

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

MOŽNOSTI VYUŽITÍ BALANČNÍ PLOŠINY WII BALANCE BOARD SYSTÉMU
NINTENDO WII FIT PLUS V REHABILITACI

Bakalářská práce

Autor: Petr Barnet, fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.D.

Olomouc 2015

Jméno a příjmení autora: Petr Barnet

Název bakalářské práce: Možnosti využití balanční plošiny Wii Balance Board systému Nintendo Wii Fit Plus v rehabilitaci

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2015

Abstrakt: Bakalářská práce se zaměřuje na problematiku využití balanční plošiny Wii Balance Board (WBB) systému aktivních videoher Nintendo Wii Fit Plus v rámci rehabilitace. Ve speciální části je nejprve popsán systém Nintendo Wii a balanční plošina WBB. Sada aktivních videoher Wii Fit Plus s plošinou WBB umožňují nejen terapeutické využití zejména u osob s poruchou rovnováhy, ale i základní hodnocení rovnováhy. Teoretická část se dále zabývá posturální stabilitou. Součástí práce je kazuistika pacienta s poruchou balance pro axonální demyelinizační distální polyneuropatii na dolních končetinách. Kazuistika obsahuje kineziologický rozbor včetně vyšetření balance s využitím plošiny WBB systému Nintendo Wii.

Klíčová slova: Wii Balance Board, systém Nintendo Wii, Wii Fit Plus, Centre of Pressure (COP), posturální stabilita, porucha rovnováhy

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Name and surname of the author: Peter Barnet

The name of the Bachelor's thesis: The possibility of using a balance platform Wii Balance Board Nintendo system Wii Fit Plus in rehabilitation

Department: Department of physiotherapy

Head of the Bachelor thesis: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.d.

Year of the Bachelor thesis defence: 2015

Abstract: the thesis focuses on the issue of the use of a balance platform the Wii Balance Board (WBB) of active video games Nintendo Wii Fit Plus in the framework of the rehabilitation. In a special section is at first described system of the Nintendo Wii system and balance platform WBB. A set of active video games Wii Fit Plus with a platform not only to allow the therapeutic use of WBB especially for persons with impaired balance, but also the basic evaluation of the balance. The theoretical part also deals with postural stability. Part of the work is a case report of the patient with impaired balance for demyelinating disease of the distal causes Leonberger polyneuropathy on the lower limbs. Case report contains the analysis, including the examination of kinesiological balance using the Nintendo Wii system platforms WBB.

Keywords: Wii Balance Board, Nintendo Wii system, Wii Fit Plus, Centre of Pressure (COP), postural stability, balance disorder

I agree with the loaning of Bachelor's thesis in the framework of library services.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod odborným vedením Mgr. Dagmar Dupalové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 29. června 2015

.....

Děkuji Mgr. Dagmar Dupalové, Ph.D. za pomoc, ochotu a cenné rady, které mi poskytla při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji své rodině, která mi byla po celou dobu studia velkou oporou.

OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 CÍL PRÁCE.....	11
3 VYUŽITÍ VIDEOHER	12
3.1 Využití videoher v rámci rehabilitace.....	12
3.2 Využití videoher při pohybové léčbě.....	12
3.3 Využití aktivních videoher v neurorehabilitaci	13
3.4 Negativa aktivních videoher	13
4 CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU NINTENDO WII.....	14
5 CHARAKTERISTIKA A POPIS PLOŠINY WII BALANCE BOARD.....	16
6 ZÁKLADNÍ MOŽNOSTI VYUŽITÍ PLOŠINY WBB V SADĚ HER WII FIT PLUS .	18
6.1 Nastavení profilu.....	18
6.2 Wii Fit Plus – „Body Test“	18
6.2.1 Snímání COG.....	18
6.2.2 Výpočet Body Mass Indexu (BMI).....	19
6.2.3 Balanční aktivity	20
6.2.3.1 Basic Balance Test	20
6.2.3.2 Walking Test	21
6.2.3.3 Agility Test.....	21
6.2.3.4 Dual Balance Test	22
6.2.3.5 Stillness Test.....	22
6.2.4 Balanční aktivity spojené s kognitivním úkolem	23
6.2.4.1 Memory Test	23
6.2.4.2 Judgement Test.....	23
6.2.4.3 Peripheral Vision test	24
6.3 Wii Fit Plus – „Body Training“	24
6.3.1 Balanční hry	25

6.3.2 Aerobik.....	25
6.3.3 Silový trénink.....	26
6.3.4 Jóga	26
7 POSTURÁLNÍ STABILITA.....	30
7.1 Posturální funkce	30
7.1.1 Posturální funkce nohy.....	31
7.2 Druhy stability	31
7.2.1 Statická stabilita	31
7.2.2 Dynamická stabilita.....	32
7.3 Stabilita a její udržování	32
7.4 Faktory ovlivňující stabilitu.....	34
7.4.1 Faktory fyzikální	34
7.4.1.1 Oporná plocha	34
7.4.1.2 Hmotnost a poloha těžiště	34
7.4.1.3 Charakter kontaktu těla s opornou plochou.....	34
7.4.1.4 Postavení a vlastnosti hybných segmentů	34
7.4.2 Faktory neurofyziologické	35
7.4.2.1 Psychické a vlivy vnitřního prostředí	35
7.4.2.2 Nastavující excitabilitu.....	35
7.4.2.3 Spouštějící pohybové programy	35
7.4.2.4 Zpětnovazebné.....	35
7.5 Význam propiocepce a exterocepce při stabilitě	35
7.6 Klinické projevy nestability.....	36
7.6.1 Nejistota	36
7.6.2 Závrať.....	36
7.7 Posturální stabilizace	36
7.8 Posturální reaktibilita.....	36

7.9 Poruchy postury	37
7.9.1 Anatomické poruchy	37
7.9.2 Neurologické poruchy	37
7.9.3 Funkční poruchy	37
8 STOJ	38
8.1 Vyšetření stoje	38
8.1.1 Vyšetření stoje při neurologických poruchách.....	39
9 ZÁKLADNÍ BIOMECHANICKÉ POJMY	40
9.1 Oporná plocha.....	40
9.2 Těžiště.....	40
9.3 Centre of Gravity	40
9.4 Centre of Pressure (COP).....	40
10 TĚŽIŠTĚ TĚLA	41
11 ROZDÍL MEZI LABORATORNÍM A KLINICKÝM VYŠETŘENÍM.....	42
12 KAZUISTIKA	43
12.1 Anamnéza	43
12.2 Nynější onemocnění	44
12.3 Kineziologický rozbor	44
12.4 Klinické vyšetření	45
12.5 Goniometrické vyšetření.....	46
12.6 Vyšetření svalové síly dle Jandova svalového testu	47
12.7 Neurologické vyšetření	49
12.8 Vyšetření pohybových stereotypů	52
12.9 Funkční postižení	52
12.10 Vyšetření stoje	53
12.11 Vyšetření chůze.....	53
12.12 Vyšetření na plošině WBB – Body Test.....	54

12.13 Krátkodobý rehabilitační plán	55
12.14 Dlouhodobý rehabilitační plán.....	55
13 DISKUZE.....	56
14 ZÁVĚR.....	62
15 SOUHRN.....	63
16 SUMMARY	64
17 REFERENČNÍ SEZNAM	65

1 ÚVOD

V současné době se stále častěji stávají moderní technologie součástí běžného života většiny z nás. Jednou takovou technologií je i videoherní systém Nintendo Wii s plošinou Wii Balance Board. Tento systém není pouze zdrojem zábavy, ale je také využíván jako součást specifické pohybové léčby v rámci rehabilitačního programu. Spojení zábavy a léčby je motivující pro všechny věkové kategorie, včetně seniorů. Není proto divu, že se těší oblibě u stále většího počtu uživatelů. Nemalá výhoda tohoto systému spočívá ve snadné ovladatelnosti, cenové přijatelnosti a lehké přenosnosti.

Studie z posledních let poukazují na možnost hodnocení posturální stability stoje pomocí plošiny Wii Balance Board a porovnávají dosažené výsledky se standardními způsoby měření na silových plošinách.

Tato bakalářská práce předkládá základní možnosti využití balanční plošiny Wii Balance Board systému Nintendo Wii Fit Plus v hodnocení a terapii převážně balančních poruch.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vytvoření souhrnu informací na základě literární rešerše o charakteristice a popisu plošiny Wii Balance Board systému Nintendo Wii. Dalším cílem je ozřejmit možnosti hodnocení stability stoje pomocí systému Nintendo Wii Fit Plus s využitím plošiny WBB. Součástí práce je podat základní informace o posturální stabilitě. Dílčím cílem je vytvoření kazuistiky pacienta s poruchou stability včetně základního hodnocení stability stoje s využitím plošiny WBB systému Nintendo Wii Fit Plus.

3 VYUŽITÍ VIDEOHER

3.1 Využití videoher v rámci rehabilitace

Během posledních let se značně zvyšuje popularita videoher díky systémům Nintendo Wii, Kinect Xbox 360, Dance Dance Revolution a Sony Eye Toy, které se na rozdíl od jiných videoher ovládají pomocí pohybu vlastního těla uživatele. Princip těchto systémů je založen na snímání těla pomocí senzorů, mezi které se řadí kamery, akcelerometry a tlaková čidla. Signál je přenesen do herních konzolí a následně je uživatel zapojen do hry, kterou si sám vybere. Někteří autoři přímo spojují název videoherního systému s pojmem rehabilitace: při využití systému Nintendo Wii se jedná o Wiihabilitation nebo Wii in rehabilitation, při využití systému Kinect jde o Kinerehab (Dupalová, Šlachtová, & Doležalová, 2013).

3.2 Využití videoher při pohybové léčbě

Cílem her je dosažení některého z následujících efektů: celkové zvýšení pohybové aktivity, zlepšení koordinace, rovnováhy, zvýšení energetického výdeje, zvýšení svalové síly, zlepšení cílených pohybů převážně na horní končetině. Nelze opomenout podporu kognitivních funkcí, psychologický a ergoterapeutický efekt. Jsou zaváděny u širokého spektra onemocnění napříč věkovými kategoriemi. Jedna z výhod aktivních videoher spočívá také v tom, že se mohou použít v domácím prostředí.

V dnešní době mnoho lidí trpí nedostatkem pohybu, obzvláště ve vyspělých zemích a nedodržují tak doporučenou denní dobu fyzické aktivity. Z hlediska energetického výdeje je použití aktivních videoher dobrou volbou. Zjistilo se, že aktivní videohry odpovídají úrovni mírné a středně intenzivní pohybové aktivity.

Je zřejmé, že energetický výdej při simulaci neodpovídá výdeji při reálné hře či sportu, přesto však dosažení střední intenzity zátěže může mít pozitivní efekt v redukování tělesné hmotnosti a zvyšování aktivního životního stylu.

Úroveň pohybové aktivity je variabilní v závislosti na typu hry, kterou si dotyčný zvolí. Energetický výdej závisí na tom, jaký typ hry je zvolen. Jsou hry, při kterých se zapojuje jak horní tak dolní polovina těla nebo hry se zapojením pouze horní poloviny těla. Rovněž se výdej liší v závislosti na herní úrovni hráče.

Mezi kladné stránky při hraní her patří zábavnost, radost a soutěživost, které přidávají na celkové atraktivnosti a vedou k větší motivaci k pokračování ve cvičení i vyšší intenzitě cvičení (Dupalová, Šlachtová, & Doležalová, 2013).

3.3 Využití aktivních videoher v neurorehabilitaci

Aktivní videohry mohou být využívány i u pacientů, kteří mají neurologické obtíže. Jedná se o pacienty po cévní mozkové příhodě (CMP), traumatickém poranění mozku, s Parkinsonovou nemocí apod., jak můžeme vidět v odborné literatuře Bowera et al., (2014), Gil-Gómeze et al., (2011), Mhatreho et al., (2013), Esculiera et al., (2012), Gobleho et al., (2014). Cílem neurorehabilitace je aktivovat „spící“ neurony, které mohou částečně nahrazovat poškozené spoje. Při aktivaci určitých synaptických spojů a funkčních neuronálních okruhů, může část mozkové kůry převzít funkci poškozených částí, dochází k vyvolání kortikální reorganizace. Důležitým faktorem je opakovaný intenzivní trénink na úkol zaměřených pohybů. U pacientů po CMP by se v rámci aktivních videoher mělo zaměřit hlavně na rehabilitaci horní končetiny, ovlivnění rozsahu pohybu a rovnováhy.

Při využití aktivních videoher je podstatný princip zpětné vazby. Pohyb těla uživatele se promítá na monitoru nebo televizní obrazovce, ovládá tak průběh hry a neustále dostává vizuální zpětnou vazbu o pohybu a poloze svého těla.

Aktivní videohry nejsou omezeny pouze na nižší a střední věkové kategorie, dokonce i senioři kladně hodnotí prožitky z těchto her (Dupalová, Šlachtová, & Doležalová, 2013).

3.4 Negativa aktivních videoher

Nevýhodou technologie je, že neposkytuje normální senzorickou a taktilní zpětnou vazbu, která je zásadní z hlediska senzomotorických principů učení. Při simulaci pohybu dochází pouze k napodobování reálného pohybu a vznikají určité nepřesnosti. U některých jedinců hrozí vytvoření závislosti na hraní.

Před pohybovou aktivitou je důležité poučení o bezpečnosti a správném provádění pohybů. Po několika opakováních je důležitá opětovná kontrola. Mezi velká rizika patří nebezpečí pádu s následkem úrazu. Interakce s virtuálním prostředím může vyvolat pohybovou nevolnost. Mezi příznaky patří posturální nejistota, pocení, dezorientace, nevolnost atd. (Dupalová, Šlachtová, & Doležalová, 2013).

4 CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU NINTENDO WII

Herní systém Nintendo Wii patří k oblíbeným aktivním videohram. Jedná se o relativně nový videoherní systém, který se začal prodávat v roce 2006. Slovo Wii je odvozeno ze zvukové podoby anglického slova we (my). Pro ovládání hry vyžaduje aktivní pohyb hráče.

