

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

BALAKÁŘSKÁ PRÁCE

Praha 2014

Irena Holá

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie



Irena Holá

Trénink rovnováhy seniorů s využitím stabilometrické plošiny

Balance training in seniors using force platform

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: MUDr. Markéta Janatová

Praha, 2014

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce, paní MUDr. Markétě Janatové za vedení, cenné poznámky, odborné připomínky, podněty a náměty.

Dále bych chtěla poděkovat všem probandům za jejich ochotu účastnit se mé práce a za čas, který věnovali cvičení.

Mé poděkování patří také všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na vzniku této bakalářské práce.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

Irena Holá

V Praze dne:.....

Podpis studenta

IDENTIFIKAČNÍ ZÁZNAM

HOLÁ, Irena. *Trénink rovnováhy seniorů s využitím stabilometrické plošiny. [Balance training in seniors using force platform]*. Praha, 2014. 73 s., 3 přílohy. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství. Vedoucí práce: MUDr. Markéta Janatová.

Jméno: Irena Holá

Vedoucí práce: MUDr. Markéta Janatová

Oponent práce:

Název bakalářské práce:

Trénink rovnováhy seniorů s využitím stabilometrické plošiny.

Abstrakt bakalářské práce:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou poruch rovnováhy v důsledku stárnutí a využitím systému virtuální reality v terapii těchto poruch. Cílem práce je zhodnocení účinku domácího tréninku rovnováhy s využitím stabilometrické plošiny a vizuální zpětné vazby. K objektivizaci je použit systém Footscan®. Práce je rozdělena na dvě části. Teoretická část shrnuje poznatky týkající se zajišťování rovnováhy, stárnutí a stárnutí, involučních změn souvisejících s poruchami rovnováhy, popisuje virtuální realitu, její využití v rehabilitaci a uvádí několik studií, věnujících se využití herních systémů u seniorů. V závěru teoretické části je také popsán systém využitý v praktické části. Praktická část popisuje a vyhodnocuje formou kazuistik, tabulek a grafů čtyřtýdenní trénink v domácím prostředí. Zpracovává data sedmi probandů v seniorském věku. Výsledky práce jsou vyhodnoceny a porovnány s výsledky zahraničních studií.

Klíčová slova:

Virtuální realita, stárnutí, geriatrické syndromy, rovnováha, stabilometrická plošina, nestabilita

Name: Irena Holá

Supervisor: MUDr. Markéta Janatová

Opponent:

Title of bachelor thesis:

Balance training in seniors using force platform.

Abstract:

This bachelor thesis deals with the issue of balance disorders due to ageing and the usage of the virtual reality in case of these disorders. The aim of this work is to evaluate the effect of home based balance training using the force platform and visual biofeedback. For the objective evaluation the Footscan® system is used. The thesis consists of two parts. Theoretical part summarizes the knowledge related to the balance provision, old age and ageing, involution changes which leads to balance disorders. This part also describes the virtual reality, its usage in rehabilitation and includes several studies of using gaming systems in elderly. In the end of the theoretical part the system which is used in the practical part is described. The practical part describes four weekly home balance training in the form of case reports, charts and graphs. There are analyzing data of seven respondents in the senior age. Results of the work are evaluated and compared with the conclusions of foreign studies.

Key words:

Virtual reality, aging, geriatric syndromes, balance, force platform, instability

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. TEORETICKÁ ČÁST	12
2. 1 Rovnováha.....	12
2. 1. 1 Rovnovážný systém.....	12
2. 1. 2 Postura.....	12
2. 1. 3 Posturální stabilita	12
2. 1. 4 Řízení rovnováhy.....	14
2. 1. 4. 1 Senzorická složka.....	14
2. 1. 4. 2 Řídící složka	15
2. 1. 4. 3 Výkonná složka.....	15
2. 1. 5 Vyšetření rovnováhy.....	15
2. 1. 5. 1 Funkční testy.....	16
2. 1. 5. 2 Systémové testy.....	16
2. 1. 5. 3 Další testy	17
2. 1. 5. 4 Přístrojová vyšetření.....	17
2. 2 Stáří a stárnutí.....	19
2. 2. 1 Definice a vymezení stáří.....	19
2. 2. 2 Involuční změny ve stáří.....	20
2. 2. 3 Geriatrické syndromy	21
2. 2. 3. 1 Syndrom instability	22
2. 3 Virtuální realita	25
2. 3. 1 Virtuální realita v rehabilitaci	26
2. 3. 2 Výhody a nevýhody virtuální rehabilitace	26
2. 3. 3 Využití virtuální reality u seniorů.....	27
2. 3. 4 Systém pro domácí použití	30
3. PRAKTICKÁ ČÁST	32

3. 1 Metody praktické části	32
3. 1. 1 Cíle a otázky praktické části	32
3. 1. 2 Charakteristika souboru probandů.....	32
3. 1. 3 Průběh praktické části.....	32
3. 1. 3. 1 Vstupní vyšetření a zapůjčení setu.....	33
3. 1. 3. 2 Trénink v domácím prostředí.....	33
3. 1. 3. 3 Výstupní vyšetření a vrácení setu	34
3. 1. 4 Zpracování získaných dat.....	34
3. 2 Kazuistiky	35
3. 2. 1 Kazuistika 1	35
3. 2. 2 Kazuistika 2	40
3. 3 Výsledky	45
3. 3. 1 Časy jednotlivých cvičení.....	45
3. 3. 2 Footscan®.....	48
3. 3. 2. 1 Hodnota COF TTW	48
3. 3. 2. 2 Rozložení tlaku pod ploškou a zatížení DKK při stoji a hodnocení chůze .	51
4. DISKUZE	54
5. ZÁVĚR.....	58
Seznam literatury	59
Seznam zkratek	63
Seznam obrázků	65
Seznam tabulek	66
Seznam grafů	67
Seznam příloh	68

1. ÚVOD

Problematika stárnutí byla, je a bude velmi důležité téma, jelikož stárnutí je přirozený proces, kterému se nelze vyhnout. Vzhledem k trendu stárnutí populace se toto téma stává stále aktuálnější. Celosvětově dochází k nárůstu počtu seniorů a prognózy předpovídají, že tento trend bude v následujících letech a desetiletích dále pokračovat. Zvýšení počtu seniorů s sebou přináší také zvýšené nároky na péči o tyto lidi. Mezi obory, kterých se toto dotýká, nepochybně patří i rehabilitace.

Stárnutí je individuální proces, který u každého probíhá jinak, existují ale obecné rysy, které jsou pro něj charakteristické. Jsou to involuční změny v podstatě všech systémů lidského těla, které vedou k takzvaným geriatrickým syndromům. Těmi jsou imobilita, instabilita, inkontinence, intelektové poruchy a iatrogenie. Jedním z úkolů rehabilitace je těmto změnám předcházet a snažit se co nejvíce tento proces zpomalit.

