- [cit. 2018-07-24]. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-019624. ISSN 2044-6055. Dostupné z: <http://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2017-019624>

JELSMA, Jennifer et al., 2012. The effect of the Nintendo Wii Fit on balance control and gross motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation* [online]. **16**(1), 27-37 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.3109/17518423.2012.711781. ISSN 1751-8423. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/17518423.2012.711781>

KANDA, Toyoko et al., 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 and Development* [online]. **26**(2), 118-126 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/S0387-7604(03)00111-6. ISSN 03877604. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0387760403001116>

KASSE, Caroline et al., 2017. Home-based Nintendo Wii training to improve upper-limb function in children ages 7 to 12 with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine* [online]. **10**(2), 145-154 [cit. 2018-07-24]. DOI: 10.3233/PRM-170439. ISSN 18758894. Dostupné z: <http://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/PRM-170439>

KENIS-COSKUN, Ozge et al., 2016. Evaluation of postural stability in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **28**(5), 1398-1402 [cit. 2018-08-07]. DOI: 10.1589/jpts.28.1398. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/5/28_jpts-2015-973/_article

KOLÁŘOVÁ, Barbora, 2014. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci - možnosti vyšetření a terapie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4266-2.

KOLÁŘ, Pavel, 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén. ISBN isbn978-80-7262-657-1.

KRAUS, Josef, 2005. *Dětská mozková obrna*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024710181.

LAZZARI, Roberta et al., 2016. Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Combined With Virtual Reality Training on Balance in Children With Cerebral Palsy: a Randomized, Controlled, Double-Blind, Clinical Trial. *Journal of Motor Behavior* [online]. **49**(3), 329-336 [cit. 2018-07-24]. DOI: 10.1080/00222895.2016.1204266. ISSN 0022-2895. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00222895.2016.1204266>

LEE, Hong-Jae et al., 2015. Effect of Custom-Molded Foot Orthoses on Foot Pain and Balance in Children With Symptomatic Flexible Flat Feet. *Annals of Rehabilitation Medicine* [online]. **39**(6), 905- [cit. 2018-08-03]. DOI: 10.5535/arm.2015.39.6.905. ISSN 2234-0645. Dostupné z: <http://e-arm.org/journal/view.php?doi=10.5535/arm.2015.39.6.905>

LEVAC, Danielle et al., 2017. Active Video Gaming for Children with Cerebral Palsy: Does a Clinic-Based Virtual Reality Component Offer an Additive Benefit? a Pilot Study. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. **38**(1), 74-87 [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.1080/01942638.2017.1287810. ISSN 0194-2638. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01942638.2017.1287810>

LIAO, H. et al., 1997. The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. **39**(2), 106-112. DOI: 10.1111/j.1469- 8749.1997.tb07392.x.

LIAO, H., P. MAO a A. HWANG, 2001. Est–retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. **43**(1), 180-186. ISSN 0012-1622.

LIDBECK, Cecilia et al., 2014. Postural Orientation During Standing in Children With Bilateral Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy* [online]. **26**(2), 223-229 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1097/PEP.000000000000025. ISSN 0898-5669. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00001577-201426020-00013>

LIM, Hyungwon a Tackhoon KIM, 2013. Effects of Vojta Therapy on Gait of Children with Spastic Diplegia. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **25**(12), 1605-1608 [cit. 2018-07-

30]. DOI: 10.1589/jpts.25.1605. ISSN 0915-5287. Dostupné z:

<http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/jpts/25.1605?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>

MALONE, Ailish et al., 2015. do children with cerebral palsy change their gait when walking over uneven ground?. *Gait & Posture* [online]. **41**(2), 716-721 [cit. 2018-07-30]. DOI:

10.1016/j.gaitpost.2015.02.001. ISSN 09666362. Dostupné z:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215000351>

MAREŠOVÁ, Eva, Pavla JOUDOVÁ a Stanislav SEVERA, 2011. *Dětská mozková obrna: možnosti a hranice včasné diagnostiky a terapie*. 1. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-703-5.