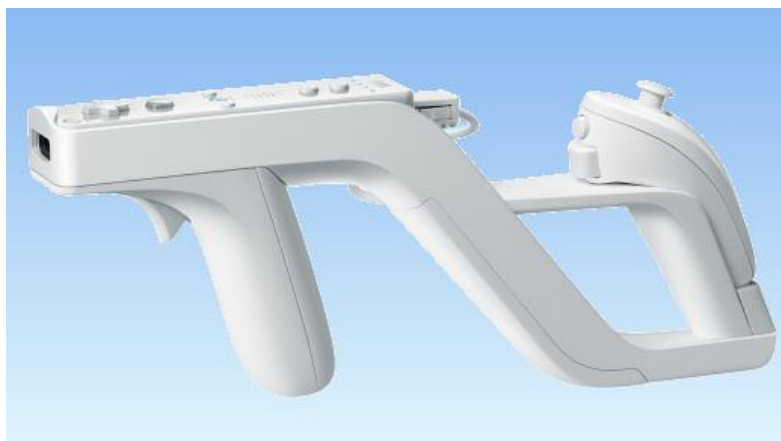
Mezi základní prvky potřebné k hraní her patří Wii Remote - základní ovladač, pro některé hry pak WBB. Wii Remote je bezdrátový ovladač, který je svým tvarem a velikostí podobný televiznímu ovladači a s herní konzolí komunikuje bezdrátově pomocí Bluetooth. Wii Remote obsahuje pohybový snímač, který snímá tři osy a minikameru. Minikamera se nachází v přední části ovladače a společně s přijímací lištou (Sensor Bar) zaměřují a určují polohu hráče. Přijímací lišta, která se nachází nad nebo pod obrazovkou, obsahuje dvě skupiny infračervených diod, jejichž světlo je snímáno minikamerou. Tímto se detekuje vzdálenost Wii Remote od obrazovky a natočení k přijímací liště. Wii Remote přesně reaguje na pohyb ruky. Používá se při simulaci sportů, např. z kolekce her Wii Sports (tenis, golf, bowling, baseball, box) jako golfové hole, tenisové rakety, baseballové pálky a jiné (Dupalová, Šlachtová, & Doležalová, 2013).



Obrázek 1. Videoherní konzole Nintendo Wii s bezdrátovým ovladačem Wii Remote

Plošina WBB, jako ovládací prvek, je používána např. v sadě her Wii Fit Plus, kde jsou aktivity rozděleny do čtyř kategorií: balanční hry, aerobik, silový trénink a jóga. Ovládání her je založeno na základě přenášení těžiště těla hráče. Pohybové aktivity z kategorie rovnováhy jsou vhodným doplňkem balanční terapie, jak dokládají mnohé studie: Esposito et al., (2013), Bieryla & Dold, (2013), Padala et al., (2012). Prostřednictvím speciálních nástavců na Wii Remote, mezi které patří např.: Nunchuk, Wii Zapper a Wii Wheel, je možno rozšířit ovládací prvky pro jednotlivé hry (Dupalová, Šlachtová, & Doležalová, 2013).

Nintendo Wii je také použito pro zábavu a motivování uživatele a to může být velmi důležité pro vývoj rehabilitačního zařízení pro pacienty.



Obrázek 2. Wii Zapper, do kterého je shora zapojen Wii Remote a zezadu Nunchuk

5 CHARAKTERISTIKA A POPIS PLOŠINY WII BALANCE BOARD

Jedná se o plošinu vybavenou čtyřmi senzory tlaku, které jsou umístěny v rozích. Pevnost plošiny je zajištěna pomocí kovového vnitřního rámu konstrukce. Je kryta bílým, snadno omyvatelným a odolným plastem, kde jsou zobrazena místa pro umístění pravé a levé dolní končetiny. Plošina je rozdělena na laterolaterální (pravolevou) a anteroposteriorní (předozadní) část. Je důležité, aby plošina při měření byla umístěna na pevné podložce, jinak by mohlo dojít ke zkreslení vlivem prohybu desky do podkladu (Obrázek 3 a 4).

WBB umožňuje, u pacienta stojícího na plošině, snímat celkovou hmotnost, „rozložení“ hmotnosti na pravé a levé dolní končetině a trajektorii průmětu těžiště COG (Funda, n. d.).



Obrázek 3. Plošina Wii Balance Board systému Nintendo Wii

Pro výpočet COG je důležité, jak jsou jednotlivé senzory od sebe vzdáleny. Vzdálenost tlakových senzorů od sebe je na delší straně 43 cm, na kratší straně 24 cm. Delší strana znázorňuje osu x, která měří pohyb v laterolaterálním směru, kratší strana osu y, která měří pohyb v anteroposteriorním směru. Z těchto hodnot a z hodnot zatížení jednotlivých senzorů lze přesně vypočítat vzdálenost těžiště od středu plošiny v mm. Tato hodnota bývá často zatížena chybou z důvodu nepřesného (asymetrického) umístění nohou měřené osoby na podložku. K co nejpřesnějšímu změření COG je třeba přesné umístění nohou na vyznačená místa (Funda, n. d.).

Toto zařízení je ovšem v určitém směru omezeno, pokud jde o nosnost (do 150 kg) a vzorkovací frekvenci 30-50 Hz. Může být využito jako nízkonákladové, efektivní a přepravitelné zařízení. Pohyby založené na snižování tlaků na senzory generují údaje v každém rohu WBB podle následující rovnice:

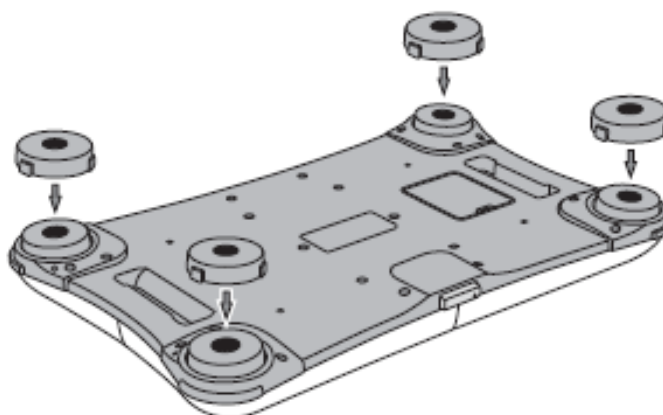
$$COP_x = 21 * ((TR + BR) - (TL + BL)) / (TL + TR + BL + BR)$$

$$COP_y = 12 * ((TL + TR) - (BL + BR)) / (TL + TR + BL + BR)$$

V těchto rovnicích TR, TL, BR a BL jsou hodnoty z jednotlivých senzorů síly WBB v pravém horním rohu, vlevo nahoře, vpravo dole a vlevo dole. Tyto informace, spolu s celkovou vertikální silou jsou přenášeny s minimálním časovým zpožděním do konzole prostřednictvím bezdrátové technologie Bluetooth.

Kromě komunikace s konzolí Wii, jsou bezdrátové signály WBB také snadno dostupné pro použití s dalšími zařízeními kompatibilních s Bluetooth, jako jsou osobní počítače a notebooky. V tomto rozsahu je možné vytvářet vlastní WBB softwarové aplikace v řadě počítačových programovacích prostředí (např. LabVIEW, Matlab) na základě COP dat nebo celkové přítláčné síly získaných přímo z WBB. Tento jednoduchý způsob odemknutí Wii otevřel dveře pro rozvoj mnoha uživatelských balančních aplikací (Goble et al., 2014).

Plošina je napájena pomocí čtyř AA baterií nebo akumulátorů. V provozu vydrží na běžné baterie zhruba 60 hodin. Pod bateriovým krytem se nachází synchronizační tlačítko k synchronizaci vysílacího zařízení s počítačem nebo televizí. Po přerušení spojení mezi plošinou a cílovým zařízením, je nutné synchronizaci opakovat (Funda, n. d.).



Obrázek 4. Pohled zespol plošiny na čtyři senzory umístěné v rozích a kryt baterie, pod nímž je synchronizační tlačítko

6 ZÁKLADNÍ MOŽNOSTI VYUŽITÍ PLOŠINY WBB V SADĚ HER WII FIT PLUS

Systém Nintendo Wii je videoherní systém, který slouží nejen k volnočasovým aktivitám, ale může se uplatnit i v rámci léčebné rehabilitace. Sada her Wii Fit Plus nabízí tzv. „Body Test“ – vybrané zkoušky rovnováhy (viz dále) a „Body Training“.

6.1 Nastavení profilu

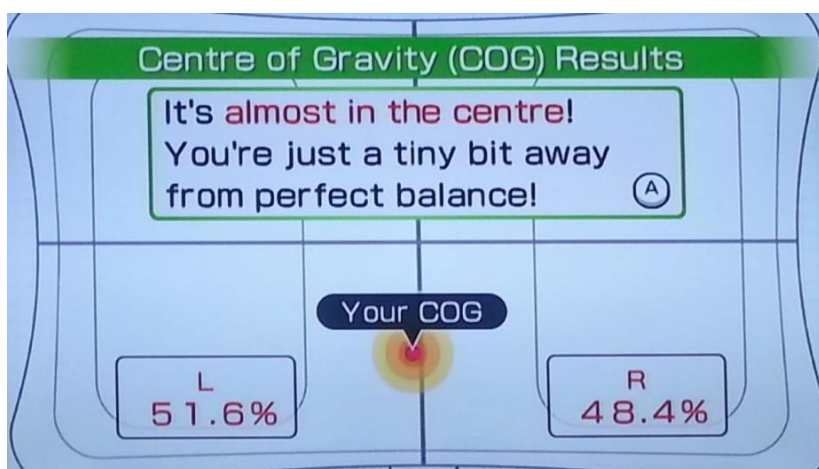
V prvé řadě si každý uživatel vytvoří svůj profil, kde si zvolí jméno (přezdívku) a podobu své virtuální postavy a zadá své pohlaví, tělesnou výšku a věk. Při opakovaném přihlášení ke svému profilu systém ukládá změny ve snímaných parametrech a dosažené nejlepší výsledky v jednotlivých hrách.

6.2 Wii Fit Plus – „Body Test“ (tělesný test)

6.2.1 Snímání COG

Diagnostické možnosti jsou zaměřeny převážně na měření COG. Jakmile se vyšetřovaný postaví na plošinu, spustí se měření, které trvá cca 7 sekund. Poté se na obrazovce či monitoru zobrazí COG, které nás informuje o poloze vzhledem ke středu plošiny. Současně je znázorněno procentuální rozložení zatížení mezi pravou a levou dolní končetinou.

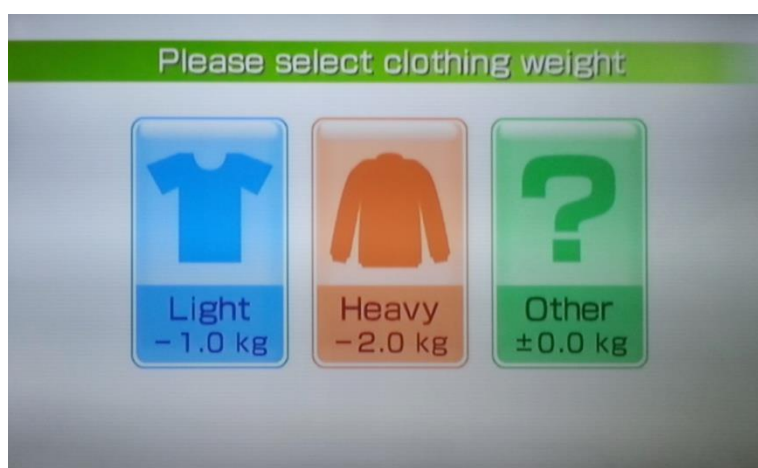
Základní vybavení však neumožňuje získání číselných hodnot pro přesné hodnocení COP.



Obrázek 5. Snímek s vyznačeným posunem COG a zatížením dolních končetin

6.2.2 Výpočet Body Mass Indexu (BMI)

Další údaj, který systém nabízí je Body Mass Index neboli index tělesné hmotnosti. Tento výpočet slouží k porovnání hmotnosti vzhledem k tělesné výšce. Index se spočítá vydělením hmotnosti druhou mocninou jeho výšky. Hmotnost se udává v kilogramech, výška v metrech. Hmotnost je změřena pomocí plošiny WBB. Údaj o výšce zadává uživatel. Pro upřesnění hmotnosti nabízí software korekci naměřené hmotnosti odpočtem hmotnosti oblečení, kde je výběr ze tří možností: 1 kg, 2 kg, jiná hmotnost.



Obrázek 6. Výběr hmotnosti oblečení

Na stupnici se automaticky zobrazí, do jaké hmotnostní kategorie vyšetřovaný spadá. Výsledná hodnota, pokud uživatel bude chtít, je uložena a při dalším měření bude porovnána. V případě, že výsledná hodnota BMI nebude v normě, Nintendo Wii navrhne uživateli jeho optimální hodnotu BMI, kterou by měl dosáhnout. Následně má vyšetřovaný možnost zadat cíl (kg) a dobu (den), za kterou by chtěl požadované hmotnosti dosáhnout. Jeho pohybová aktivita se ukládá, zakresluje do grafů a kalendáře, tudíž je možné vizuálně sledovat pokrok ke stanovenému cíli.

Tabulka 1. Kategorie BMI

BMI	Kategorie	Zdravotní rizika
méně než 18,5	podváha	vysoká
18,5 – 24,9	norma	minimální
25,0 – 29,9	nadváha	nízká až lehce vyšší
30,0 – 34,9	obezita I. stupně	zvýšená
35,0 – 39,9	obezita II. stupně (závažná)	vysoká
40,0 a více	obezita III. stupně (těžká)	velmi vysoká



Obrázek 7. Výpočet BMI

6.2.3 Balanční aktivity

6.2.3.1 Basic Balance Test (test základní rovnováhy)

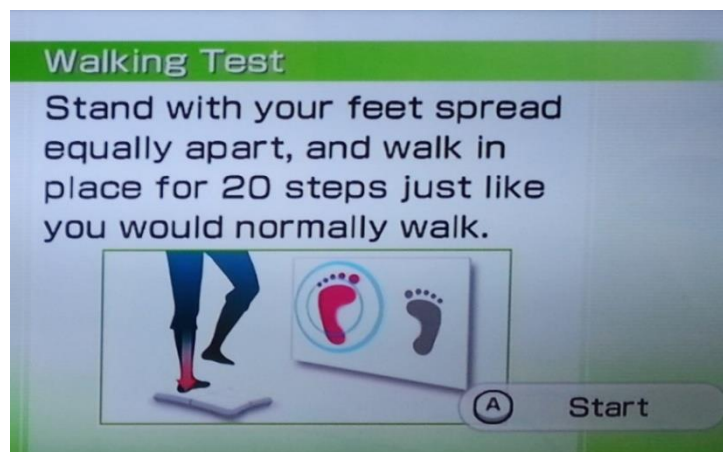
Pohybový úkol spočívá v dosažení a udržení konkrétního zatížení dolních končetin v zobrazených pásmech (modrých plochách) po dobu tří sekund. Pokud se podaří udržet požadované rozložení zatížení v daném pruhu, následuje další kolo testu s jiným (a vždy užším) požadovaným pásmem během nastaveného časového limitu.