U většiny starých lidí se můžeme setkat s pocitem nejistoty při stoje a chůzi a zhoršením pohyblivosti. Tyto potíže mohou vést k úrazům, ztrátě nezávislosti a snížení kvality života.

Zlepšování stability a motoriky, a to nejen u seniorů, je možné také pomocí interaktivních počítačových technologií pracujících s virtuální realitou. Jde o systémy umožňující vzájemnou komunikaci mezi pacientem a programem. Je vytvořeno umělé prostředí a pacient reaguje na vytvářené stimuly. Využití virtuální reality v rehabilitaci není tradiční metodou, ale v poslední době se pomalu stává její významnou součástí. Nabízí oproti jiným metodám určité výhody. Může to být lepší motivace pacienta k terapii, díky mnohem poutavější a zábavnější formě než u klasického cvičení. Pacient je zaujat hrou a nemusí si tím pádem tolik uvědomovat bolest. Za další výhodu lze považovat možnost využití takovýchto systémů v domácím prostředí.

Na téma využití virtuální reality nejen ve fyzioterapii, ale i v ergoterapii bylo již v minulých letech zpracováno několik bakalářských prací (Roubková, 2011, Dvořáková, 2012, Brázdilová, 2013, Nushartová, 2013, Jandová, 2013, a další). Ty se zaměřovaly hlavně na využití u pacientů po poškození mozku. Na tyto práce bych chtěla touto bakalářskou prací navázat a zhodnotit využití interaktivních systémů při práci se seniory.

Na společném pracovišti 1. LF UK a FBMI ČVUT byl vyvinut nový systém, který by měl umožnit právě terapii v domácím prostředí. Jde o modifikovanou verzi systému StereoBalance, který se nachází v Laboratoři aplikací virtuální reality na

Albertově. Sada pro domácí terapii obsahuje stabilometrickou plošinu Wii Balance Board a tablet. Tento systém je novinkou, jejíž testování v praxi teprve probíhá. Ke zhodnocení jeho účinnosti by mohla přispět i tato bakalářská práce, jelikož právě s ním budu v praktické části pracovat.

Téma mě zaujalo, především proto, že je velice aktuální a také perspektivní. Použití virtuální reality v rehabilitaci otevřelo spoustu nových možností pro práci s pacienty a myslím si, že je v této oblasti ještě velký prostor pro další rozvoj. Také fakt, že se jedná o netradiční formu, která není úplně běžně používaná, přispělo k tomu, že jsem si toto téma vybrala.

Cílem práce je zjistit vliv domácího tréninku s využitím stabilometrické plošiny a systému virtuální reality na rovnováhu seniorů nad 65 let věku.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část obsahuje poznatky týkající se zajišťování rovnováhy, stárnutí a s ním spojenými involučními změnami, především pak těmi, které souvisí právě s udržováním rovnováhy. Dále seznamuje s virtuální realitou a jejím využitím v rehabilitaci seniorů. V praktické části jsou obsaženy použité metody, které popisují celý průběh práce a výsledky zpracované formou kazuistik, tabulek a grafů.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2. 1. Rovnováha

Podle Vařeky (2002a) je rovnováha souhra statických a dynamických dějů vedoucích k udržení posturální stability.

2. 1. 1. Rovnovážný systém

Rovnováha je zajišťována rovnovážným systémem, který se skládá ze tří složek. Složka senzorická (receptorová), motorická (efektorová) a složka řídicí (koordinační). Pro správné fungování rovnovážného systému je potřeba nejen bezchybné fungování jeho jednotlivých složek, ale také vzájemná souhra a spolupráce mezi nimi. Základními funkcemi rovnovážného systému jsou udržování vzpřímeného postoje těla v klidu i při pohybu, informování o vztahu ke gravitačnímu poli a udržování stabilního nerozmazaného obrazu při pohybech hlavy (Vrabec, 2002).

2. 1. 2. Postura

S rovnováhou souvisí zachovávání polohy a postoje (Kalvach, 2008). Postura neboli držení těla je zaujetí a udržování klidové polohy organismu (Véle, 1997). Dylevský (2009) udává, že postura je dynamický proces udržování polohy těla a jeho částí před započítím a po skončení pohybu a že se jedná se o tonický stav. Kolář (2009) definuje posturu jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil. Uvádí, že postura není synonymem vzpřímeného stoje na dvou končetinách nebo sedu, ale že je součástí jakékoliv polohy a pohybu a je jeho základní podmínkou. Může být ovlivňována svalovým napětím, řídicími mechanismy z centrálního nervového systému ale i stavem psychiky.

2. 1. 3. Posturální stabilita

Posturální stabilita je schopnost, která zajišťuje držení těla tak, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu. Je to kontinuální zaujímání stálé polohy (Kolář, 2009). Udržování dané polohy probíhá dynamicky neustálým vyvažováním rovnováhy mezi protichůdnými svalovými skupinami, tvořící partnerské dvojice (Véle, 1997). Úroveň posturální aktivity závisí na labilitě polohy, která je dána výškou těžiště nad opornou bází. Nejvyšší je ve stoji, snižuje se vsedě a nejmenší vleže (Véle, 1995).

Stabilita je ovlivňována různými faktory. Tyto faktory dělíme na faktory biomechanické a neurofyziologické (Kolář, 2009).

Mezi biomechanické faktory patří velikost opěrné plochy a opěrné báze, hmotnost těla, poloha těžiště, charakter kontaktu těla s opornou plochou a postavení a vlastnosti hybných segmentů (Véle, 1995).

Opěrná plocha je část plochy dotyku podložky s tělem, která je plně využita k vytvoření opěrné báze (Vařeka, 2002a). Opěrná báze je část podložky, která je ohraničená nejvzdálenějšími body opěrné plochy. Může být tedy stejná nebo větší než opěrná plocha. Zvětšováním opěrné báze se stabilita zvyšuje (Kolář, 2009).

O stabilitě těla rozhoduje také výška těžiště. Čím výše těžiště je, tím je stabilita menší. Těžiště můžeme označovat také zkratkou COM (Centre of Mass). Jedná se o bod působení tíhové síly. Může být stanoveno pro každou část těla zvlášť nebo společné těžiště pro celé tělo. Průmět těžiště do opěrné báze neboli COG (Centre of Gravity) musí ve statické poloze vždy směřovat přímo do opěrné báze. COP (Centre of Pressure) je působiště vektoru reakční síly, které můžeme spočítat jako vážený průměr dílčích tlaků na kontaktu nohy s podložkou (Vařeka, 2002a). Z uvedeného tedy vyplývá, že osoby menšího vzrůstu mají lepší stabilitu. Platí zde nepřímá úměrnost. Naopak hodnota hmotnosti těla je s mírou stability přímo úměrná. Čím vyšší hmotnost člověk má, tím má i lepší stabilitu (Véle, 1995).

Pro dobrou stabilitu je také důležitá přilnavost nohy k podložce. Velký vliv má charakter terénu nebo typ obuvi (Véle, 1995).