MCADAMS, Ryan a Sandra JUUL, 2011. Cerebral Palsy: Prevalence, Predictability, and Parental Counseling. *NeoReviews* [online]. **12**(10), 564-574 [cit. 2018-07-30]. DOI:

10.1542/neo.12-10-e564. ISSN 1526-9906. Dostupné z:

<http://neoreviews.aappublications.org/lookup/doi/10.1542/neo.12-10-e564>

MESKERS, Carel et al., 2015. NeuroControl of movement: system identification approach for clinical benefit. *Frontiers in Integrative Neuroscience* [online]. **9**, - [cit. 2018-07-30]. DOI:

10.3389/fnint.2015.00048. ISSN 1662-5145. Dostupné z:

<http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fnint.2015.00048/abstract>

MITCHELL, L., J. ZIVIANI a R. BOYD, 2015. Habitual Physical Activity of Independently Ambulant Children and Adolescents With Cerebral Palsy: Are They Doing Enough?. *Physical Therapy* [online]. **95**(2), 202-211 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.2522/ptj.20140031. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20140031>

MOMBARG, Remo, Dorothee JELSMA a Esther HARTMAN, 2013. Effect of Wii-intervention on balance of children with poor motor performance. *Research in Developmental Disabilities* [online]. **34**(9), 2996-3003 [cit. 2018-08-10]. DOI: 10.1016/j.ridd.2013.06.008. ISSN 08914222. Dostupné z:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422213002576>

MONGE PEREIRA, E. et al., 2014. Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: guía de práctica clínica. *Neurología* [online]. **29**(9), 550-559

[cit. 2018-07-24]. DOI: 10.1016/j.nrl.2011.12.004. ISSN 02134853. Dostupné z:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213485312000047>

MORGAN, P. a J. MCGINLEY, 2013. Performance of adults with cerebral palsy related to falls, balance and function: a preliminary report. *Developmental Neurorehabilitation* [online]. **16**(2), 113-120 [cit. 2018-08-03]. DOI: 10.3109/17518423.2012.725107. ISSN 1751-8423. Dostupné z:

<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/17518423.2012.725107>

NOBRE, A. et al., 2010. Analysis of postural oscillation in children with cerebral palsy. *Electromyography and clinical neurophysiology*. **50**(5), 239-44. ISSN 0301-150X.

Objective quantification of balance & mobility [online], 2007. In: . 9570 S.E. Lawnfield Rd. • Clackamas, OR 97015-9611: NeuroCom® International, Inc., s. 56 [cit. 2018-08-09].

OEFFINGER, Donna et al., 2007. Outcome assessments in children with cerebral palsy, Part I: descriptive characteristics of GMFCS Levels I to III. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. **49**(3), 172-180 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2007.00172.x. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8749.2007.00172.x>

PALISANO, R. et al., 1997. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Development Medicine & Child Neurology*. **39**(1), 214-223. ISSN 1469-8749.

PALISANO, Robert et al., 2008. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine* [online]. **50**(10), 744-745 [cit. 2018-08-12]. ISSN 00121622.

PAOLI, Antonio et al., 2011. Improved postural control after dynamic balance training in older overweight women. *AGING CLINICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCH* [online]. **23**(5-6), 378-385 [cit. 2018-08-10]. ISSN 15940667.

PAVÃO, Sílvia et al., 2013. Assessment of postural control in children with cerebral palsy: a review. *Research in Developmental Disabilities* [online]. **34**(5), 1367-1375 [cit. 2018-07-29]. DOI:

10.1016/j.ridd.2013.01.034. ISSN 08914222. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422213000474>

PEPLOW, Una a Christine CARPENTER, 2013. Perceptions of Parents of Children with Cerebral Palsy About the Relevance of, and Adherence to, Exercise Programs: a Qualitative Study. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. **33**(3), 285-299 [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.3109/01942638.2013.773954. ISSN 0194-2638. Dostupné z:
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/01942638.2013.773954>

PERALES LÓPEZ, L. et al., 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]. **31**(4), 151-162 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/j.ft.2008.07.013. ISSN 02115638. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211563809000820>

PÍŠŤKOVÁ, Marie. Změny jemné a hrubé motoriky u pacientů s dětskou mozkovou obrnou po terapii pomocí aktivní videohry Nintendo Wii a pomocí Vojtovy reflexní lokomoce. Praha, 2017. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Kateřina Medunová.

RADTKA, Sandra et al., 2013. Feasibility of Computer-Based Videogame Therapy for Children with Cerebral Palsy. *Games for Health Journal* [online]. **2**(4), 222-228 [cit. 2018-07-24]. DOI: 10.1089/g4h.2012.0071. ISSN 2161-783X. Dostupné z:
<http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/g4h.2012.0071>

QUITTKOVÁ, Adéla. Hodnocení posturografických parametrů po terapii Vojtovou reflexní lokomocí a systémem aktivních videoher u pacientů s dětskou mozkovou obrnou. Praha, 2016. Diplomová práce. Univerzita Karlova [a-z] Praze, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Kateřina Medunová.