Obrázek 8. Basic Balance Test

6.2.3.2 Walking Test (test chůze)

Jedná se o imitaci chůze. Pacient má na plošině provádět chůzi na místě, celkem 20 kroků. Výsledkem je porovnání celkové doby zatížení mezi pravou a levou dolní končetinou během chůze. Číselná hodnota je udaná v procentech.



Obrázek 9. Walking Test

6.2.3.3 Agility Test (test obratnosti)

V tomto testu je cílem posun COG, který je na obrazovce znázorněn v podobě červené tečky, do modrých dlaždic a během časového limitu jich co nejvíce zasáhnout.



Obrázek 10. Agility Test

6.2.3.4 Dual Balance Test (test dvojí rovnováhy)

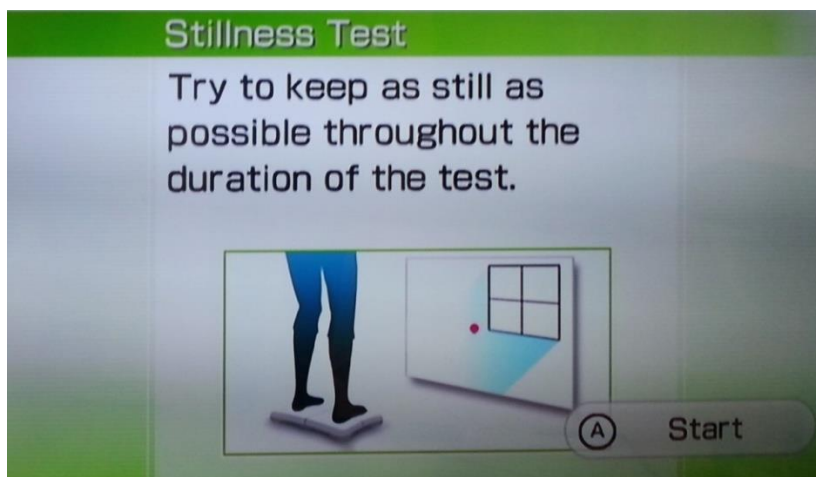
Jde o obdobný test jako Basic Balance Test, s tím rozdílem, že se navíc v obou rukou drží ovladač Wii Remote, který se musí pokaždé nastavit do polohy, která je zobrazena na obrazovce.



Obrázek 11. Dual Balance Test

6.2.3.5 Stillness Test (test stability)

Principem tohoto testu je udržet červenou tečku znázorňující COG po celou dobu časového limitu co nejbližší centru obrazovky.



Obrázek 12. Stillness Test

6.2.4 Balanční aktivity spojené s kognitivním úkolem

6.2.4.1 Memory Test (paměťový test)

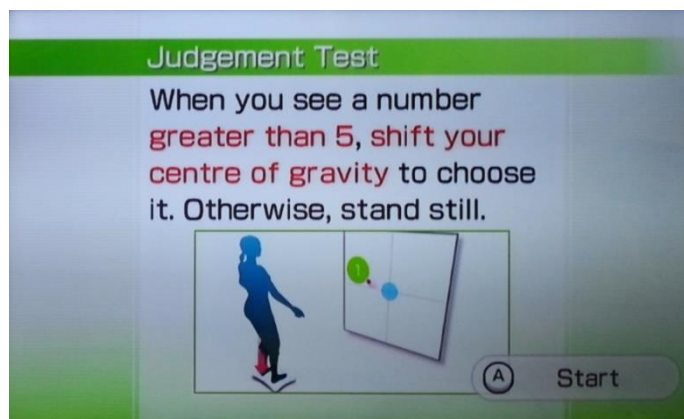
Při tomto úkolu jsou na obrazovce zobrazena vždy tři čísla v řadě, kdy musí pacient porovnat mezi sebou číslo uprostřed a vpravo. Jestliže číslo, které se nachází uprostřed, má větší číselnou hodnotu než číslo vpravo, musí pacient udělat dřep, pokud tomu tak není, pacient zůstává stát. Zleva neustále přichází nová čísla a je testováno zapamatování si čísla na pozici vpravo (které je postupně neprůhledně překryto). Úkolem je tedy zapamatovat si konkrétní čísla a jejich pořadí a správně provést porovnání jejich velikosti. Hodnotí se počet správně provedených porovnání.



Obrázek 13. Memory Test

6.2.4.2 Judgement Test (test úsudku)

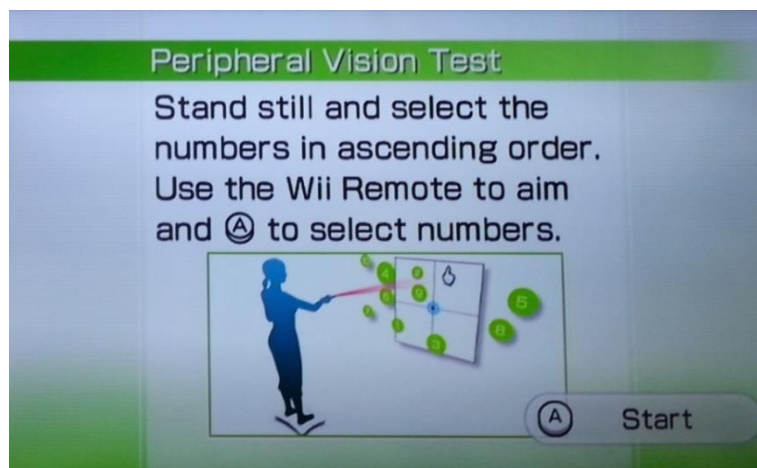
Jedná se o test, při kterém je snahou udržet COG uvnitř modrého kruhu, který se nachází v centru obrazovky. Pouze tehdy, když se na obrazovce objeví číslo větší než pět, posuneme COG do zázorněného čísla.



Obrázek 14. Judgement Test

6.2.4.3 Peripheral Vision test (periferní zrakový test)

V tomto testu je úkolem neustále udržovat COG uvnitř modrého kruhu v centru obrazovky a zároveň označit pomocí ovladače Wii Remote sadu čísel ve stoupajícím pořadí.



Obrázek 15. Peripheral Vision Test

6.3 Wii Fit Plus – „Body Training“ (tělesný trénink)

V nabídce her Wii Fit Plus je možno si vybrat z několika druhů aktivit, mezi které se řadí: balanční hry, aerobik, silový trénink a jóga. V jednotlivých cvičeních nás provází virtuální trenér(ka). Po skončení hry se zobrazí výsledky, jak byl daný jedinec úspěšný, včetně slovního ohodnocení, např.: amatér.



Obrázek 16. Výběr z jednotlivých druhů aktivit Wii Fit Plus

6.3.1 Balanční hry

Tato skupina her se zaměřuje na zlepšení rovnováhy. Z rehabilitačního hlediska je vhodná pro pacienty s poruchou rovnováhy, jedná se o pacienty s Parkinsonovou chorobou, cévní mozkovou příhodou, poruchou mozečku apod.



Obrázek 17. Snímek z balanční hry Table Tilt

6.3.2 Aerobik

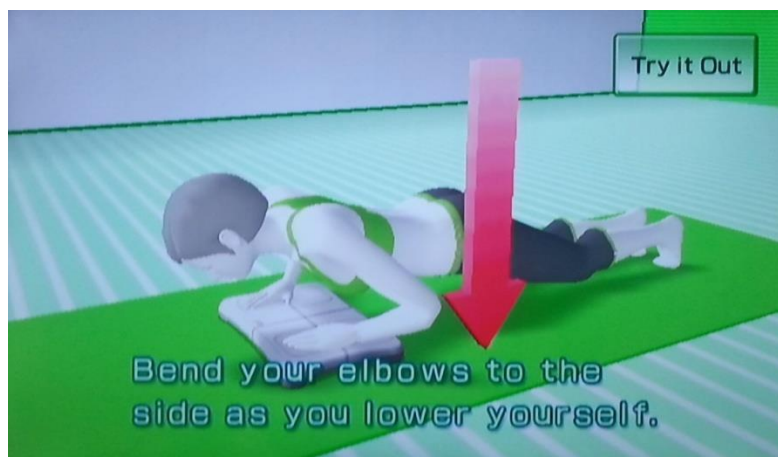
Tato pohybová skupina her se zaměřuje převážně na kondiční cvičení, při kterém dochází ke zvýšení krevního oběhu, což má pozitivní vliv na celý organismus.



Obrázek 18. Přehled her spadajících do aerobiku

6.3.3 Silový trénink

Cviky v této skupině se zaměřují na posílení a protažení svalů. Herní systém velmi dobře instruuje, jakým způsobem daný cvik provádět. Předchází se tím nesprávnému způsobu cvičení a zároveň dochází ke zvýšení efektivity tréninku.



Obrázek 19. Ukázka cviku se slovní instrukcí

6.3.4 Jóga

Skupina těchto cviků slouží k celkové tělesné relaxaci.



Obrázek 20. Jógová pozice se zobrazením těžiště těla

Dále nám systém nabízí možnost zobrazit, kolik kalorií dotyčný jedinec spálil během hry. K tomu nám poslouží MET = energetický výdej, který nám ukazuje, jak intenzivně se hráč pohyboval. Každá hra má předem určený počet MET, který byl stanoven podle energetické zátěže. 1 MET je množství kyslíku, které člověk spotřebuje v klidu za 1 min/1 kg hmotnosti a odpovídá 3,5 ml/kg/min. Tak například 1,5 METs = vynaloží řidič, 7,3 METs = běh rychlostí 8 km/hod po rovině, 15,5 METs = závodní plavání, 25,7 METs = lední hokej (Jakubec & Stejskal, n. d.). Množství spálených kalorií lze vypočítat podle jednoduchého vzorce: METs x hmotnost x čas (hod.) x 1,05, který systém Nintendo ukáže a automaticky vypočítá po ukončení aktivní videohry. Jsou to však jen hrubé odhady, skutečné výsledky se mohou lišit v závislosti na jednotlivci a efektivitě pohybu.

$$\text{METs} \times \text{Your weight} \times \text{Time (hours)} \times 1.05 = \text{Calories Burned}$$

So if you know the MET value of an activity...you can work out the calories burned. (A)

Obrázek 21. Vzorec pro výpočet spálených kalorií

Tabulka 2. Energetická hodnota podle pracovní obtížnosti (Jakubec & Stejskal, n. d.)

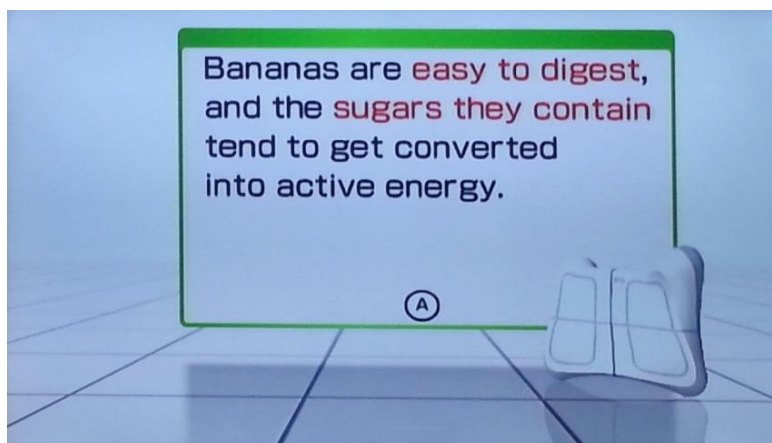
	MET	VO2 (l/min)	TF (/min)
lehká	< 3,0	< 0,5	< 90
střední	3,0 – 4,5	0,5 – 1,0	90 – 110
těžká	4,6 – 7,0	1,0 – 1,5	110 – 130
velmi těžká	7,1 – 10,0	1,5 – 2,0	130 – 150
vyčerpávající	> 10	>2,0	> 150

Jednou z dalších zajímavých možností je názorný přehled spálených kalorií, kterého je cvičením dosaženo. Ze zobrazené tabulky lze vyčíst množství a druh potravin s adekvátní energetickou hodnotou, které se podařilo cvičením spálit.



Obrázek 22. Přehled spálených kalorií

Nadstavbové možnosti systému jsou uživatelsky velmi atraktivní. Podávají instrukce, jak koordinovat příjem stravy před i po cvičení, včetně ukázky její energetické hodnoty a stravitelnosti s návazností na snadnější dosažení daného cíle. Dále navrhne např. vhodný odpočinek a relaxační koupel.



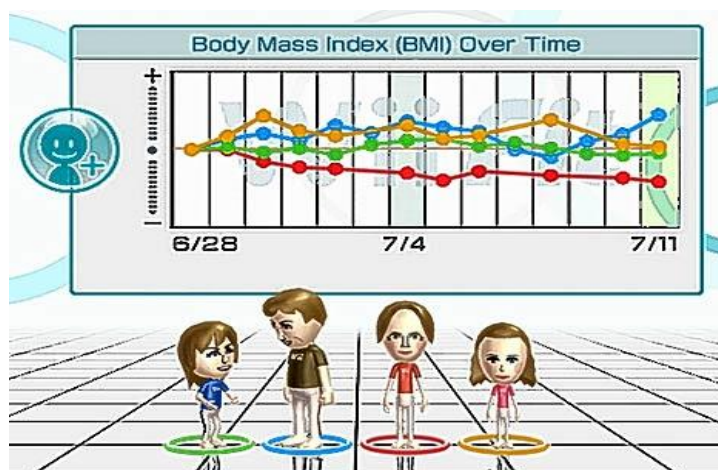
Obrázek 23. Doporučená strava před cvičením

Pro zvýšení motivace uživatele je na základě dosažených výsledků zobrazen „odpovídající“ věk, tzv. Wii Fit Age. Číselná hodnota věku je hodnota přiřazená celkovému bodovému zisku v testovací části s ohledem na skutečný věk (zadaný v profilu). Nelze tomu přikládat velký význam.



Obrázek 24. Wii Fit Age

Neméně zajímavý je přehled grafů, do kterých se podrobně zaznamenávají údaje o BMI, hmotnosti, Wii Fit Age a Fit Credits, což jsou kredity získané hraním Wii Fit Plus. Všechny tyto údaje jsou vloženy do kalendáře. Kalendář i grafy můžeme porovnávat až s osmi osobami ve stejné hře Wii Fit Plus.