Držení těla je ovlivňováno vzájemnou polohou jednotlivých segmentů. Pokud jsou segmenty v optimálním postavení, je zátěž rovnoměrně rozložena a nedochází k traumatizaci ani přetížení. V opačném případě se mění poloha těžiště a jsou kladeny větší nároky na vazy a svaly, které musí nerovnováhu korigovat a může dojít k jejich přetížení a ke vzniku deformity (Véle, 1995).

Faktory neurofyziologickými jsou především psychické vlivy a vlivy vnitřního prostředí, například různá onemocnění. Dále procesy řídící stav připravenosti nebo odpočinku organismu, procesy spouštějící pohybové programy a zpětnovazebné procesy, udržující průběžně posturu na základě propioceptivní a exteroceptivní signalizace (Véle, 1995).

2. 1. 4 Řízení rovnováhy

Informace přijatá ze zrakových, vestibulárních a propioceptivních receptorů je vedena do CNS, v němž je analyzována a zpracována. Zde je vytvořeno schéma, podávající přesné informace o poloze a pohybu těla. Na základě tohoto schématu dochází k řízení pohybů zajišťujících posturální reakce (Kolář, 2009). Toto vše zajišťují tři složky rovnovážného systému. Složka sensorická, řídicí a výkonná.

2. 1. 4. 1 Sensorická složka

Senzorická složka má na zajištění rovnováhy velký podíl. Zásadní význam má především zrak, vestibulární aparát a propiocepce.

Zrak se podílí na orientaci v okolním prostoru. Má také podíl na kontrole polohy a postavení hlavy (Vařeka, 2002b). Vizuální systém sestává ze dvou částí. Je to část receptorová (aférentní), tvořena zrakovým analyzátozem a zrakovou drahou a část efektorová (eferentní), kterou tvoří okohybné svaly. Vizuální systém je prostřednictvím vestibulárních jader propojen se systémem vestibulárním (Vrabec, 2002).

Vestibulární systém podává informace o směru působení gravitace v klidu i při pohybu. Tato informace je porovnávána s informacemi ze zrakových receptorů a z propioceptorů (Véle, 2006). Vestibulární systém má vztah ke gravitaci a řízení těžiště a reguluje svalové napětí (Pfeiffer, 2007). Periferní část je tvořena vestibulárním receptorem (blanitým labyrintem) a vestibulárním nervem, který je součástí statoakustického nervu. Jeho centrální část se podílí na řízení a koordinaci rovnovážného systému (Vrabec, 2002).

Prostřednictvím propiocepce jsou zajištěny informace ze svalů, šlach a kloubů. Tyto informace umožňují vnímání polohy a pohybu jednotlivých částí těla (Vrabec, 2002). Proprioceptory se nacházejí ve svalech jako tzv. svalová vřetenka a na úponech šlach Golgiho tělísk (Pfeiffer, 2007). Informace z propioceptorů jsou podkladem pro řízení stabilizace polohy, korekce pohybu a mají zpětnovazebnou povahu (Véle, 2006).

Vařeka (2002b) zdůrazňuje také úlohu exteroceptorů v kůži. Jedná se o informace z Ruffiniho a Meissnerových tělísek. Véle (2006) zmiňuje také vliv informací z interoreceptorů vnitřních orgánů a nociceptorů, které se také podílejí na stabilizaci polohy.

2. 1. 4. 2 Řídící složka

Rovnováha je řízena centrálním nervovým systémem. Hlavní úlohu má mozeček, vestibulární jádra a retikulární formace mozkového kmene.

Mozkový kmen má podíl na organizaci motorických funkcí. Vychází z něj tractus vestibulospinalis a tractus rubrospinalis, prostřednictvím kterých dochází k řízení rovnováhy a pohybu končetin (Véle, 2006). V mozkovém kmeni se nacházejí vestibulární jádra, která představují hlavní koordinační centrum celého rovnovážného systému. Aferentní a eferentní propojení zajišťuje kontakt s ostatními strukturami (Vrabec, 2002). Retikulární formace shromažďují všechny aferentní informace.

Mozeček vytváří spojení s mozkiem a pohybovými orgány. Zajišťuje orientaci v čase a prostoru, průběžnou koordinaci a korekci pohybu, správné načasování a umožňuje tak přesné dosažení zamýšleného cíle (Véle, 2006). Je rozdělen na dvě hemisféry, mezi kterými se nachází vermis. Pro řízení rovnováhy je důležitá část paleocerebella, která koordinuje stoj a chůzi a zajišťuje správné směřování těžnice co nejbližší do středu (Pfeiffer, 2007).

2. 1. 4. 3 Výkonná složka

Výkonnou složku tvoří především axiální svalstvo. Jednotlivé segmenty těla jsou aktivně udržovány proti působení zevních sil. Jedná se o koaktivační aktivitu mezi agonisty a antagonisty (Kolář, 2009).

2. 1. 5 Vyšetření rovnováhy

Hlavním úkolem při hodnocení rovnováhy je zjistit, zda se u vyšetřované osoby problém s rovnováhou vyskytuje a jaká je jeho příčina. K posouzení rovnováhy slouží různé metody. Jednou z možností jsou funkční rovnovážné testy, které obvykle hodnotí provedení určitého úkolu pomocí bodové stupnice nebo je měřen čas, za který pacient zvládne danou aktivitu provést. Tyto testy nám jsou schopny říci, zda má pacient problém s rovnováhou a případně jak veliký, ale neřeknou nám, jaká je příčina těchto potíží. Jiný přístup představují systémové testy, které určují příčinu rovnovážné poruchy. Tyto klinické testy mají své výhody, jsou jednoduché na provedení a není potřeba drahého vybavení. Nevýhodami však je nepřesnost a neobjektivita zapříčiněná subjektivním hodnocením vyšetřující osoby. Vyšší objektivitu a přesnost mají přístrojová vyšetření rovnováhy (Mancini a Horak, 2010).

2. 1. 5. 1 Funkční testy

Zde uvedené testy jsou jen příkladem často používaných testů pro vyšetření rovnováhy. Existuje ještě řada dalších, které v této práci uvedeny nejsou.

The Activities of Balance Confidence (ABC) je dotazník sestávající z 16 různých aktivit denního života. Hodnotí balanční jistotu ve vykonávání běžných úkolů (Mancini a Horak, 2010).

Tinetti Balance and Gait Assessment je test určen pro podrobnější hodnocení rovnováhy stoje a chůze. Je široce používán u starších pacientů. Test je rozdělen na dvě části, první se týká rovnováhy a druhá chůze. Úkoly jsou bodově ohodnoceny. Maximum je 28 bodů. Test nedokáže určit příčinu poruch, ale hodnotí jejich závažnost a možné důsledky, např. riziko pádu (Topinková, 2004).