RAMSTAD, Kjersti et al., 2011. Characteristics of recurrent musculoskeletal pain in children with cerebral palsy aged 8 to 18 years. *Developmental Medicine and Child Neurology*. **53**(11), 1013-18. ISSN 1469-8749.

RAMSTRAND, N. a F. LYGNEGARD, 2012. Can balance in children with cerebral palsy improve through use of an activity promoting computer game. *Technology and health care*. **20**(6), 501-510. ISSN 0928-7329.

REICHERTOVÁ, Simona. Praha, 2015. Aktivní videohry wii systému jako forma balančního tréninku - pilotní studie. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Kateřina Medunová.

REID, Lee, Stephen ROSE a Roslyn BOYD, 2015. Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Nature Reviews Neurology* [online]. **11**(7), 390-400 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1038/nrneurol.2015.97. ISSN 1759-4758. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/nrneurol.2015.97>

REILLY, Dinah et al., 2008. The Interaction Between Executive Attention and Postural Control in Dual-Task Conditions: Children With Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. **89**(5), 834-842 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.10.023. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999308000853>

RIENER, Robert. a Matthias. HARDERS, 2012. *Virtual reality in medicine*. London: Springer. ISBN 1447140117.

RICHARDS, Carol a Francine MALOUIN, 2013. Cerebral palsy. *Pediatric Neurology Part I* [online]. Elsevier, s. 183-195 [cit. 2018-07-23]. Handbook of Clinical Neurology. DOI: 10.1016/B978-0-444-52891-9.00018-X. ISBN 9780444528919. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978044452891900018X>

RIQUELME, Inmaculada a Pedro MONTROYA, 2010. Developmental changes in somatosensory processing in cerebral palsy and healthy individuals. *Clinical Neurophysiology* [online]. **121**(8), 1314-1320 [cit. 2018-07-27]. DOI: 10.1016/j.clinph.2010.03.010. ISSN 13882457. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245710002804>

ROGERS, Michael, Jeffrey FERNANDEZ a Ruth BOHLKEN, 2001. Training to Reduce Postural Sway and Increase Functional Reach in the Elderly. *Journal of Occupational Rehabilitation* [online]. **11**(4), 291-298 [cit. 2018-08-10]. ISSN 10530487.

RUSSO, Remo et al., 2008. Self-Esteem, Self-Concept, and Quality of Life in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *The Journal of Pediatrics* [online]. **153**(4), 473-4772 [cit. 2018-07-27]. DOI: 10.1016/j.jpeds.2008.05.040. ISSN 00223476. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022347608004216>

SAJAN, Jane et al., 2017. Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: a pilot, randomized controlled trial. *Developmental Neurorehabilitation* [online]. **20**(6), 361-367 [cit. 2018-07-23]. DOI: 10.1080/17518423.2016.1252970. ISSN 1751-8423. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2016.1252970>

SAXENA, Shikha, Bhamini RAO a Senthil KUMARAN, 2014. Analysis of Postural Stability in Children With Cerebral Palsy and Children With Typical Development. *Pediatric Physical Therapy* [online]. **26**(3), 325-330 [cit. 2018-07-30]. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000060. ISSN 0898-5669. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00001577-201426030-00011>

SHARAN, D et al., 2012. Virtual reality based therapy for post operative rehabilitation of children with cerebral palsy: F3.H2. *Developmental Medicine* [online]. **545**, 49-50 [cit. 2018-07-25]. ISSN 00121622.

SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie WOOLLACOTT, 2012a. *Motor control: translating research into clinical practice*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-1-60831-018-0.

SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie WOOLLACOTT, 2012b. *Motor control: translating research into clinical practice*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. ISBN isbn978-1-60831-018-0.

SKALIČKOVÁ-KOVÁČIKOVÁ, Věra, 2017. *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty*. První vydání. Olomouc: RL-CORPUS, s.r.o. ISBN 978-80-270-2292-2.

STERGIOU, Nicholas, Yawen YU a Anastasia KYVELIDOU, 2013. a Perspective on Human Movement Variability with Applications in Infancy Motor Development. *Kinesiology Review* [online].