Obrázek 25. Porovnání BMI s ostatními uživateli Wii Fit Plus

7 POSTURÁLNÍ STABILITA

Posturu označujeme jako zaujatou polohu těla i jeho částí v klidu. (Véle, 1995). Jedná se o schopnost zajistit takové držení těla, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu. Jinými slovy ji lze chápat jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil. Do držení těla se promítá svalové napětí, uplatňují se centrální řídicí mechanismy včetně stavu psychiky, vazivových struktur a anatomických poměrů. Postura je základní podmínkou pohybu, nikoliv naopak. Rovněž odráží reakce na patologické stavy uvnitř organismu.

Z fyziologického hlediska jsou jednotlivé pohybové segmenty vyváženy tak, že je posturální napětí ve svalech minimální. Napětí ve svalech během stoje vypovídá také o celkových relaxačních schopnostech pacienta. Při vyšetření postury se vychází ze srovnání s tzv. ideální posturou, která se odvozuje z centrálních programů posturální ontogeneze.

Základní podmínkou stability ve statické poloze je, že se těžiště v každém okamžiku musí promítat do opěrné báze, nemusí se ale promítat do opěrné plochy. Opěrná plocha je část podložky, která je přímo v kontaktu s tělem. Opěrná báze je celá plocha ohraničená nejvzdálenějšími hranicemi plochy nebo ploch opory, tudíž opěrná báze většinou bývá větší než opěrná plocha (Kolář, 2012).

7.1 Posturální funkce

Posturální systém se snaží posturu udržet, a proto brání její změně tím, že aktivuje tonické svaly. Při pohybu ale dochází k inhibici posturálního systému fázickým svalovým systémem, který provádí pohyb, tudíž se proti udržování polohy pohyb prosazuje. Po skončení pohybu znovu převažuje funkce posturální, udržující novou dosaženou polohu.

Posturální systém, i když inhibován, participuje i na řízení pohybu tím, že se snaží udržovat plynulý pohyb, to znamená, že brání velkým výchylkám a sakádám v jeho průběhu. Posturální systém se aktivuje jinak, když dojde k náhlé změně okolního prostředí, na kterou musíme reagovat bezprostředně a jinak při přípravě a anticipaci pohybu, na kterou reagujeme uváženě.

Celková úroveň posturální aktivity je závislá na stupni lability dané polohy. Nejvyšší aktivita je v labilní poloze vzpřímeného držení, kdy se těžiště těla nachází poměrně vysoko

nad opornou bází. Nižší aktivita spočívá v poloze vsedě, kde je těžiště blízko oporné báze a nejnižší aktivita je v poloze vleže.

Posturální funkce je ovlivněna i funkcí vnitřních orgánů a psychikou, proto lze z postury odečíst mnoho informací, které se netýkají pouze páteře, ale organismu jako celku. Posturální funkce probíhá subkortikálně v podvědomí, je vnímána pouze jako pocit posturální jistoty, a proto pouhé doporučení jak se máme držet, končí neúspěchem. Z tohoto důvodu je korekce vadného držení těla obtížný terapeutický problém, pokud se nepodaří změnit posturální režim a dostat ho jako program do podvědomí. Při špatné stabilizaci vnímáme pocit posturální nejistoty, který se může stupňovat až do závratě provázené vegetativní reakcí.

Při vzpřímeném držení těla vzniká převaha extenze nad flexí, to znamená zvýšený nárok na svaly extendující páteř, kyčelní a kolenní kloub pro udržení a stabilizaci vertikální polohy labilní pohybové soustavy (Véle, 1995).

7.1.1 Posturální funkce nohy

Noha je velmi významnou součástí systému posturální stability v bipedálním stoji. Jedná se o segment přímo kontaktující podložku, který přenáší tíhovou sílu těla i reakční sílu podložky. Sama se rovněž aktivně podílí na generaci sil aktivně korigujících oscilace kvazistatického stoje. V neposlední řadě je také zdrojem proprioceptivních a exteroceptivních informací pro řídicí systém (Vařeka & Vařeková, 2009).

7.2 Druhy stability

Rozeznáváme dva druhy stability, statickou a dynamickou. Při statické stabilitě jde o udržení stabilní konfigurace obratlů v zaujaté poloze. Dynamická stabilita znamená umožnění pohybu páteře jako celku, při zachování hrubé konfigurace obratlů při změně polohy páteře. Malé lokální změny ve vzájemné poloze obratlů umožňují větší změnu postavení páteře jako celku (Véle, 1995).

7.2.1 Statická stabilita

Na spojení segmentů se podílí tři stabilizační pilíře, které tvoří jeden pevný a ohebný sloup páteře. Přední pilíř tohoto sloupu tvoří těla obratlů, která jsou proložená meziobratlovými ploténkami a pevně svázána silnými longitudinálními ligamenty.

Postranní dva pilíře jsou tvořeny artikulacemi kloubních výběžků a oba jsou zpevňovány systémem krátkých ligament, kloubními pouzdry a jejich ligamenty, které je zpevňují.

Kraniální konec páteře je spojen poměrně silným ligamentózním aparátem s okcipitální kostí lebky a distálněji se spojuje s pletencem pažním, horními končetinami a hrudníkem. Hrudní část páteře se spojuje s hrudním košem. Kaudální konec páteře se spojuje s kostí křížovou a přes sakroiliakální kloub a příslušné vazy s kostrou pánve, pánevním pletencem a dolními končetinami.

Mechanické elastické spojení segmentů páteře, akcentované jejím esovitým tvarem, působí jako tlumič nárazů, které by se jinak mohly při různých činnostech jako je chůze, skok, vrh apod. přenášet z končetiny na citlivý mozek. Kromě tohoto odpružujícího účinku na celý axiální systém slouží páteř i jako pevná ochrana míchy.

Statická strukturální stabilita je označována za stabilitu vnitřní. Tato statická stabilita musí být doplněna ještě dynamickou funkční stabilitou, která je označována jako stabilita vnější (Véle, 1995).

7.2.2 Dynamická stabilita

Dynamická stabilita páteře je zajišťována prostřednictvím svalové síly a pružnosti vaziva. Vazivo určuje i rozsah svalové kontrakce a zpevňuje nejen kloubní pouzdra, ale současně obsahuje i důležité proprioceptivní receptory. Elasticita vaziva je nezbytná vlastnost pro funkci svalů, kterou je potřeba udržovat pravidelným rytmickým protahováním. Při dlouhodobém klidu se snižuje elasticita vaziva a dochází k vazivové retrakci. Tímto se omezuje jak rozsah pohybu, tak i schopnost plné funkce svalů (Véle, 1995).

7.3 Stabilita a její udržování

Stabilita je schopnost soustavy při působení podnětu se ustálit v rovnovážném stavu a po odeznění podnětu se opět vrátit do původního stavu (Otáhal, n. d.).

Ve stavu rovnováhy jsou všechny síly, které působí na těleso vyrovnány, v takovém případě je těleso v klidu. V poli zemské tíže působí na těleso vždy gravitace, která musí být vyrovnána reakcí odpovídající tlaku působícího na opornou bázi.

Těleso je ve stavu stabilním, když je zapotřebí vynaložit značné úsilí k porušení této rovnováhy. Poloha tělesa je stabilní tehdy, pokud je těžiště blízko oporné báze, jejíž plocha je velká a hmotnost tělesa je značná. Tento stav je typický pro člověka při poloze vleže (Véle, 1995).

Rovnováha může být dále definována jako schopnost udržovat stabilní postoj po maximální čas s minimálním kývání těla. Porucha rovnováhy, zejména ve stoji, může značně omezit činnost v každodenním životě. Existuje celá řada testů, které nám pomohou určit kvalitu rovnováhy. Mezi testy patří např. Timed Up and Go Test, Tinetti Balance Assessment Tool, Berg Balance Scale. Tyto testy jsou považovány za objektivní metody hodnocení pro získání spolehlivých údajů a to i bez použití jakéhokoli přístrojového zařízení. Rovnováha se obvykle zkouší kvantitativně při laboratorních pokusech (Park & Lee, 2014).

Vzpřímené držení těla nepřináší pouze výhody, mezi které patří lepší orientace, psychologická výhoda výšky, uvolnění horních končetin pro úchop, ale klade také větší nároky, např. obtížnější řízení polohy segmentů a celého těla, vyšší poloha těžiště a snížení stability (Vařeka & Dvořák, 1999).

Stav nestabilní je takový, při kterém stačí malé úsilí k tomu, aby byla rovnováha porušena. Těžiště se nachází vysoko nad opornou bází, jejíž plocha je malá. Tento stav je u člověka typický při poloze ve stoje.

Stav stabilně neutrální je takový, při kterém k přesunu objektu není potřeba zvednout těžiště. U člověka tento stav klasicky nepřichází v úvahu, ale v případě kutálení se mu značně přibližuje.

Závislost stability na výšce těžiště, hmotnosti tělesa a velikosti oporné báze má význam při hodnocení stability stoje a chůze, kde musíme přihlídnout jak k hmotnosti, tak k výšce těla, ale samozřejmě i k vlastnostem a sklonu styčné plochy mezi tělem a terénem. Určitou roli hraje také úhel, který svírají dolní končetiny s opornou plochou báze. Bezpečné přilnutí nohy k terénu zaručuje dobrou stabilitu a jistotu ve stoji a chůzi. Schopnost udržovat rovnováhu v podmínkách nestability patří mezi základní pohybové dovednosti (Véle, 1995).

7.4 Faktory ovlivňující stabilitu

7.4.1 Faktory fyzikální

7.4.1.1 Oporná plocha

Stabilita je přímo úměrná velikosti oporné plochy a také jejím vlastnostem jako je přilnavost. Stabilita se zvyšuje, když rozšiřujeme opornou plochu báze ve směru působení zevní síly. Při vážnější poruše posturálních nebo lokomočních funkcí se pro získání lepší stability používá přídatné opory jednou nebo dvěma holemi, které rozšiřují bázi a zlepšují stabilitu.

7.4.1.2 Hmotnost a poloha těžiště

Lidé s vyšší hmotností mají větší stabilitu na základě zákona o setrvačnosti. Osoby většího vzrůstu mají těžiště umístěno výše, a proto je jejich stabilita o trochu menší, než stabilita u osob nižšího vzrůstu. Stabilita je nepřímo úměrná výšce těžiště, které je u lidí normální konfigurace zhruba ve výši promontoria. Proto se stabilita zvýší při pokrčení dolních končetin, které je spojeno se snížením těžiště. Při stabilizaci hraje důležitou roli průmět těžiště, který má spadat do středu oporné plochy pro dosažení maximální stability stoje. Když se pohybuje průmět těžiště směrem k hranicím oporné plochy, stabilita klesá.

7.4.1.3 Charakter kontaktu těla s opornou plochou

Pro dobrou stabilitu musí mít noha schopnost přilnout k terénu tak, aby byl zajištěn přes nožní klouby převod zátěže na podložku. Velké nerovnosti terénu proto mohou vést k přetížení nohy a námaze jak jejích kloubních pouzder, tak i ligament. Nevhodná obuv sice může chránit plosku nohy před poraněním, ale zhoršuje adaptabilitu nohy ve styku s terénem, a proto může zhoršovat podmínky stability.

7.4.1.4 Postavení a vlastnosti hybných segmentů

Segmentované těleso je staticky stabilní tehdy, pokud těžnice prochází středy jednotlivých segmentů. Pokud jeden segment vybočuje jedním směrem, je nutno toto vybočení kompenzovat vybočením jiného segmentu na druhou stranu.

Poloha jednotlivých segmentů nám určuje tvar těla a ovlivňuje držení těla. Držení těla je kritériem posturálních funkcí. Jsou-li segmenty těla v harmonicky vyrovnané linii, dělá

postava nejen estetický dojem, ale je i rovnoměrněji rozložena zátěž jednotlivých segmentů a nedochází k mikrotraumatizaci lokálním přetížením.

7.4.2 Faktory neurofyziologické

7.4.2.1 Psychické a vlivy vnitřního prostředí

Je známo, že postura souvisí i s psychickými stavy. Při depresivním ladění psychiky je obecná tendence spíše k flekčnímu držení těla, při pozitivním ladění psychiky je tendence k extenčnímu držení.

7.4.2.2 Nastavující excitabilitu

Tyto procesy souvisejí se stavem připravenosti nebo odpočinku podle současného stavu organismu a také stavu vnějšího prostředí.

7.4.2.3 Spouštějící pohybové programy

Procesy spouštějící pohybové programy jsou závislé na výchozí poloze, kterou musí organismus zaujmout podle předpokládaného provedení pohybu a také na současném dění ve vnějším prostředí, které určuje výběr programu a okamžik, kdy se spustí.

7.4.2.4 Zpětnovazebné

Zpětnovazební procesy udržují, případně mění průběžně posturu na základě údajů proprioceptivní a exteroceptivní signalizace (Véle, 1995).

7.5 Význam propriocepce a exterocepce při stabilitě

K průběžnému udržování a stabilizaci výchozí polohy slouží jak informace z vestibulárního orgánu, tak z proprioceptivních čidel uložených ve svalech, šlachách, kloubních pouzdrech a ligamentech. Signalizace z vnitřního prostředí systému nám poskytuje informace o změnách postavení hlavy a jednotlivých tělesných segmentů (Véle, 1995).

7.6 Klinické projevy nestability

Mezi subjektivní pocity, které provázejí zhoršenou stabilitu, patří nejistota (dizziness) a závrať (vertigo).

7.6.1 Nejistota

Pocit nejistoty zhoršuje prostorovou orientaci, pohybovou koordinaci, pohybový výkon a může vést až k pádu a vzniku traumat. Udržování stability při pohybu bývá někdy provázeno nepříjemnými pocity nejistoty, nestability a strachem z pádu.

7.6.2 Závrať

Jedná se o vyšší stupeň nejistoty, která je vyjádřena určitou poruchou orientace v prostoru, vzhledem ke směru pohybu. Subjektivně má postižená osoba pocit nestability okolí, která vzniká poruchou prostorové orientace, řízené cerebelem podle aferentních signálů z proprioceptorů a vestibulárního ústrojí. Závrať výrazným způsobem ovlivňuje pohybový výkon, pohybovou koordinaci a stav vnitřního prostředí, včetně psychiky postiženého jedince. Důvod vzniku závratí bývá dost často z oblasti svalů a kloubů horní krční páteře, které se uplatňují při pohybech hlavy vůči krční páteři. Závrať bývá většinou provázena vegetativními příznaky, zblednutím, nauzeou, kolísáním tlaku i pulzu (Véle, 1995).

7.7 Posturální stabilizace

Posturální stabilizaci lze chápat jako aktivní svalové držení segmentů těla proti působení zevních sil řízené centrálním nervovým systémem (CNS). Jde o svalovou aktivitu, která zpevňuje segmenty těla proti působení zevních sil. Působí nejen proti gravitační síle, ale je součástí všech pohybů, včetně pohybu pouze v dolních nebo horních končetinách (Kolář, 2012).