Berg Balance Scale (BBS) se také používá pro hodnocení rovnováhy starších lidí. Skládá se ze 14 funkčních balančních úkolů, které jsou bodovány na stupnici od 0 do 4. 0 bodů znamená, že jedinec není schopen dokončit úkol, 4 body znamenají samostatné dokončení bez problémů. Maximální skóre testu je 56 bodů (Steffen, 2002).

Timed Up and Go Test (TUG) je krátký, jednoduchý test k hodnocení rovnováhy. Místo hodnocení pomocí bodových škál využívá měření času (Mancini a Horak 2010). Stopuje se doba, za kterou jedinec zvládne vstát ze židle, ujít vzdálenost 3 metrů, vrátit se a posadit se zpět na židli (Steffen, 2002). Podobně, jako ostatní klinické testy, ani tento není schopen určit příčinu poruchy (Mancini a Horak, 2010).

Dalším velmi jednoduchým testem je **One Leg Stance Test**. Jedná se o stoj na jedné dolní končetině s otevřenými očima. Modifikací tohoto testu je stoj na jedné dolní končetině se zavřenými očima. Výhodou je krátká doba trvání testu (Mancini a Horak, 2010).

2. 1. 5. 2 Systémové testy

Balance Evaluation Systems Test (BESTest) je zaměřen na hodnocení jednotlivých systémů podílejících se na posturální kontrole. Skládá se ze 36 úkolů rozdělených do šesti kategorií: biomechanické parametry, limita stability, posturální změny, posturální reakce, smyslová orientace a dynamická stabilita při chůzi. Některé úkoly jsou převzaty z dosavadních klinických testů jako Timed Up and Go Test, Berg Balance Scale, a jiné. Výhodou testu je, že pomocí něj dokážeme zjistit příčinu

rovnovážné poruchy. Nevýhodou je větší časová náročnost, test trvá 30 minut. Existuje proto jeho zkrácená 10 minutová verze tzv. **MiniBESTest** (Mancini a Horak 2010).

2. 1. 5. 3 Další testy

Hautantova zkouška vyšetřuje deviaci horních končetin. Provádí se vsedě, vyšetřovaný má předpažené horní končetiny a zavřené oči. Test trvá 30 sekund a sledují se laterální úchyly horních končetin, které ukazují na poruchu vestibulárního systému. (Vrabec, 2002)

Zkouška dle Barányho je modifikací předchozího testu. Vyšetřovaný zaujímá výchozí polohu vsedě, horní končetiny má připaženy. Na výzvu několikrát za sebou pomalu předpažuje, přičemž se snaží dosáhnout na cíl v prostoru. Opět jsou hodnoceny horizontální úchyly, případně pokles končetin, ukazující na poruchu vestibulárního systému (Vrabec, 2002).

Rombergova zkouška se používá pro vyšetření statické rovnováhy. Vyšetřuje se stoj I, což je normální stoj o široké bázi s otevřenými očima, stoj II o úzké bázi s otevřenými očima, paty a špičky jsou u sebe a stoj III o úzké bázi se zavřenými očima. Sledují se titubace – úchyly do stran, schopnost kompenzace úchytek a rozdíl mezi stojem s otevřenými a zavřenými očima. Pokud dojde k výraznému zhoršení stoje při zavřených očích, jedná se o pozitivní Rombergův příznak, který je typický pro vestibulární nebo mozečkovou poruchu. (Ambler a Jeřábek, 2008).

Unterbergova zkouška představuje dynamické vyšetření postoje. Pacient při zavřených očích pochoduje na místě. Zkoušku lze ztížit předpažením horních končetin. Doba trvání je 1 minuta, nebo 60 kroků. Stáčení pacienta k jedné straně o více než 45 stupňů nebo pohyb měnící výchozí postavení o více než 0,5 metru ukazuje na poruchu vestibulárního analyzátoru nebo proprioreceptorů (Vrabec, 2002).

2. 1. 5. 4 Přístrojová vyšetření

Posturografie využívá ke sledování parametrů titubací speciální tenzometrickou plošinu, která dokáže detekovat změnu polohy těžiště vyšetřované osoby v různých směrech. Principem testování je vyšetření schopnosti udržet rovnováhu za různých podmínek (Vrabec, 2002). Posturografii dělíme na statickou a dynamickou. Statická posturografie znamená měření v podmínkách, kdy se pacient ani plošina nepohybuje. Nejčastěji se využívá pro vyšetření stability stoje. Dynamická posturografie představuje vyšetření situací, kdy se pohybuje pacient na plošině, nebo naopak plošina s pacientem.

Při posturografickém vyšetření měříme rozklad reakčních sil působících na plošinu ve třech vzájemně kolmých rovinách. Primárně na plošinu působí tíhová síla pacienta, na kterou podle zákona akce a reakce reaguje síla reakční, která je tenzometrickou plošinou měřena. Za sekundární síly považujeme reakční síly svalů přenášené na plošinu. Tyto síly nepřetržitě reagují na oscilace těžiště během stoje. Jsou snímány jednotlivé složky reakčních sil a jejich momenty. Vyhodnocením získaných dat lze vypočítat působiště reakční síly (center of pressure, COP). Většina posturografických systémů umožňuje trénink s vizuální zpětnou vazbou, což znamená, že pacient může během tréninku kontrolovat polohu svého těžiště na monitoru (Kolář, 2009).

Dynamická plantografie je vyšetřovací metoda, která se používá k vyšetření stoje, chůze a jejich modifikací. Měření se provádí na tlakové desce, která má v sobě zabudované senzory, pomocí kterých je měřeno rozložení tlaku pod ploškou v určitém čase. Součástí systému bývá software pro vyhodnocování naměřených dat. Jedním ze systémů, fungujících na tomto principu využívaných v ČR, je systém Footscan® (Dynamická plantografie, Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu, © 2009-2012).

Systém Footscan® byl vyvinut belgickou firmou RScan INTERNATIONAL. Jeho součástí je plošina s tlakovými senzory, propojovací box a počítač s příslušným softwarem. Footscan® Balance software podává informace o rozložení tlaku na plošce, které je znázorněno pomocí barevné stupnice. Nejnižší zatížení modrou barvou, nejvyšší červenou. Dále systém informuje o pohybu těžiště – Centre of Force (COF) a o hodnotách celkové dráhy COF TTW (Total traveled way), kterou výchylka zatížení urazí během měření, které trvá 10 s. K vyšetření a analýze chůze slouží Footscan® Gait software, který sleduje parametry jako je frekvence, délka kroku a doba stojné a švihové fáze (RScan INTERNATIONAL, © 2013-2014).



Obr. 1: Footscan®

(Převzato z: <http://footscanusa.com/solutions/hi-end/>)

2. 2 Stáří a stárnutí

2. 2. 1 Definice a vymezení stáří

Stáří je součástí přirozeného průběhu života. Je tak označována poslední etapa ontogeneze. Jedná se o projev a důsledek involučních změn probíhajících různou rychlostí a s výraznou individuální variabilitou. Tyto změny jsou podmíněny geneticky a modifikovány vlivy prostředí, zdravotním stavem, životním stylem a vlivy sociálními, ekonomickými a psychickými (Kalvach, 2004). Stáří reflektuje kvalitu a formu celého předešlého života (Ambler, 2000).