2(1), 93-102 [cit. 2018-08-09]. DOI: 10.1123/kryj.2.1.93. ISSN 2163-0453. Dostupné z:
<http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/kryj.2.1.93>

SUMMA, Aurora et al., 2016. Multilevel Upper Body Movement Control during Gait in Children with Cerebral Palsy. *PLOS ONE* [online]. **11**(3), 0151792- [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1371/journal.pone.0151792. ISSN 1932-6203. Dostupné z:
<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0151792>

SÜSSOVÁ, Jana a Irena ŠÁCHOVÁ, 2011. Péče o pacienty s dětskou mozkovou obrnou v dospělosti: Medical care problems in adults with cerebral palsy. *Neurologia pre prax*. Bratislava: SOLEN, **12**(4), 251-252. ISSN 1335-9592.

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]. **39**, 67-75 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1016/j.ridd.2015.01.001. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422215000025>

TARAKCI, Devrim et al., 2016. Effects of Nintendo Wii-Fit ® video games on balance in children with mild cerebral palsy. *Pediatrics International* [online]. **58**(10), 1042-1050 [cit. 2018-07-28]. DOI: 10.1111/ped.12942. ISSN 13288067. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/ped.12942>

TARAKCI, Devrim et al., 2013. Wii-based Balance Therapy to Improve Balance Function of Children with Cerebral Palsy: a Pilot Study. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **25**(9), 1123-1127 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1589/jpts.25.1123. ISSN 0915-5287. Dostupné z: <http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/jpts/25.1123?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>

TORD, Naessen, Lindmark BIRGITTA a Larsen HANS-CHRISTIAN, 1997. Better postural balance in elderly women receiving estrogens. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* [online]. **177**(2), 412-413 [cit. 2018-08-10]. ISSN 00029378. Dostupné z: x

TRAJKOV, Marija, Stevan JOVANOVIĆ a Dragana KLJAJIĆ, 2015. Examination postural stability with neurocom balance master platform. *Zdravstvena zaštita*. **5**(1), 53-59.

TRIPETTE, Julien et al., 2017. The contribution of Nintendo Wii Fit series in the field of health: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ* [online]. **5**, 3600- [cit. 2018-07-27]. DOI: 10.7717/peerj.3600. ISSN 2167-8359. Dostupné z: <https://peerj.com/articles/3600>

URGEN, Mirac et al., 2016. Investigation of the effects of the NintendoWii-Fit training on balance and advanced motor performance in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: a Randomized Controlled Trial. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research* [online]. **5**(4), 146- [cit. 2018-07-26]. DOI: 10.5455/ijtrr.000000157. ISSN 2278-0343. Dostupné z: <http://www.scopemed.org/fulltextpdf.php?mno=217169>

VÉLE, František, 2012. *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci*. Vyd. 1. Praha: Triton. ISBN isbn978-80-7387-608-1.

VOGTLE, Laura, Laurie MALONE a Andres AZUERO, 2013. Outcomes of an exercise program for pain and fatigue management in adults with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* [online]. **36**(10), 818-825 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.3109/09638288.2013.821181. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638288.2013.821181>

WALLARD, L. et al., 2014. Balance control in gait children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [online]. **40**(1), 43-47 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2014.02.009. ISSN 09666362. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636214000733>

WILEY, ME a DL DAMIANO, 1998. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. **40**(1), 100-107.

WIMALASUNDERA, Neil a Valerie STEVENSON, 2016. Cerebral Palsy. *Practical Neurology*. **16**(3), 184-94.

WINGERT, Jason et al., 2009. Joint-Position Sense and Kinesthesia in Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. **90**(3), 447-453 [cit. 2018-07-27]. DOI: 10.1016/j.apmr.2008.08.217. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399930801647X>

WOOLLACOTT, Marjorie et al., 2005. Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in children with cerebral palsy: a pilot study. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. **47**(7), 455-461 [cit. 2018-08-03]. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2005.tb01171.x. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8749.2005.tb01171.x>

ZANG, Y. et al., 2002. Objective Measurement of the Balance Dysfunction in Attention Deficit Hyperactivity Disorder Children. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*. **6**(9), 1372-74. ISSN ISSN 1671-5926.

9 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1** Informovaný souhlas
- Příloha 2** GMFCS evaluační dotazníky
- Příloha 3** Anamnestický dotazník
- Příloha 4** Dotazník hodnocení bolesti
- Příloha 5** Dotazník PACES
- Příloha 6** Použité pozice VRL
- Příloha 7** Popis použitých her Nintedo Wii