7.8 Posturální reaktivita

Biologickým účelem je zpevnění jednotlivých pohybových segmentů, aby bylo získáno co nejstabilnější punctum fixum, neboli pevný bod a aby kloubní segmenty odolávaly účinkům zevních sil. Při každém pohybu segmentu těla náročném na silové působení např. při zvednutí a držení břemene, pohybu končetiny proti odporu i bez odporu,

hození míčku, je vždy generována kontrakční svalová síla, která je nezbytná pro překonání odporu (Kolář, 2012).

7.9 Poruchy postury

7.9.1 Anatomické poruchy

Jsou buď vrozené, nebo získané, mezi které patří antevertze kyčelních kloubů, dysplázie hlavice kyčelní kosti, poúrazově vzniklé morfologické změny apod.

7.9.2 Neurologické poruchy

Vyplývají z neurologické syndromatologie, kde řadíme poruchy mozečkové, vestibulární, extrapyramidové apod.

7.9.3 Funkční poruchy

Z funkčních poruch se jedná o poruchu posturálně stabilizačních funkcí svalů během pohybu i statických pozic, kterou nejčastěji vyšetřujeme pomocí testů a vyšetřením porušené distribuce svalového napětí, které se nejmarkantněji promítá do způsobu držení těla.

Jedna z hlavních příčin poruch posturálních funkcí je abnormální motorický vývoj. Nemusí se jednat o poruchu, kdy se v posturálním vývoji zpožďuje biologický věk oproti věku chronologickému. Může to být porucha v kvalitě posturálních funkcí. To znamená, že dítě zvedne hlavičku, otočí se ze zad na břicho nebo se dostane na čtyři apod. ve věku, který tomu odpovídá, ale provedení pohybu je nefyziologické.

Pohyb by se měl vypracovat tak ekonomicky, aby se na něm účastnily jen svaly, které jej mechanicky realizují nebo posturálně zajišťují. Za těchto ideálních předpokladů probíhá pohyb při správném postavení kloubů, které se označuje jako neutrální neboli centrované.

Stavy psychiky, mezi které patří např. strach, úzkost, agresivita mají nezanedbatelný vliv na posturální chování. Z držení těla během pohybu je možné určit psychické rozpoložení, i když posturální funkce nejsou vždy pod volní kontrolou. V řadě psychicky náročných situací dochází především prostřednictvím limbického systému ke změnám svalového tonu a tím i motorického projevu, což je dobře patrné z držení těla během různých emočních situací. Nefyziologický hypertonus spojený se vznikem svalových dysbalancí nastává hlavně při dlouhodobé stresové zátěži (Kolář, 2012).

8 STOJ

Pod pojmem stoj rozumíme vzpřímenou vertikální polohu těla s oporou na dolních končetinách (Dvořák, 2003). Při vyšetření postury ve stoji se nejvíce koncentrujeme na míru a distribuci svalového napětí a vyváženost postavení mezi jednotlivými segmenty. Při vadném držení těla je rozložení tlaku, který působí na kloubní plochy, nevyvážené, což má negativní vliv na jejich správnou funkci. Disharmonie anatomická, neurologická i funkční vede ke špatné stabilitě a potížím (Kolář, 2012).

8.1 Vyšetření stoje

Vyšetření stoje se provádí s postupným zvyšováním náročnosti na udržení rovnováhy. Využívá se zužování oporné báze a vyloučení zrakové kontroly. Konvenčně se označuje jako Rombergova zkouška, kdy stoj I je stoj se vzdáleností chodidel od sebe na vzdálenost šířky ramen nebo na vzdálenost jedné stopy. Stoj II je stoj spojný a stoj III je stoj spojný, kdy má vyšetřovaná osoba zavřené oči. Nejnáročnější zkouškou je stoj na jedné dolní končetině se zavřenými očima, kdy v první řadě vyzveme vyšetřovanou osobu, aby jednu dolní končetinu pokrčila v koleně a zvedla ji od podložky, ustálila se ve stoji a potom teprve zavřela oči. Během stoje se hodnotí stabilita vyšetřovaného jednak podle „hry šlach“ extenzorů na přechodu bérce a chodidla, dále podle míry oscilací trupu (vrávorání – titubace) během trvání zkoušky.

K průkazu i lehkých poruch propiocepce se doporučuje provést vyšetření stoje i na měkkých podložkách, kde se řadí např. vyšší vrstva molitanu. K posouzení schopnosti korigovat poruchy stability se využívá zkoušky s nečekaným postrčením vyšetřovaného z různých směrů.

U pacientů s mozečkovými poruchami zavření očí výrazněji neovlivňuje přítomnost titubací a tyto jsou nezávislé na poloze hlavy. U pacientů s periferními vestibulárními poruchami dochází k tahu až pádům na stranu „funkčně slabšího“ vestibulárního ústrojí. Při podezření na periferní vestibulární poruchu se má vyšetření doplnit zkouškou podle Unterbergera, kdy má vyšetřovaná osoba „chodit na místě“ se zavřenými očima a s vysokým zvedáním chodidel od podložky. Při této poruše dochází postupně k otáčení celého těla na stranu slabšího labyrintu, což lze přesně posoudit podle změny úhlu podélné osy chodidel před a po provedení této zkoušky (Opavský, 2003).

Důležitou pomůckou pro vyšetření je olovnice. První olovnice je při vyšetření v sagitální rovině spuštěna od zevního zvukovodu a druhá v rovině frontální od protuberantia occipitalis externa. V ideálním případě první olovnice míří k os naviculare a druhá se nachází mezi vnitřními kotníky (Vařeka & Vařeková, 1995).

Dalším důležitým vyšetřením ve stoji je vyšetření na jedné dolní končetině (Trendelenburgova zkouška), která nám poskytuje informaci o stabilizaci pánve pomocí abduktorů kyčelního kloubu stejné končetiny. Vyšetřovaná osoba stojí na jedné končetině, druhá je pokrčena v koleni a kyčli. Pokud pánev poklesne na straně pokrčené končetiny, zkouška je považována za pozitivní (Kolář, 2012).

8.1.1 Vyšetření stoje při neurologických poruchách

Stoj je ovlivněn vestibulárním periferním a centrálním aparátem, mozečkem (především zapojením jeho paleocerebelární částí) a aferentací z dolních končetin. Porucha kteréhokoli z těchto systémů se může projevit v poruše vzpřímeného stoje (Kolář, 2012).

Paleocerebelární syndrom se vyskytuje při poškození vermis a nucleus fastigii, které se podílejí na udržování rovnováhy. Výrazné jsou poruchy ve stoji – astasie a chůzi – abasie (Trojan & Druga, 1986).

Všímáme si rozdílů při zavřených a otevřených očích, jestli je případná odchylka stále jedním směrem a je-li závislá na poloze hlavy. Jestliže dochází k výraznému zhoršení stoje při zavření očí s výchylkou od vertikály až k pádu, jde o Rombergův příznak, který bývá pozitivní u poruch propiocepce, Parkinsonovy choroby, CMP aj. a negativní u mozečkových poruch. Mozečková úchylka je směrem dozadu s mírnou tendencí k jedné straně. Při jejím projevu se jedná o závažnější postižení.

Pro detekci jemnějších poruch rovnováhy se používá modifikovaný Rombergův stoj II se zúžením báze, při kterém vyšetřovaný stojí na laně nebo na jedné dolní končetině.

Při titubacích nebo pádu se ještě doplňuje stoj s otočením hlavy doprava a doleva ke zjištění případné závislosti úchylek na poloze hlavy, která se vyskytuje u periferního vestibulárního syndromu. U centrálních vestibulárních poruch, které bývají přítomny i bez jiné neurologické symptomatologie, nacházíme úchylky oběma směry střídavě (Kolář, 2012).

9 ZÁKLADNÍ BIOMECHANICKÉ POJMY

Vzhledem k terminologickým nepřesnostem jsou uvedeny dále tyto základní pojmy: oporná plocha, těžiště, Centre of Gravity, Centre of Pressure.

9.1 Oporná plocha (Area of Support, AS)

Jedná se o část plochy kontaktu (Area of Contact, AC), která je aktuálně využita k vytvoření oporné báze (Base of Support, BS). Původně byla nepřesně formulována jako plocha kontaktu podložky s povrchem těla (Vařeka & Dvořák, 1999; Vařeka, 2000, in Vařeka & Vařeková, 2009).

9.2 Těžiště (Centre of Mass, COM)

Hypotetický hmotný bod, ve kterém je soustředěna hmotnost celého těla v globálním vztažném systému. Z hlediska kineziologie je ale možné mluvit o těžišti těla jen při zaujetí postury (Vařeka & Vařeková, 2009).

9.3 Centre of Gravity (COG)

Jedná se o průmět společného těžiště těla do roviny BS. COG má význam pouze tehdy, je-li ve vztahu k BS (Blażczyk, Lowe & Hansen, 1994; Vařeka & Dvořák, 1999, in Vařeka & Vařeková, 2009). Pokud se jednou COG ocitne mimo BS, není již možné, aby se vrátilo zpět pouze působením vnitřních sil, je možná pouze změna BS přemístěním AC (Vařeka & Vařeková, 2009).

9.4 Centre of Pressure (COP)

Jedná se o působíště reakční síly podložky. COP je shodné s COG pouze v případě, že těleso je dokonale tuhé, což lidské tělo tvořené řadou segmentů není. Oscilace COP uvnitř BS je podstatně větší, než oscilace COG, výrazně se na nich podílí např. vliv kolísající aktivity svalstva bérců a nohy. Hlavním mechanismem, který zajišťuje posturální stabilitu ve stoji je hlezenní mechanismus v anteroposteriorním směru a kyčelní mechanismus ve směru laterolaterálním (Winter, 1995, in Vařeka & Vařeková, 2009).

10 TĚŽIŠTĚ TĚLA

Veškeré naše pohyby se dějí jak ve směru gravitačního působení tzv. gravitační pohyby, tak proti působení gravitačních sil tzv. antigravitační pohyby. Protože silovému působení gravitace je vystaven každý segment těla, tak se tyto síly sčítají a výsledná síla působí z určitého bodu, kterému se říká těžiště, směrem do středu Země. Každé těleso se chová tak, jakoby gravitace vždy působila pouze v místě jeho těžiště. Poloha těžiště je rozhodující při tělesné stabilitě.

Těžiště těla nemá stále stejné místo, jeho poloha se mění podle pohybu jeho částí. Pokud je tělo v základní anatomické poloze, leží těžiště ve střední čáře ve výši S₂-S₃, zhruba 4-6 cm před přední plochou obratlových těl. U žen je těžiště těla umístěno níže kvůli větší hmotnosti dolní poloviny těla, než u mužů. Jestliže padá těžnice těla do středu podpěrné plochy, je tělo v rovnovážné a stabilní poloze.

Stabilita těla se zvyšuje zvětšením hmotnosti těla, snížením těžiště (dřep) nebo při zvětšení podpěrné plochy (rozkročení). Proto je stoj na jedné dolní končetině nebo na špičkách nohou tak vratký a nestabilní (Dylevský, 2001).

Postupnou aktivací autochtonní muskulatury za spolupráce bránice a muskulatury trupu podílející se na regulaci nitrobřišního a nitrohruďního tlaku se diferencovaně začne ovládat tuhost osového orgánu a tím lokalizace těžiště těla a aktivní opora těla o podložku. Za těchto okolností síly, které vyvíjejí svaly jednotlivých segmentů těla, se projevují změnou polohy těžiště, tudíž i rozložením tělesného tlaku do podložky (Dvořák & Vařeka, 1999).

11 ROZDÍL MEZI LABORATORNÍM A KLINICKÝM VYŠETŘENÍM

Předností přístrojových a laboratorních vyšetřovacích metod je skutečnost, že jsou poměrně méně závislé na schopnostech a zkušenostech vyšetřujícího, jsou opakovatelné díky relativně jednotné metodice a poskytují „přesná“ čísla nebo jiné výsledky, které lze snadno dokumentovat a porovnávat. Faktem je, že výsledky přístrojových a laboratorních vyšetření, jakkoliv přesné, jsou pouze dílčí a často nevysvětlují obtíže pacienta, falešný pocit jednoduchosti diagnózy také často svádí k léčení nálezu a nikoliv obtíží pacienta nebo jejich příčiny, potřebné vybavení není vždy a všude dostupné a bývá dosti nákladné a výsledky, převážně v případě funkčních poruch, mají často pouze velmi malý význam pro terapeutickou praxi. Využití přístrojových a laboratorních vyšetření v diagnostice poruch pohybového systému má poměrně větší význam v případě strukturálních poruch, proto jsou také mnohem více důležitá v chirurgických oborech.

Výhody klinického vyšetření spočívají v možnosti jejich provedení prakticky kdekoli a kdykoli, materiální a finanční nenáročnost. Klinické vyšetření při dobrém zvládnutí dává o pacientovi komplexní informaci, kterou nelze získat žádným přístrojovým nebo laboratorním vyšetřením. K nepřehlédnutelným nedostatkům patří nízká objektivita, výrazná závislost na znalostech, schopnostech a zkušenostech vyšetřujícího, minimální standardizovanost, špatná dokumentovatelnost výsledků, problematické porovnávání nálezů mezi jednotlivými vyšetřujícími i nálezů jednoho vyšetřujícího v časovém odstupu, což s sebou přináší problémy při stanovení účinnosti terapie i při výzkumu. I přes tyto uvedené nedostatky je klinické vyšetření rozhodujícím pro funkční i strukturální poruchy pohybového systému (Vařeka, 1999).

12 KAZUISTIKA

Iniciály: M. R.

Pohlaví: muž

Věk: 70 let

Výška: 187 cm

Váha: 112 kg

Dominantní horní končetina: pravá

12.1 Anamnéza

Osobní anamnéza

Gonartróza II. stupně bilaterálně, koxartróza II. stupně bilaterálně, hypertenze III. stupně, hypertrofie prostaty, ischemická choroba srdeční (ICHS) – zavedení bypassu, chronická bronchitida, osteochondróza C2-Th1 s tvorbou osteofytů, ventrální hernie disku C4-C5, dorzální protruze disku C3-C4, degenerativní změny krční páteře s vícekořenovým postižením, v bederní páteři je diagnostikována spondylóza s osteofyty, v roce 1983 operace mediálního menisku a předního zkříženého vazů na levé dolní končetině (LDK), v roce 2006 ruptura rotátorové manžety pravého ramenního kloubu, v roce 2009 ruptura caput longum m. biceps brachii dextri.