Vymezení a členění stáří je obtížné, protože se jedná o individuální proces probíhající u každého člověka jinak. Na lidský věk můžeme pohlížet z několika hledisek. Hovoříme tedy o věku kalendářním, biologickém a sociálním (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

Kalendářní stáří je přesně vymezené časovým intervalem. Nepostihuje však individuální rozdíly (Kalvach, 2004). Z lékařského i demografického hlediska je dnes za počátek stáří obvykle považován věk 65 let (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007). Horní hranici stáří nemá, končí úmrtím. Většina zdrojů dělí stáří na tři období.

V současnosti se nejčastěji užívá dělení dle Neugartenové (1966):

- 65-74 let – mladí senioři
- 75-84 let – staří senioři
- 85 let a více – velmi staří senioři (Kalvach, 2004)

Sociální stáří postihuje změny sociálních rolí, životního stylu a ekonomické situace. Za počátek sociálního stáří bývá považován vznik nároku na starobní důchod. Dle sociální periodizace se život dělí na čtyři období.

- první věk – předproduktivní
- druhý věk – produktivní
- třetí věk - postproduktivní
- čtvrtý věk – období závislosti (Kalvach, 2004)

Biologické stáří znamená konkrétní míru involučních změn jedince. Je dáno jeho funkčním stavem, výkonností a kondicí (Kalvach, 2004).

2. 2. 2. Involuční změny ve stáří

Stáří je výsledkem procesu, který se nazývá stárnutí. Jde o proces vícefaktorový, jehož obraz je dán kombinací involučních změn, celkové kondice a projevy chorob. Navíc je ovlivňován vlivy a náročností prostředí (Kalvach, 2004). Jde o souhrn změn ve struktuře a funkci organismu. Jsou to změny tělesné, psychické, emoční a sociální, přičemž změny tělesné jsou patrnější než změny psychické (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007). Tyto změny se promítají do zdravotního stavu starých lidí i do klinického obrazu a průběhu jejich nemocí (Kalvach, 2008).

Rychlost stárnutí je různá stejně jako jeho objektivní podoba, subjektivní prožívání, morbidita a především kvalita života ve stáří (Ambler, 2000).

Stárnutí je individuální proces, který probíhá u jednotlivých lidí rozdílně, přesto existují obecné rysy, které stáří charakterizují (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

Jednotlivé systémy a stárnutí:

V srdečně cévním systému dochází ke snižování elasticity cév a snížení průtoku krve. Ubývají kardiomyocyty a kontraktilní buňky, snižuje se poddajnost myokardu a klesá srdeční a tepová frekvence při zátěži (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

Změny v respiračním aparátu se projeví ochablostí mezižeberních svalů a bránice, mění se postavení hrudníku vlivem osteoporózy, dochází k poklesu vitální kapacity plic a zhoršení samočisticí schopnosti dýchacího systému (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

V gastrointestinálním traktu se snižuje množství slin, objevují se poruchy polykání, bakteriální dysbalance, snížení vnímavosti receptorů rekta, snížení tonu svěrače a atrofie pankreatu (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

Během stárnutí probíhají také četné hormonální změny. Dochází ke snížení růstového hormonu, poklesu tvorby tyreostimulačního hormonu. U mužů se snižuje tvorba androgenů a testosteronu, u žen se zvyšují hladiny folikulostimulačního a luteinizačního hormonu a hladina testosteronu a snižuje se tvorba estrogenů a progesteronu (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

Změny se týkají i hemokoagulace. Ubývá kostní dřeň, zpomaluje se erytropoéza, snižuje se aktivita leukocytů a fagocytózy a fibrinolytická aktivita (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

V pohybovém systému dochází ke změnám tělesného složení. Přibývá tuková a vazivová tkáň a ubývá svalová a kostní hmota (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

Kůže ztrácí vlhkost, kolagenní a elastická vlákna degenerují, ubývá množství podkožního tuku a potní žlázy (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

Dále dochází ke zhoršení propriocepce, ke zpomalení myšlení, zhoršení všech smyslů, snížení funkce ledvin a poruchám výživy ve smyslu podvýživy a malnutrice (Holmerová, Jurašková, Zikmundová, 2007).

2. 2. 3. Geriatrické syndromy

Geriatrické syndromy můžeme definovat jako komplex symptomů a příznaků podmíněných věkem, které mohou být způsobeny řadou různých příčin. Obvykle jsou charakterizovány multifaktoriální etiologií, chronickým průběhem, obtížnou léčitelností, vedoucí k poklesu nezávislosti a náročné péči. Pro tyto syndromy je typické, že nejsou vázané na určité onemocnění. Ne vždy ohrožují pacienta na životě, ale mají vliv na kvalitu jeho života (Weber, 2011).

Britský profesor Bernard Isaacs formuloval tzv. velké geriatrické syndromy, které byly také označovány jako syndromy pěti „i“. Jsou to:

- instabilita
- imobilita
- intelektové poruchy
- inkontinence

- iatrogenie

Jako další geriatrické syndromy bývají označovány:

- syndrom hypomobility, dekondice a sarkopenie
- syndrom anorexie a malnutrice
- syndrom duálního kombinovaného senzorického deficitu
- syndrom dehydratace s následným projevem akutního renálního selhání
- syndrom z poruchy termoregulace
- syndrom týrání, zanedbávání a zneužívání
- syndrom geriatrické maladaptace na změnu prostředí
- syndrom terminální geriatrické deteriorace (Weber 2011)

Vzhledem k zaměření bakalářské práce nás detailněji zajímá syndrom instability a bude mu dále věnována další podkapitola. Ostatní geriatrické syndromy jsou pouze zmíněny.

2. 2. 3. 1. Syndrom instability

Většina starých lidí si přechodně či trvale stěžuje na závratě, pocity nejistoty při stoji a chůzi, na slabost nohou a na zhoršení pohyblivosti. Objektivně lze u nich sledovat nejistotu, pomalou chůzi, titubace, poruchy rovnováhy a neschopnost vyrovnat její vychýlení (Kalvach, 2008).

Instabilita je jedním z geriatrických obrů a je dlouhodobě vnímána jako jeden z hlavních problémů geriatrické medicíny (Kalvach, 2008). Časté poruchy rovnováhy a chůze ve vyšším věku nejsou specifickou poruchou, ale syndromem, který může mít více příčin (Ambler a Jeřábek 2008). Věkem podmíněné změny související s instabilitou mohou postihnout senzorický systém, muskuloskeletární systém, ale i centrální a periferní nervový systém. Zhoršení senzorických funkcí, snížená schopnost řídit pohyb, snížená svalová síla, vyšší morbidita ve vyšším věku a v důsledku toho i vyšší spotřeba léků u starých lidí, to jsou faktory, které se prokazatelně podílejí na zhoršené schopnosti udržovat rovnováhu (Sihvonen, 2004).