Rodinná anamnéza

Pacientova matka umřela v 56 letech na infarkt, jeho otec v 82 letech.

Sociální anamnéza

Pacient bydlí s manželkou v bytě v 1. patře, výtahem nejedí, ale chodí pěšky po schodech, má 3 dospělé děti.

Pracovní anamnéza

Dříve pracoval v chemickém závodě uranového průmyslu, poté ve výrobě stavebních hmot. Nyní je ve starobním důchodu.

Farmakologická anamnéza

Godasal, Betaloc, Rosucard, Magnesol, Fokusin, Rabeprazol.

Sportovní anamnéza

V mládí judo a cyklistika, v současné době turistika.

12.2 Nynější onemocnění

V roce 2008 zjištěna axonální demyelinizační distální polyneuropatie na dolních končetinách. Od té doby se pacientovi zhoršuje rovnováha.

12.3 Kineziologický rozbor

Aspekce zezadu

Hlava s mírnou inklinací doprava. Levé rameno se nachází výše než pravé, v levém ramenním pletenci je mírná hypotrofie svalů, v pravém ramenním pletenci je hypotrofie výrazná. Oslabení středních a dolních fixátorů lopatek bilaterálně. Skolióza typu S, levá taile výraznější. Pravá crista iliaca i zadní horní spina jsou výše než na levé straně. Pravá infraglutéální a popliteální rýha výše než levá. Varózní postavení kolen. Na levém m. triceps surae je mírná hypotrofie.

Aspekce z boku

Zvýšená hrudní kyfóza a bederní lordóza, předsunuté držení hlavy. Ramena jsou v mírné protrakci. Břišní stěna je vyklenutá, pánev je v antevertzi. Kolena jsou v semiflexi.

Aspekce zepředu

Hlava mírně inklinuje doprava. Levé rameno je výše než pravé, v levém ramenním pletenci je svalová hypotrofie mírná, v pravém výrazná. Ramena jsou v mírné protrakci. Levá clavicula je výše než pravá. Na sternu je rozsáhlá jizva po zavedení bypassu. Umbilicus se nachází ve střední rovině. Pravá crista iliaca i přední horní spina výše než levá. Pravá dolní končetina je v mírné zevní rotaci, pravá patela je výše než levá. Kolena jsou ve varózním postavení.

Palpace:

Snížená posunlivost thorakolumbální fascie bilaterálně. Hypotonus m. quadriceps femoris bilaterálně. Výskyt triggerpoints (TrPs) bilaterálně v kraniální části m. trapezius a m. quadratus lumborum.

12.4 Klinické vyšetření

Antropometrické údaje

Délky umbilico-maleolární, funkční i anatomické jsou na obou dolních končetinách bez asymetrií. Obvody dolních končetin jsou symetrické, výjma levého m. triceps surae, kde je mírná hypotrofie.

Vyšetření rozvíjení hrudníku

Rozvíjení hrudníku bylo měřeno 3x při maximálním nádechu a výdechu přes mezosternale. Rozdíl činí 4 cm.

Funkční testy páteře

Thomayerova zkouška

Vzdálenost od podložky je 5 cm, norma je dosáhnout špičkami prstů horních končetin extendovaných v lokti podložky.

Schoberova zkouška

Prodloužení vzdálenosti o 4 cm, norma je 5-6 cm.

Stiborova zkouška

Prodloužení vzdálenosti o 7 cm, norma je 7-10 cm.

Čepojova zkouška

Prodloužení vzdálenosti o 1 cm, norma je 3 cm.

Ottova inkliniční zkouška

Prodloužení vzdálenosti o 2 cm, norma je 3-4 cm.

Ottova reklináční zkouška

Zkrácení vzdálenosti o 2 cm, norma je 2-3 cm.

Úklony

Při úklonu na pravou stranu se vzdálenost od původního bodu zvětšila o 12 cm, při úklonu na levou stranu o 11 cm.

12.5 Goniometrické vyšetření

Při vyšetření byl proveden aktivní rozsah pohybu v kloubech. Rozsahy jsou uvedeny ve stupních.

Ramenní kloub	Pravý	Levý
Sa	20 - 0 - 30	30 - 0 - 170
Fa	30 - 0 - 0	130 - 0 - 0
Ta	nemožnost provedení pro rupturu rotátorové manžety	15 - 0 - 100
Ra	nemožnost provedení pro rupturu rotátorové manžety	65 - 0 - 50

Loketní kloub	Pravý	Levý
Sa	0 - 0 - 130	0 - 0 - 140

Radioulnární kloub	Pravý	Levý
Ra	70 - 0 - 70	70 - 0 - 80

Zápěstí	Pravé	Levé
Sa	55 - 0 - 65	60 - 0 - 70
Fa	15 - 0 - 20	20 - 0 - 30

Kyčelní kloub	Pravý	Levý
Sa	15 - 0 - 110	10 - 0 - 100
Fa	50 - 0 - 20	45 - 0 - 15
Ra	40 - 0 - 25	40 - 0 - 20

Kolenní kloub	Pravý	Levý
Sa	0 - 0 - 130	0 - 0 - 120

Hlezenní kloub	Pravý	Levý
Sa	15 - 0 - 40	15 - 0 - 35
Ra	15 - 0 - 30	15 - 0 - 30

Krční páteř	
Sa	40 - 0 - 30
Fa	25 - 0 - 25
Ra	45 - 0 - 45

Hrudní a bederní páteř	
Fa	25 - 0 - 25
Ra	20 - 0 - 20

12.6 Vyšetření svalové síly dle Jandova svalového testu

Číselné hodnoty jsou zde uvedené ve stupních svalové síly.

Ramenní kloub	Pravý	Levý
Flexe	nemožnost provedení pro rupturu rotátorové manžety	4
Extenze	3	3+
Abdukce	nemožnost provedení pro rupturu rotátorové manžety	4
Horizontální abdukce	3	4
Horizontální addukce	4	3+
Zevní rotace	2	4

Vnitřní rotace	3	4
----------------	---	---

Loketní kloub	Pravý	Levý
Flexe (m. biceps brachii)	3	5
Extenze	4	4

Zápěstí	Pravé	Levé
Flexe s ulnární dukcí	4	4
Flexe s radiální dukcí	4	4
Extenze s ulnární dukcí	3+	4
Extenze s radiální dukcí	4	4

Kyčelní kloub	Pravý	Levý
Flexe	5	4
Extenze	4	3+
Abdukce	4	4
Addukce	3+	3
Zevní rotace	4	4
Vnitřní rotace	4	3

Kolenní kloub	Pravý	Levý
Flexe	4	3
Extenze	4	3

Hlezenní kloub	Pravý	Levý
Plantární flexe (m. triceps surae)	4	3
Plantární flexe (m. soleus)	4	3
Supinace s dorzální flexí	4	4
Supinace v plantární flexi	4	4
Plantární pronace	3	3

12.7 Neurologické vyšetření

Pacient je lucidní, aktivně spolupracuje.

Hlavové nervy

II. Visus korigován brýlemi.

VIII. Potíže se sluchem, šumění v levém uchu, na jemné lusknutí prstů slyší nejdále ze vzdálenosti dvou metrů. Při zkoušce podle Unterbergera měl pacient znatelný problém s rovnováhou. Během Hautantovy zkoušky nedošlo k deviaci levé horní končetiny (LHK), pravá horní končetina (PHK) pro rupturu rotátorové manžety se nemohla dostat do výchozího postavení.

X. Při ortostatické zkoušce nedocházelo ve druhém a třetím desetisekundovém intervalu ke kardiodeceleraci.

Ostatní hlavové nervy jsou bez patologického nálezu.

Vyšetření mozečku

A) Paleocerebellum

velká asynergie: negativní

malá asynergie: při zvrácení trupu ve stoji směrem dozadu pacient nejprve udělal dva kroky vzad, až poté vyrovnal rovnováhu

B) Neocerebellum

zkouška pasivity: negativní

zkouška taxe: negativní na horních i dolních končetinách

zkouška Stewarta-Holmese: negativní

diadochokineza: nebyla patrna porucha při provádění střídajících se pohybů

cerebelární dysartrie: negativní

Reflexy

A) Horní končetiny

bicipitový: hyporeflexie bilaterálně

styloradiální: hyporeflexie bilaterálně

pronační: hyporeflexie bilaterálně

tricipitový: normoreflexie bilaterálně

flexorů prstů: hyporeflexie bilaterálně

B) Abdomen

epigastrický: normoreflexie bilaterálně

mesogastrický: normoreflexie bilaterálně

hypogastrický: normoreflexie bilaterálně

C) Dolní končetiny

patelární: PDK – hyporeflexie, LDK – normoreflexie

Achillovy šlachy: hyporeflexie bilaterálně

medioplantární: hyporeflexie bilaterálně

Čítí

A) Povrchové

Horní končetiny

Taktilní čítí bez patologických nálezů bilaterálně, při rozlišování tupých a ostrých podnětů je úspěšně rozpoznáno na PHK 8/10, na LHK 7/10. Úspěšnost dvoubodové diskriminace je 7/10 bilaterálně. Grafestézie na PHK je 9/10, na LHK 8/10.

Dolní končetiny

Při vyšetření taktilního čítí byla zjištěna na PDK v oblasti m. quadriceps femoris a m. triceps surae hypestézie, na LDK je hypestézie v oblasti m. quadriceps femoris. Úspěšnost

rozdílení tupých a ostrých podnětů je na PDK 5/10, na LDK 6/10. Dvoubodová diskriminace na PDK je 6/10, na LDK 7/10. Grafestézie na PDK je 6/10, na LDK 7/10.

B) Hluboké

Horní končetiny

Statestézie, kinestézie i stereognózie jsou bez patologických nálezů bilaterálně.

Dolní končetiny

Statestézie je v normě bilaterálně, během vyšetření kinestézie byly prokázány patologické nálezy bilaterálně.

Spastické jevy

Spastické jevy jsou na horních i dolních končetinách negativní.

Paretické jevy

Horní končetiny

Při zkoušce Mingazziniho se extendovaná LHK snížila od horizontály o 5 cm/20 sekund, na PHK nemožnost dosažení výchozího postavení pro rupturu rotátorové manžety.

Dolní končetiny

Při zkoušce Mingazziniho se PDK snížila o 10 cm/20 sekund, LDK o 7 cm/20 sekund. U zkoušky Barré III bylo překonání odporu na obou DKK poměrně snadné.

Vyšetření krčního úseku páteře na meningeální syndrom

Zkouška podle Brudzinskiho (Brudzinsky I, II) negativní.

Vyšetření krčního úseku páteře na kořenovou symptomatiku

Kompresní test na foramina intervertebralia bez výskytu bolesti, Spurlingův test bilaterálně pozitivní v oblasti C/Th páteře.

Napínací manévry na kořenové dráždění na dolních končetinách

Mennelova i Laseguova zkouška bilaterálně negativní.

12.8 Vyšetření pohybových stereotypů

Stereotyp flexe šíje

Nesprávný timing, pacient nejprve předsune hlavu pro převahu m. sternocleidomastoideus, následně dochází k flexi krční páteře.

Stereotyp abdukce v ramenních kloubech

Na levé straně jsou oslabeny dolní fixátory lopatky, pohyb je zahájen mírnou elevací ramene. Na pravé straně pacient neprovede abdukci v celém rozsahu pohybu pro rupturu rotátorové manžety, aktivní pohyb je možný pouze do 30°.

Stereotyp flexe trupu

Během vyšetření bylo zjištěno, že má pacient oslabené břišní svaly. Při pokusu o postupnou obloukovitou flexi trupu došlo ke chvění břišních svalů a elevaci dolních končetin. Trup bylo možné flektovat pouze v oblasti krční a horní hrudní páteře.

Stereotyp abdukce v kyčelních kloubech

Jak na pravé, tak levé straně pohyb začíná elevací pánve, z čehož plyne, že je v převaze m. quadratus lumborum.

Stereotyp extenze v kyčelních kloubech

Správný timing svalů bilaterálně.

12.9 Funkční postižení

Pacient má problémy převážně při oblékání, hygieně a jedení z důvodu omezení rozsahu hybnosti a svalové síly.

12.10 Vyšetření stoje

Romberg I

Bez zvýšených titubací, „hra šlach“ je mírná. Pacient nemá výrazné problémy s udržení rovnováhy.

Romberg II

Titubace jsou zvýšeny, „hra šlach“ je výraznější.

Romberg III

Výrazná nestabilita, pacient má pocit nejistoty a obavy z pádu. Musí se přidržovat zdi.

Stoj na jedné dolní končetině jak pravé, tak levé s otevřenýma očima je pro pacienta velmi obtížný, nevydrží stát déle než 5 sekund.

Stoj na jedné dolní končetině jak pravé, tak levé se zavřenýma očima je pro pacienta tak náročný, že není možný provést.

Během zkoušky s nečekaným postrčením pacienta v oblasti ramenních pletenců a trupu, kdy stojí ve stoji rozkročném na šířku pánve, byl schopen korigovat stabilitu.

Trendelenburgova zkouška: negativní bilaterálně.

12.11 Vyšetření chůze

Chůze I.

Rytmus chůze i délka kroků jsou asymetrické. Omezený souhyb horních končetin při chůzi. Pacient chodí o širší bázi, při lokomoci jsou vidět mírné titubace.

Chůze II.

Značný problém s udržení rovnováhy, titubace jsou znatelnější.

12.12 Vyšetření na plošině WBB – Body Test

Po počáteční kalibraci plošiny WBB systému Nintendo, byl pacient vyzván ke klidnému stoji na plošině po dobu 7 sekund. Následně byl zobrazen na monitoru výsledek testu – trajektorie křivky COG (více vpravo) a procentuální vyjádření zatížení dolních končetin. Pacient více zatěžuje pravou dolní končetinu a to z 53,3 %, levou dolní končetinu ze 46,7 %. Pro podrobnější analýzu trajektorie COG (resp. COP – viz kapitola biomechanické pojmy) pomocí plošiny WBB nemáme v současnosti k dispozici potřebné softwarové vybavení. Dále testovací část umožňuje vypočítat BMI, na základě zadané výšky pacienta v uživatelském profilu (187 cm) a vyšetření hmotnosti těla (112 kg) BMI činil 32 kg/m².

Další částí bylo testování balančních a kognitivních funkcí. Při Basic Balance Testu se pacient dostal nejdále do 3. kola, v Dual Balance Testu pouze do 2. kola. Během Walking Testu bylo zjištěno, že z 62,3 % více dopadá na pravou dolní končetinu, na levou dolní končetinu dopadá z 37,7 %. Při Agility Testu bylo zasaženo osm dlaždic. Pacientova úspěšnost v Memory Testu byla 18/25 bodů.

Z celkového vyšetření na plošině Wii Balance Board systému Nintendo Wii vyplývá, že pacient vykazuje značné známky poruchy rovnováhy. Bylo by vhodné, aby i nadále absolvoval cvičení na zlepšení rovnováhy.

Obrázek 26. Pacient M. R. při vyšetření na plošině WBB (Barnet, 2015)



12.13 Krátkodobý rehabilitační plán

- posílit hluboký stabilizační systém páteře
- senzomotorická stimulace – nácvik malé nohy, korigovaný stoj, cviky na balančních plošinách
- protažení zkrácených svalů metodou muscle energy technique (MET) a postfacilitační inhibice (PFI)
- posílení oslabených svalů a zvětšení rozsahu kloubní pohyblivosti (převážně v pravém ramenním kloubu)
- Feldenkraisova metoda pro zkvalitňování pohybu
- respirační fyzioterapie – expektorační techniky na uvolnění hlenu, aktivace bráničního dýchání, nácvik správné dechové vlny, zvětšení exkurzí hrudníku
- nácvik správného stoje a chůze
- rytmická stabilizace kloubů horních i dolních končetin
- proprioreceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) horních i dolních končetin
- ošetření reflexních změn v kůži a podkoží

12.14 Dlouhodobý rehabilitační plán

- pokračování v krátkodobém rehabilitačním plánu
- udržování kondice – Nordic Walking, plavání, rotoped
- cvičení na plošině Wii Balance Board pro zlepšení rovnováhy a kognitivních funkcí
- Jacobsonova relaxace pro celkové uvolnění těla
- korekce držení těla
- škola zad
- lázeňská léčba

13 DISKUZE

Plošina Wii Balance Board systému Nintendo Wii je relativně nová technologie, která je využitelná nejen při volnočasových aktivitách, ale i v rámci rehabilitace a to především u pacientů s poruchou posturální stability. Výhoda rehabilitace rovnováhy pomocí plošiny tkví převážně v získání bezprostřední zpětné vazby o rozložení zatížení, ve spojení příjemného s užitečným a motivaci v překonávání svých dosavadních výsledků.

V posledních letech se celá řada autorů zabývá problematikou možnosti využití plošiny WBB také jako měřicího systému posturální stability. Jednotlivé práce sledují přesnost výsledků měření, opakovatelnost a spolehlivost ve srovnání se standardními postupy vyšetření na silových plošinách.

Leach et al., (2014) konstatují, že silové plošiny nejsou běžně dostupné, zejména vzhledem ke své vysoké ceně. Jejich využitelnost také limitují požadavky na správnou instalaci a obtížnou přenositelnost. Navrhují WBB jako cenově dostupnou a přenosnou alternativu silových plošin. Jak WBB tak i laboratorní silové plošiny měří rozložení sil a výchylky COP. Avšak existují výrazné rozdíly mezi těmito zařízeními týkající se jak složení materiálu, tak i technické kapacity, což má za následek funkční omezení WBB. Silové plošiny jsou kovové, WBB se skládá z kovového rámu a povrch z umělé hmoty. Plastový kryt WBB je náchylný k pružné deformaci, kdy je aplikována vyšší zátěž na plochu WBB. Pokud se povrch deformuje při získávání dat, může to bránit přesnému měření COP.

Podle Leache et al., (2014) je WBB cenově výhodné, přenosné a snadno dostupné zařízení, které může být použito k měření reakčních sil a COP v situacích, kdy je menší preciznost a přesnost přijatelná. WBB by neměla být používána jako náhrada za „zlatý standard“ laboratorní silové plošiny při měření COP za statických i dynamických podmínek, protože je to jednoosé zařízení a postrádá přesnost doporučenou pro posturografii.

I podle Galeana et al., (2014) může být WBB užitečná pro měření s nízkým rozlišením, ale neměla by být považována jako náhrada za laboratorní silové plošiny. Odhad COP pomocí WBB je omezen při snaze posoudit dynamické pohyby nebo statické síly aplikované v horizontální rovině. Smykové síly a momenty nemohou být brány v úvahu. Silové plošiny jsou přesné a odolné. Nevýhodou je však jejich špatná přenosnost kvůli hmotnosti (10-45 kg), montážní požadavky a cena cca 350 000–500 000 Kč. Zásadní

rozdíl mezi silovými plošinami a WBB je přesnost rozlišení. Standardní silové plošiny mají rozlišení menší než 0,2 mm. Rozlišení COP WBB je přibližně 0,5 mm. Nicméně Galeano et al., považují pro posouzení COP měření na WBB za dostatečné.

Larsen et al., (2014) uvádějí, že validita WBB byla uspokojivá. V porovnání se silovými plošinami se WBB zdá být spolehlivé a platné nízkonákladové zařízení, které by mohlo nahradit silové plošiny v terénním prostředí a ve větších kohortních studiích. Stejně tak Park & Lee, (2014) zastávají názor, že silové plošiny jsou vhodné pro použití při laboratorních experimentech, ale nevhodné pro hodnocení pacientů v klinickém prostředí.

Larsen et al., (2014) dále hodnotili rovnováhu 10 až 14-ti letých dětí, reprodukovatelnost a validitu WBB. Kontrola balance ve stoji u dětí je rozdílná než u dospělých. Proporce velikosti těla se u dětí a dospělých liší, a proto mají děti těžiště umístěné relativně výš. Zdokonalování posturální kontroly pravděpodobně pokračuje až do mladého dospělého věku. Bez ohledu na věk, je kontrola balance důležitá schopnost ke zvládnutí každodenních činností a zamezení tak úrazů. Měření u dětí může vést k větším výkyvům a horším výkonům při opakování testu, vzhledem k nižší koncentraci na dané zkoušky, pokyny i nižší posturální kontrole u dětí. Kromě toho děti mají nižší hmotnost než dospělí. Bylo prokázáno, že WBB má vyšší úroveň šumu než laboratorní silové plošiny. V důsledku toho můžeme u měření osob s nižší hmotností (např. dětí) očekávat méně přesné měření při použití WBB. Hladinou šumu dat se zabýval i Pagnacco et al., (2011) in Leach et al., (2014), podle kterého velké množství šumu v datech WBB lze připsat nestíněným kabelům v rámci navržené elektroniky (neschopné minimalizace šumu) a nesynchronizovaného odběru vzorků v rámci čtyř silových senzorů. Tyto skutečnosti spolu s nejistou validitou a reliabilitou WBB v současné době omezují využití WBB pro klinické a výzkumné účely.

Bower et al., (2014) posuzovali statickou a dynamickou rovnováhu u pacientů po cévní mozkové příhodě s použitím přístroje WBB. Spolehlivé a přesné nástroje pro hodnocení rovnováhy jsou nezbytné pro měření výsledků u těchto pacientů. Měřicí přístroje mohou poskytnout důležité informace o rovnováze po mrtvici, které nemohou být získány z klinických testů. Přestože mnoho klinických testů lze poměrně rychle a snadno provádět, mohou postrádat citlivost a poskytují málo objektivních informací o rovnováze a kvalitě pohybu. Tyto faktory jsou důležité pro vedení léčby. Měřicí přístroje, jako jsou silové plošiny, mohou být použity pro hodnocení rovnováhy a sledování posturální stability během klidového stoje i dynamických aktivit po CMP. Bylo zjištěno, že tyto

technologie jsou reliabilní pro posouzení stoje, kde je asymetrické přenášení hmotnosti. Silové plošiny mají potenciál poskytnout jedinečné informace týkající se kontroly rovnováhy po mrtvici. Použití silových plošin může rozšířit klinické rovnovážné testy tím, že poskytuje kvantitativní informace o rovnováze a asymetrickém zatížení během rovnovážných aktivit. To by mohlo pomoci při identifikaci rovnovážných deficitů a snížení rizik (např. pádu), mohou být použity k objektivnímu sledování změn v průběhu času. I přes potenciální užitečnost silových plošin, je jejich využití omezeno kvůli nákladům a špatné dostupnosti pro klinické prostředí.

Na druhou stranu plošina Wii Balance Board podle Bowera et al., (2014) je relativně levné a dobře dostupné zařízení, nabízí efektivnější způsob provádění hodnocení v běžných klinických podmínkách. Považují ji za klinicky užitečný nástroj pro posouzení rovnováhy.

Výsledky studie podle Bowera et al., (2014) ukazují, že WBB může být spolehlivým a užitečným nástrojem pro posouzení statické a dynamické rovnováhy po CMP. Tato studie ukazuje, že posouzení WBB může poskytnout informace o rovnováze, asymetrii a kontrole těžiště, které mohou být použity pro zvýšení testování rovnováhy ve výzkumu a klinické praxi. Bylo zjištěno, že posouzení statické a dynamické rovnováhy pomocí WBB je vysoce spolehlivé. Tento nástroj může být použit k rozšíření možnosti hodnocení rovnováhy v různých výzkumných studiích i běžné praxi.

Bartlett et al., (2014) zjistili, že WBB je pravděpodobně stabilní, při častém použití po dobu více než 4 let se nijak výrazně neovlivnil výkon zařízení. Dále jsou názoru, že WBB je levné, přenosné zařízení, které může být užitečné pro měření vertikální reakční síly a COP s omezením na přesnost a preciznost. Jelikož je WBB o jeden řád méně přesná než laboratorní silové plošiny a o dva řády méně přesné než je doporučeno pro COP na posturografii, neměla by být považována za rovnocennou k laboratornímu zařízení.

Jak z výše uvedeného vyplývá, WBB je cenově dostupné, přenosné zařízení, které lze dle většiny autorů omezeně využít pro měření COP, nedosahuje však přesnosti silových plošin. V následujícím textu se zabýváme studii, které poukazují na využitelnost WBB v rámci pohybové léčby u osob s poruchou rovnováhy.

Mhatre et al., (2013) se zabývali zlepšováním chůze a rovnováhy u Parkinsonovy nemoci pomocí her Wii Fit Plus na plošině WBB. Videoherní systém Nintendo Wii má výhodu v tom, že může sloužit i v domácím prostředí pro cvičení zlepšující rovnováhu. Studie zjistila, že balanční plošina se zdá být vhodným zařízením pro základní hodnocení

rovnováhy a tím může být užitečná jak pro sledování rovnováhy, tak i jejího tréninku. Navíc pilotní studie u pacientů s Parkinsonovou nemocí prokázala snížení rigidity a zvýšený pohyb účastníků při použití tohoto herního systému. Tento systém má potenciál zlepšit rovnováhu a pohyb, což může vést k prevenci zranění. Z toho vyplývá, že systém Nintendo Wii může být užitečný pro rehabilitaci osob s Parkinsonovou nemocí. Při cvičení pomocí WBB v průběhu relativně krátké doby (8 týdnů) se zlepšila rovnováha a schopnost modifikovat chůzi. Během této studie bylo také zjištěno, že použití bylo bezpečné a proveditelné pro jedince s Parkinsonovou nemocí. Cvičení bylo příjemné a motivující pro účastníky. Motivace je klíčovým faktorem pro úspěch v rehabilitaci a hry jednoznačně poskytují tuto motivaci. Dle Esculiera et al., (2012) dobré výsledky Wii Fit Plus spočívají převážně v kombinaci vizuální, sluchové a proprioceptivní zpětné vazby. To může poskytnout osobám s Parkinsonovou nemocí více způsobů, jak zlepšit pozornost ve hře. Domácí tréninkový program pomocí vizuální zpětné vazby s použitím Wii Fit Plus by mohl vést ke zlepšení statické a dynamické rovnováhy včetně funkčních schopností u osob s touto nemocí. U zdravých starších osob rovněž došlo ke zlepšení, ale v menší míře.

Bieryla & Dold, (2013) zkoumali zlepšení rovnováhy u seniorů pomocí cvičení s Nintendo Wii. Využití videoher Wii Fit Plus může být jeden způsob, jak zlepšit rovnováhu u seniorů. Strach z pádů může snížit kvalitu života starších lidí tím, že jim brání v provádění normálních denních činností. Po třech týdnech cvičení na WBB zlepšili senioři skóre v hodnotící škále Bergové. Ti, kteří nedokončili cvičení, skóre nezlepšili. Hodnoty testu funkčního dosahu (Functional Reach Test) se po tréninku na WBB s Wii Fit Plus hrami nezlepšily. Využití WBB pro zlepšení rovnováhy u seniorů je atraktivní z mnoha důvodů. Jeden z důvodů spočívá v relativně nízké pořizovací ceně, která se pohybuje kolem 6 500 Kč. Padala et al., (2012) se ve své studii zabývali zlepšením rovnováhy a chůze u pacientů s mírnou Alzheimerovou demencí v domovech s pečovatelskou službou se sadou aktivních videoher Wii Fit Plus. Tato pilotní studie dokazuje bezpečnost a účinnost při používání Wii Fit Plus a výrazné zlepšení rovnováhy a chůze.

Gatica-Rojas & Méndez-Rebolledo, (2014) tvrdí, že trénink rovnováhy je obvykle založen na opakování určitých pohybů v sagitální, frontální a transverzální rovině ke zlepšení integrace síly, pružnosti a odolnosti. Starší lidé, kteří takto trénují, mají výrazné snížení počtu pádů. Virtuální realita je inovativní metoda, která dokáže atraktivně začlenit technologie, bezpečnost a terapeutický trénink cílů navržených pacientům. Mnoho z těchto terapeutických úkolů je založených na opakování cvičení, které mohou mít vliv na

motivaci pacienta a dodržování jeho léčby. Na rozdíl od jiných léčebných metod, které mohou být zdlouhavé, nákladné a nudné z hlediska jejich opakování, může virtuální realita nejen zlepšit rovnováhu pacientů, ale také přispět ke zlepšení funkčních úkolů. Opakováním se zlepšuje učení motorických a funkčních schopností. Podle Nilsagårda et al., (2013) interaktivní videohry poskytují zábavný způsob cvičení za účelem zvýšení úrovně fyzické aktivity. Navrhují, aby interaktivní videohry byly dále zkoumány, protože poskytují snadno dostupný způsob jak cvičit, zůstat fyzicky aktivní a zlepšit bilanci. Esculier et al., (2012) konstatují, že aktivní videohry Wii Fit Plus systému Nintendo Wii nabízí vizuální trénink zpětné vazby, přičemž je mnohem levnější a dostupnější než mnoho programů používaných ve specializovaných klinikách a výzkumných laboratořích. Kromě toho poskytuje bezpečný způsob tréninku v domácím prostředí. Domnívají se, že jeden z nejdůležitějších úspěchů programu spočívá v potěšení ze cvičení s jednoduchými zábavnými hrami.