Věkem podmíněné snížení senzorických funkcí se projeví snížením citlivosti na vjemy, které organismus přijímá prostřednictvím zrakového, vestibulárního a proprioreceptorového systému.

V případě poruch zrakového systému se jedná o degeneraci sítnice, neprůhlednost oční čočky a ztrátu reaktivity zornice vedoucí ke snížení zrakové ostrosti, zhoršení akomodace, snížení tolerance silného světla a adaptace na šero, zhoršení periferního vidění a rozlišování kontrastu (Ambler, 2000). Souvislost mezi zhoršením zraku a motorickým deficitem je prokazatelná. Snížení zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti způsobuje problémy vnímání kontury a hloubky obrazu, které jsou pro posturální kontrolu rozhodující (Sihvonen, 2004).

Snížení funkce vestibulárního systému je způsobeno snížením počtu vláskových buněk, nervových vláken a snížením průtoku krve vnitřním uchem. Podle Shupertové (nedat.) takovéto změny začínají již okolo 55. roku života. Důsledkem je zvýšený sluchový práh, porucha rozlišovací řečové schopnosti a snížení periferní vestibulární dráždivosti. Ztráta vestibulární funkce může také způsobit problémy v komunikaci mezi ostatními systémy. V takovém případě dochází k situaci, kdy z různých smyslových systémů přicházejí protichůdné informace. Proto se u starších lidí s vestibulárním deficitem vyskytují závratě a nestabilita (Sihvonen, 2004).

Regulace posturální stability je také závislá na informacích z proprioreceptorů a mechanoreceptorů. Bylo zjištěno, že během stárnutí dochází ke snížení polohocitu a pohybecitu. Toto zhoršení propriorecepce bylo spojeno s problémy s rovnováhou a ta zase s vyšším rizikem pádu (Sihvonen, 2004).

Efekt stárnutí se může objevit také na nervovém vedení v centrálním a periferním nervovém systému. Dochází ke snížení vodivosti nervových vláken, které se projeví zpomalením reakčního času. Toto zpomalení je pro udržování rovnováhy kritické zvláště ve složitějších situacích (Borah, 2007).

Mimo poruch receptorové a analytické části rovnovážného systému může být instabilita způsobena také poruchou efektorové části. Jedná se především o svalovou slabost, kloubní pohyblivost, pohybovou neobratnost, onemocnění kostí a kloubů, případně neurologické příčiny jako jsou parézy apod. (Kalvach, 2008).

Svalová síla je důležitým faktorem pro udržování rovnováhy. K oslabení svalové síly během stárnutí dochází hlavně na dolních končetinách. Snížení svalové síly zejména v oblasti kyčlí, kolen a kotníků je úzce spojeno se ztrátou rovnováhy (Borah, 2007).

Podle Boraha (2007) začíná svalová síla klesat v páté dekádě života. Sihvonen (2004) uvádí, že izometrické i koncentrické svalové testy lidí ve věku 70-80 let

ukazovaly v průměru o 20-40% nižší svalovou sílu v porovnání s mladými zdravými jedinci.

Můžeme se setkat také s iatrogenně navozenou instabilitou. Ta bývá způsobena především ototoxickými vlivy některých léků. Mezi léky s takovýmto účinkem patří aminoglykosidy, salicyláty, diuretika nebo bicyklická antidepresiva (Ambler, 2000).

Další příčinou, která může způsobovat instabilitu, je vliv vnějšího prostředí. Staří lidé často vykazují problémy s přizpůsobením v různých situacích ovlivněných vnějším prostředím jako např. chůze ve špatně osvětlených prostorách, chůze po nerovných plochách nebo nevhodná obuv (Sihvonen, 2004).

Také bylo prokázáno, že s rostoucím věkem dochází ke zpomalení kognitivních funkcí, jako je paměť a pozornost, které jsou pro udržování rovnováhy taktéž důležité (Sihvonen, 2004).

Pro poruchy stability a problémy s udržením rovnováhy ve vyšším věku se používá termín presbystasis. Vyskytuje se až u poloviny osob nad 65 let (Topinková, 2005). Poruchy rovnováhy mají stoupající frekvenci ve vyšším věku a ve věku 75 let a výše představují jednu z nejčastějších stížností nemocných u praktických lékařů (Ambler a Jeřábek, 2008).

Problémy s rovnováhou související s pokročilým věkem byly popsány na základě klinických i laboratorních zkoumání (Sihvonen, 2004).

Podle americké studie z roku 2012, která vyhodnocovala data z národního zdravotního průzkumu, zažilo problémy s rovnováhou nebo závratě 20 % starších lidí nad 65 let (Lin a Bhattacharyya, 2012). Dle Amblera a Jeřábka (2008) se odhaduje, že závratě udává alespoň 25% lidí ve věku nad 75 let.

Lin a Bhattacharyya (2012), ve své studii také zjistili, že potíže s rovnováhou postihují častěji ženy než muže. Naopak Borah (2007) udává, že posturální nestabilita je více evidentní u mužů než u žen. Sihvonen (2004) ve své práci píše, že k rozdílným výsledkům mezi muži a ženami mohou přispívat odlišné fyziologické vlastnosti, jako je periferní vnímání, svalová síla nebo hormonální vlivy. Dále také uvádí, že odlišné závěry u různých studií mohou být dány rozdíly ve studovaných populacích a metodách měření.

Hlavním rizikem instability jsou pády (Kalvach, 2004). Ty často vedou k úrazům, které mohou způsobit ztrátu soběstačnosti a snížení kvality života (Salzman, 2010). Častým a závažným následkem pádu u seniorů jsou zlomeniny v důsledku osteoporózy. Nejčastěji se jedná o zlomeniny proximálního femuru, distálního předloktí

a kompresivní zlomeniny obratlů (Ambler, 2000). Pády však mohou být příčinou nejen úrazů, ale také úmrtí (Borah, 2007). V ČR představují pády u seniorů nad 65 let asi 60% úrazů končících smrtí (Kalvach, 2008).

Ačkoliv se motorické schopnosti vyvíjejí spontánně, o jejich konečné míře rozhoduje kvalita a kvantita těchto aktivit během života. To je důvod, proč je fyzická aktivita ve vývojovém věku a její udržování v pozdějším životě tak důležitá. Současný životní styl, zejména nedostatek fyzické aktivity je civilizačním problémem (Famula, 2013). Významnou roli v problematice rovnováhy seniorů má prevence. Informovanost starší populace o důležitosti pravidelné pohybové aktivity a zajištění správného prostředí může do jisté míry mírnit důsledky stárnutí (Borah, 2007).

2. 3 Virtuální realita

Rychlý rozvoj techniky umožnil vyvinutí, nového komunikačního přístupu mezi člověkem a počítačem, kterým je práce v uměle generovaném prostředí, které využívá virtuální realita (Mlíka, Janura, Mayer, 2005).

Virtuální realita (VR) je popisována jako počítačem simulované prostředí. Simulace využívá počítačovou grafiku. Klíčovou vlastností virtuální reality je interaktivita, to znamená, že vytvořený svět není statický, ale reaguje na vstup uživatele. Uživatel je vtážen do vytvořeného světa, se kterým komunikuje (Riva, 2006).

Systém virtuální reality je kombinací hardwaru a softwaru, který vývojářům umožňuje vytvářet aplikace virtuální reality. Je obvykle tvořen:

- výstupními nástroji
- vstupními nástroji
- grafickým systémem
- softwarem pro vytváření virtuálního světa (Riva, 2006)

Výstupní zařízení slouží k uvedení uživatele do virtuálního prostředí. Může se jednat o vizuální, sluchové, hmatové nebo čichové rozhraní (displej, reproduktory, sluchátka), (Riva, 2006).

Vstupní zařízení hlásí polohu a pohyby uživatele. Jde o tzv. trackery – sledovače pohybu. Ty mohou být magnetické, akustické, optické nebo mechanické. Konkrétním příkladem je např. počítačová myš (Riva, 2006). Sledovač musí být bezchybný a nesmí mít zpoždění při přenosu dat (Mlíka, Janura, Mayer, 2005).

2. 3. 1 Virtuální realita v rehabilitaci

Virtuální realita je využívána v řadě oborů. Nejen v oblasti techniky, ale i v oblasti umění nebo lékařství. Uplatnění našla také v rehabilitaci (Mlíka, Janura, Mayer, 2005). Pacient je aktivní účastník, má možnost naučit se zvládat problematické situace související s jeho poruchou (Halton, 2008).

Rozšířená virtuální rehabilitace využívá kombinaci simulačních cvičení s využitím virtuální reality a klasického cvičení bez virtuální reality (Burdea, 2003).

K rehabilitaci s využitím virtuální reality se používají buď systémy vytvořené přímo k tomuto účelu, nebo se využívá komerčních technologií, jako jsou Xbox, Playstation, Nintendo, Kinect a mnohé další (Halton, 2008). Výhodou komerčních herních systémů je bezesporu jejich cena. Problémem ale může být, že tyto aplikace byly navrženy a testovány za účelem zábavy nikoliv jako zdravotnické prostředky a nemusí být zcela použitelné u osob s postižením (Lange, 2010).

Virtuální rehabilitace vznikla na podkladě spolupráce mezi technickými inženýry věnujícími se informačním technologiím, lékaři a rehabilitačními pracovníky. Tato spolupráce sdružuje potřebné odborné znalosti a umožňuje zkoumání a další rozvoj virtuální rehabilitace (Halton, 2008).

2. 3. 2 Výhody a nevýhody virtuální rehabilitace

Virtuální rehabilitace má nepochybně své výhody, ale také nevýhody. Jednou z výhod je bezpečnost ve smyslu navození situací, které by v reálném životě byly pro pacienta nebezpečné. Takto se nácvik určité činnosti odehrává v kontrolovaném prostředí, které situaci pouze simuluje. Lze tak nacvičovat například manipulaci s horkým nápojem bez obav z jeho skutečného vylití a způsobení poranění. Další výhodou je univerzálnost. Jeden systém lze využít u různých typů pacientů s různými diagnózami. Dále je zde možnost terapie v domácím prostředí, která šetří čas. Dalšími výhodami mohou být možnost dokumentace, uložení dat v on-line databázi a možnost okamžitého vyhodnocení a korekce případných chyb. V neposlední řadě je to lepší motivace a zaujetí pacienta formou hry (Mlíka, Janura, Mayer, 2005, Burdea, 2003, Halton, 2008).

Nevýhodou můžou být vysoké pořizovací náklady, nutná technická odbornost nebo negativní projevy při aplikaci VR. Ty se mohou vyskytovat u citlivých jedinců a v případě špatně fungujícího systému. Nadměrná stimulace očních fotoreceptorů

z působení světla o vysoké intenzitě z displeje se může projevit pálením očí. Může se objevit tzv. cybersickness, to je stav vznikající jako důsledek imerze do virtuálního prostředí a projevuje se pohybovou nevolností (kinetózou). Hlavní symptomy mohou být bolesti očí, dezorientace, posturální nejistota, pocení, bledost, sucho v ústech, nauzea, případně zvracení. Může se objevit únava šíjového svalstva, především u systémů využívajících hlavové přilby a displeje (Mlíka, Janura, Mayer, 2005, Halton, 2008).

2. 3. 3 Využití virtuální reality u seniorů

Udržení funkční nezávislosti je hlavní prioritou stárnoucích lidí. Pokrok v oblasti počítačových technologií a informačních systémů má potenciál pomáhat v dosažení tohoto cíle zvyšováním senzomotorických a kognitivních funkcí potřebných pro každodenní aktivity (Lange, 2010).

Využití technologií by nemělo být zaměřeno pouze na disabilitu a patologii, ale na zlepšování kvality života v jakémkoli věku (Lange, 2010).

O souhrn poznatků týkajících se použití herních systémů jako nástroje pro zlepšování zdraví seniorů se pokusil Marin a kol. (2011) ve své práci. Rozděluje systémy do dvou skupin, herní systémy zaměřené na trénování dolních končetin a rovnováhy a herní systémy pro rehabilitaci horních končetin. Jako systémy pro dolní končetiny a rovnováhu uvádí modifikovanou verzi hry Dance Dance Revolution využívající taneční podložku připojenou k počítači, systém Otago Exercises využívající stabilometrickou plošinu a počítač a systém SilverBalance s plošinou Wii Balance Board propojenou s počítačem. Pro rehabilitaci horních končetin je uvedeno také několik systémů. Systém používající počítač, webkameru a speciální rukavici pro snímání pohybu, dále využití robotického systému a systém založený na využití dotykové obrazovky (Garcia Marin, Felix Navaro, Lawrence, 2011).

V posledních letech proběhla řada studií zaměřujících se na využití interaktivních herních systémů u seniorů ke zlepšení jejich rovnováhy, motorických schopností i celkové kondice.

Williams a kol. (2011) provedli na univerzitě South Indiana studii, jejímž cílem bylo zjistit zdravotní výhody použití Nintendo Wii u zdravé populace starších lidí. Studie zkoumala vliv této formy cvičení na rovnováhu a denní aktivity těchto lidí. Zkoumaný vzorek byla skupina 22 zdravých starších lidí ve věku 74 – 94 let. Jednalo se o 4 muže a 18 žen, kteří absolvovali dvacetiminutová sezení 3x týdně po dobu čtyř

týdnů, při kterých cvičili balanční a aerobní aktivity s využitím systému Nintendo Wii. K porovnání výsledků před a po terapii byla použita Berg Balance Scale. Výsledky ukázaly zlepšení rovnováhy u všech 22 seniorů. Všichni účastníci navíc udávali, že je terapie touto formou bavila. Kvantitativní výsledky spolu s neoficiálními výsledky obdrženy po skončení studie naznačují, že použití Nintenda Wii může být efektivní a atraktivní prostředek pro zlepšování rovnováhy a celkové kondice seniorů.