Esposito et al., (2013) se zabývali efektivitou a bezpečností cvičení pomocí Nintendo Wii Fit Plus u dětí s migrénou bez aury. Tyto hry jsou navrženy tak, aby byly zábavné a interaktivní, poskytují aktivity pro různé věkové kategorie. Uchovávají dosažené výsledky, které motivují uživatele ke stále lepším výsledkům. Použitím interaktivních videoher bylo zjištěno, že je to určitá strategie, která také zlepšuje motorickou výkonnost. Tato studie dospěla k závěru, že systém Nintendo Wii Fit Plus má pozitivní účinky v motorických a rovnovážných dovednostech u dětí s migrénou bez aury. Integrace virtuální reality do neurorehabilitace je přístupem k terapii, která je v současné době předmětem zkoumání u dětí i dospělých se slibnými výsledky. Virtuální herní systém jako je Nintendo Wii je jednoduchý, zábavný a mohl by to být způsob léčby u dětí v jejich domácím prostředí. Goble et al., (2014) uvádějí, že systém Nintendo Wii je jedním z nejprodávanějších videoherních konzolí všech dob.

Gil-Gómez et al., (2011) zkoumali účinnost plošiny WBB systému Nintendo Wii u pacientů s poraněním mozku. Častými následky u těchto pacientů je porucha rovnováhy. Její navrácení je nezbytnou součástí rehabilitace. Během léčby pacienti tvrdili, že si užili zábavu, což je důležitý předpoklad pro motivaci k další léčbě. Ze studie vyplývá, že na základě virtuální rehabilitace dochází k výraznému zlepšení rovnováhy u pacientů s poraněním mozku. Tyto výsledky byly povzbuzením k posílení virtuální léčby o nové metody. Vývoj tohoto systému je tedy nadále rozvíjen. Výhodou je snadné a rychlé použití, což umožňuje věnovat více času léčbě.

Siriphorn & Chamonchant, (2015) se ve své studii věnovali zlepšení rovnováhy a svalové síly na dolních končetinách pomocí cvičení na plošině WBB u dospívajících osob s nadváhou. Bylo zjištěno, že se rovnovážná schopnost a svalová síla na dolních končetinách může zlepšit cvičením na plošině WBB. Kromě toho WBB zvyšuje fyzickou aktivitu, čímž může zlepšit kvalitu jejich života.

Goble et al., (2014) se ve studii zaměřili na zhodnocení pětiletého období využívání Wii Fit Plus. Exponenciálně roste počet publikací a využití v neurorehabilitaci. Většina studií pracuje se skupinami do deseti, spíše jen do pěti osob, což se zatím jeví jako nedostačující počet. Výsledky z těchto studií jsou často rozporuplné a nejednoznačné. Celkově použití Wii Fit Plus pro posouzení a neurorehabilitační účely bude pravděpodobně v nadcházejících letech nadále růst. Větší důraz musí být kladen na implementaci účinnějších, randomizovaných kontrolních metod, pro získání většího vzorku zúčastněných.

14 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce pojednává o relativně nové technologii systému aktivních videoher Nintendo Wii, se zařízením na využití pomůcky Wii Balance Board v oblasti léčebné rehabilitace. Podle názoru většiny autorů odborných publikací je plošina WBB systému Nintendo Wii dobře využitelná v oblasti rehabilitace.

Po léčebné stránce je balanční plošina WBB prospěšná u širokého spektra onemocnění. Může být oporou převážně pro pacienty, kteří potřebují zlepšit rovnováhu, svalovou koordinaci, kognitivní funkce, zvýšit pohybové aktivity a energetický výdej. Tyto potřeby jsou velmi důležité z mnoha hledisek a jejich léčba je a bude velmi vyhledávána. Možnost léčby přímo u pacientů v jejich domácím prostředí prostřednictvím Nintendo Wii Balance Board bude pro její dostupnost, lehkou přenosnost a snadnou ovladatelnost velmi žádoucí. Výhodou je, že je přístupná všem věkovým kategoriím.

Jedním z klíčových faktorů, proč je systém Nintendo Wii u pacientů tak oblíbený, spočívá převážně ve spojení zábavy s terapií neboli příjemného s užitečným. Dalším benefitem je ukládání dosažených výsledků a s tím spojená motivace pacienta k dosažení stále lepšího výkonu.

Základní nastavení v sadě her Wii Fit Plus – Body Test umožňuje pomocí WBB změřit hmotnost pacienta a dopočítat po zadání tělesné výšky BMI. Dále nabízí základní testování rovnováhy v několika testech. Při použití přídatného softwarového vybavení lze získat data COP. Při analýze měření COP pomocí WBB bylo zjištěno, že data jsou validní a reliabilní, avšak nedosahují přesnosti měření na silových plošinách.

Virtuální technologie se neustále vyvíjí, zdokonalují a přináší nové možnosti jak v oblasti rehabilitace, tak i v ostatních odvětvích. Stávají se každodenní součástí stále většího počtu lidí.

15 SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá moderní technologií aktivních videoher systému Nintendo Wii Fit Plus se zaměřením na využití balanční plošiny Wii Balance Board v rehabilitaci. Systém Nintendo Wii je videoherní konzole, která slouží jak pro zábavné, tak léčebné účely. Sada her Wii Fit Plus obsahuje velké množství her, které jsou rozděleny do čtyř kategorií: balanční hry, aerobik, silový trénink a jóga. Nintendo Wii Fit Plus může být využito při terapii rovnovážných poruch.

Wii Fit Plus umožňuje pomocí plošiny WBB tzv. Body Test, základní hodnocení rovnováhy a dalších funkcí. Jedná se o měření a hodnocení stability stoje, kontroly zatížení dolních končetin, tělesné hmotnosti, indexu BMI a pohybových rovnovážných aktivit prováděných ve spojení s kognitivním úkolem. Při použití speciálního softwaru lze přesněji hodnotit výchyly COP naměřené při stožení na plošině WBB. Výsledky však nedosahují „zlatého standardu“ měření pomocí silových plošin. WBB je však snadněji dostupná, přenosná a použitelná v běžné klinické praxi.

V teoretické části je pozornost věnována posturální stabilitě, jakožto základnímu předpokladu pro pohyb a rovnováhu. Jsou popsány faktory, které posturální stabilitu ovlivňují.

V samotném závěru je vypracována kazuistika pacienta s axonální demyelinizační distální polyneuropatií na dolních končetinách včetně vyšetření na plošině WBB systému Nintendo Wii. Kazuistika obsahuje kineziologický rozbor, součástí je i stanovení krátkodobého a dlouhodobého rehabilitačního plánu.

16 SUMMARY

The thesis deals with the modern technology of active video game system the Nintendo Wii Fit Plus with a focus on the use of the Wii Balance Board in rehabilitation. Nintendo Wii system is a video game console, which is used for both fun and therapeutic purposes. Set of Games Wii Fit Plus contains a large number of games, which are divided into four categories: balance games, aerobics, strength training and yoga. Nintendo Wii Fit Plus can be used in therapy of equilibrium disorders.

Wii Fit Plus enables with the help of platform WBB the Body Test, basic assessment of balance and other features. This is the measurement and evaluation of the stability of standing up, checks the load of the lower limbs, body mass index, BMI and physical equilibrium activities carried out in conjunction with the cognitive task. When using special software we can more accurately assess the displacements measured during the COP standing there on the platform, WBB. The results, however, do not reach the „gold standard” measurement by using the power of platforms. WBB is, however, more easily accessible, portable and applicable in routine clinical practice.

In the theoretical part is the attention paid to postural stability, as a basic condition for movement and balance. Describes the factors that affect the stability of postural.

In the end, it is established case report of a patient with demyelinating polyneuropathy disease distal to the lower extremities including examination system on the Nintendo Wii platform, WBB. Case report contains the analysis of kinesiological component is the determination of short-term and long-term rehabilitation plan.

17 REFERENČNÍ SEZNAM

- Bartlett, H., L., Ting, L., H., & Bingham, J., T. (2014). Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board. *Gait & Posture*, 39(1), 224-228. Retrieved 16. 2. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3842432/>
- Bieryla, K., A., & Dold, N., M. (2013). Feasibility of Wii Fit training to improve clinical measures of balance in older adults. *Dove Medical Press*, (8), 775-781. Retrieved 5. 3. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3699053/>
- Bower, K., J., McGinley, J., L., Miller, K., J., & Clark, R., A. (2014). Instrumented Static and Dynamic Balance Assessment after Stroke Using Wii Balance Boards: Reliability and Association with Clinical Tests. *PLOS ONE*. Retrieved 7. 5. 2015 from the World Wide Web: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0115282>
- Dupalová, D., Šlachťová, M., Doleželová, E. (2013). Možnosti využití aktivních videoher v rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* 20(3), 135-141.
- Dvořák, R. (2003). *Základy kinezioterapie*, (2nd Rev. ed.). [Učební texty]. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Dvořák, R., & Vařeka, I. (1999). Vývoj schopnosti ovládat opěrnou bázi a těžiště těla a jeho objektivizace. In H., Válkova, & Z., Hanelová (Eds.), *Sborník Pohyb a zdraví*, 158-159. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Dylevský, I., Kubálková L., & Navrátil, L., (2001). *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: MANUS.
- Esculier, J., F., Vaudrin, J., Bériault, P., Gagnon, K., & Tremblay, L., E. (2012). Home-based Balance Training Programme Using Wii Fit with Balance Board for Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(2), 144-150. Retrieved 16. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.medicaljournals.se/jrm/content/?doi=10.2340/16501977-0922&html=1>
- Esposito, M., Ruberto, M., Gimigliano, F., Marotta R., Gallai, B., Parisi, L., Lavano, S., M., Roccella, M., & Carotenuto, M. (2013). Effectiveness and safety of Nintendo Wii Fit Plus™ training in children with migraine without aura: a preliminary study. *Dove*

- Medical Press*, (9), 1803-1810. Retrieved 3. 3. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3890965/>
- Funda, T. (n. d.). Vyhodnocování dat z měření stability pomocí balanční plošiny. Retrieved 7. 4. 2015 from the World Wide Web: http://dsp.vscht.cz/konference_matlab/MATLAB08/prispevky/034_funda.pdf
- Galeano, D., Brunetti, F., Torricelli, D., Piazza, S., & Pons, J., L. (2014). A Tool for Balance Control Training Using Muscle Synergies and Multimodal Interfaces. *BioMed Research International*. Retrieved 4. 2. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4058154/>
- Gatica-Rojas, V., & Méndez-Rebolledo, G. (2014). Virtual reality interface devices in the reorganization of neural networks in the brain of patients with neurological diseases. *Neural Regeneration Research*, 9(8), 888-896. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4146258/>
- Gil-Goméz, J., A., Lloréns, R., Alcañiz, M., & Colomer, C. (2011). Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain Indry. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 8(30). Retrieved 7. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/30>
- Goble, D., J., Cone, B., L., & Fling, B., W. (2014). Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of “Wii-search”. *BioMed Central*, 11(12). Retrieved 27. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3922272/>
- Kolář, P., et al., (2012). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Larsen, L., R., Jørgensen, M., G., Junge, T., Kristensen, B., J., & Wedderkopp, N. (2014). Field assessment of balance in 10 to 14 year old children, reproducibility and validity of the Nintendo Wii board. *BMC Pediatrics*, 14(144). Retrieved 12. 2. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4057805/>
- Leach, J., M., Mancini, M., Peterka, R., J., Hayes, T., L., & Horak, F., B. (2014). Validating and Calibrating the Nintendo Wii Balance Board to Derive Reliable Center of Pressure Measures. *Sensors*, 14(10), 18244-18267. Retrieved 4. 2. 2015 from the World Wide Web: <http://www.mdpi.com/1424-8220/14/10/18244/htm>

- Mhatre, P., V., Vilares, I., Stibb, S., M., Albert, M., V., Pickering, L., Marciniak, Ch., M., Kording, K., & Toledo, S. (2013). Wii Fit Balance Board Playing Improves Balance and Gait in Parkinson Disease. *HHS Public Access*, 5(9), 769-777. Retrieved 16. 2. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4114762/>
- Nilsagård, Y., E., Forsberg, A., S., & Koch, L. (2013). Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(2), 209-216. Retrieved 2. 5. 2015 from the World Wide Web: <http://msj.sagepub.com/content/19/2/209.long>
- Opavský, J. (2003). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Otáhal, J. (n. d.). *Objektivizační metody Stabilometrie* [PowerPoint slides]. Retrieved 9. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ftvs.cuni.cz/FTVS-890-version1-stabilo_fyziot.ppt
- Padala, K., P., Padala, P., R., Malloy, T., R., Geske, J., A., Dubbert, P., M., Dennis, R., A., Garner, K., K., Bopp, M., M., Burke, W., J., & Sullivan, D., H. (2012). Wii-Fit for Improving Gait and Balance in an Assisted Living Facility: A Pilot Study. *Journal of Aging Research*. Retrieved 20. 1. 2015 from the World Wide Web: <http://www.hindawi.com/journals/jar/2012/597573/>
- Park, D., & Lee, G. (2014). Validity and reliability of balance assessment software using the Nintendo Wii balance board: usability and validation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 11(99). Retrieved 12. 2. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4074461/>
- Siriphorn, A., & Chamonchant, D. (2015). Wii balance board exercise improves balance and lower limb muscle strength of overweight young adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(1), 41-46. Retrieved 17. 3. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4305593/>
- Stejskal, P., & Jakubec, A. (n. d.). *Energetická bilance, metabolismus* [PowerPoint slides]. Retrieved 21. 3. 2015 from the World Wide Web: http://www.ftk.upol.cz/fileadmin...biomechanika/Metabolismus_energie.ppt
- Trojan, S., & Druga, R. (1986). *Centrální mechanismy řízení motoriky*. Praha: Avicentrum, zdravotnické nakladatelství.

- Vařeka, I. (1999). Klinické a „paraklinické“ vyšetřovací metody pohybového systému. In H., Váľkova, & Z., Hanelová, (Eds.), *Sborník Pohyb a zdraví*, 543-545. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Vařeka, I., & Dvořák, R. (1999). Těžiště a ontogeneze lidské motoriky. In H., Váľkova, & Z., Hanelová (Eds.), *Sborník Pohyb a zdraví*, 545-547. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (1995). *Přehled klinických metod vyšetření stoje a funkčních testů páteře* [Učební texty]. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2009). *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Véle, F., (1995). *Kineziologie posturálního systému* [Učební texty]. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- [on-line]. Kategorie BMI. Retrieved 1. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.vypocet.cz/bmi>
- [on-line]. Retrieved 3. 5. 2015 from the World Wide Web: <http://wiifit.com/>