Dánská studie Aarhus a kol. (2011) prezentuje reakci tří skupin seniorů s různým stupněm mentálních a fyzických schopností na hraní her a diskutuje o tom, jak herní systém může přispět k motivaci pacienta při rehabilitaci. Celkem 13 seniorů rozdělených do tří skupin absolvovalo 2x týdně 60 minutové sezení po dobu tří měsíců. První nejvíce aktivní skupina sestávala ze čtyř seniorů ve věku 62-76 let, kteří byli zcela soběstační a nezávislí. Druhá skupina byla tvořena také čtyřmi seniory, ve věku 61-84 let, kteří vykazovali zhoršenou rovnováhu. Třetí skupinu tvořilo 5 seniorů ve věku 69-89 let, kteří používali chodítko nebo vozík. Byli zde senioři po CMP nebo se ztrátou paměti. Na začátku terapie, v průběhu a na konci byl u všech skupin proveden Senior Fitness Test, který obsahuje 9 testů zaměřených na motorické schopnosti. Testy ukázaly pozitivní efekt herního systému Nintendo Wii na zlepšení motorických schopností a koordinace. Všechny tři skupiny považovali formu terapie za zábavnou. Autoři studie nicméně uvádějí, že Nintendo Wii by mělo být považováno za doplněk ke klasickému cvičení, nikoliv za jeho náhradu.

Ke stejnému závěru, že systémy využívající virtuální realitu v rehabilitaci nemají nahradit běžné rehabilitační programy, ale mají je pouze doplnit, došel i Duque a kol. (2013). Ve své studii se zabývá vlivem terapie pomocí systému Balance Rehabilitation Unit (BRU) na rovnováhu seniorů s historií pádu. Studie se účastnilo celkem 60 seniorů nad 65 let. Studie prokázala pozitivní vliv systému BRU na rovnováhu u starších osob s pády již po šesti týdnech trénování. Navíc po 9 měsících od zahájení terapie bylo prokázáno snížení počtu pádů a také snížení strachu z pádu, a to v mnohem větší míře než u kontrolní skupiny, která absolvovala terapii bez virtuální reality.

Agmon a kol. (2011) zjišťoval bezpečnost a proveditelnost terapie s použitím systému Nintendo Wii Fit na zlepšení rovnováhy seniorů. Zúčastnilo se 7 seniorů ve věku 84 a 85 let. Terapie probíhala v domácím prostředí po dobu 3 měsíců. Senioři cvičili 30 minut 3x týdně. Terapeut obdržel po telefonu vždy týdenní hodnocení. Prokázalo se zlepšení rovnováhy a zvýšení rychlosti chůze. Bezpečnost a použitelnost pro tuto skupinu pacientů byla také prokázána.

Jiné zahraniční studie z posledních let se zaměřily na porovnání terapie seniorů s využitím stabilometrické plošiny a herního systému, klasického cvičení rovnováhy a jiných přístupů např. Tai-chi.

Bateni (2012) porovnává trénink rovnováhy u starších lidí s využitím herní konzole Wii Fit s klasickou fyzioterapií. Celkem 15 účastníků studie, 8 mužů a 9 žen, ve věku 53 – 91 let, bylo rozděleno do tří skupin. Všechny tři skupiny absolvovaly terapii 3x týdně po dobu 4 týdnů. Rozdíl byl v náplni jednotlivých terapií. První skupina cvičila klasickou fyzioterapii i cvičení s herní konzolí Wii Fit, druhá skupina měla pouze terapii s Wii Fit a třetí skupina pouze klasickou fyzioterapii. Úspěšnost terapie byla hodnocena pomocí Berg Balance Scale a Bubble testu, který je součástí softwaru herní konzole. Testování proběhlo třikrát. Před započítím terapie, v jejím průběhu a po ukončení terapie. Ve všech třech skupinách došlo ke zlepšení v testech, především v BBS. Lepší výsledky však vykazovala první skupina. Výsledkem této studie je zjištění, že samotné cvičení s využitím herní konzole Wii Fit není tak efektivní jako jeho kombinace s klasickým cvičením.

Szturm a kol. (2011) také zjišťovali vliv interaktivního herního systému se stabilometrickou plošinou na rovnováhu v porovnání s běžnou fyzioterapií. Studie, které se účastnilo 30 starších osob, prokázala větší zlepšení rovnováhy stoje u skupiny využívající videohry, než u druhé skupiny, nedošlo však ke zlepšení chůze.

Další studie porovnávala účinnost klasického nácviku rovnováhy, cvičebního programu Tai-Chi a cvičebního programu založeného na videohrách u starších lidí. Celkem 40 starších účastníků bylo rozděleno do tří skupin. Každá skupina cvičila jinou metodou. Klasický nácvik rovnováhy probíhal formou čtrnácti funkčních aktivit, jako například stoj a chůze po nerovném povrchu, stoj na jedné noze, chůze přes překážky, nesení sklenice s vodou během chůze, postavování ze sedu do stoje, tandemová chůze vpřed podél čáry a další. Tai-Chi cvičení obsahovalo čtyři sestavy založené na pomalých kontinuálních pohybech kombinovaných s hlubokým bráničním dýcháním. U cvičebního programu využívajícího herní konzoli Wii Fit byly použity balanční hry z programu Wii Fit. Každý účastník měl svůj profil, kde mohl sledovat svoje výsledky. Po osmi týdnech tréninku výsledky studie ukázaly, že všechny použité metody pro zlepšení stability mají stejný efekt (Pluchino a kol., 2012).

2. 3. 4 Systém pro domácí použití

V Laboratoři aplikací virtuální reality v Praze na Albertově, která funguje na základě spolupráce FBMI ČVUT a Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK byl vyvinut nový systém pro trénink rovnováhy fungující na principu biologické zpětné vazby. Jedná se o modifikovanou verzi systému Stereo Balance přizpůsobenou pro použití v domácím prostředí. Systém využívá stabilometrickou plošinu Nintendo Wii Balance Board, která je komerčním produktem herní konzole Wii. Plošina snímá polohu těla a rozložení tlakových sil stojícího člověka pomocí čtyř tenzometrů umístěných v rozích plošiny. Je napájena čtyřmi AA bateriemi a má nosnost 150 kg. Plošina je bezdrátově, pomocí bluetooth připojena k tabletu, ve kterém je nahrán program pro trénink rovnováhy (Bohunčák, Janatová, Tichá, 2011, Tichá, Janatová, Bohunčák, 2013).



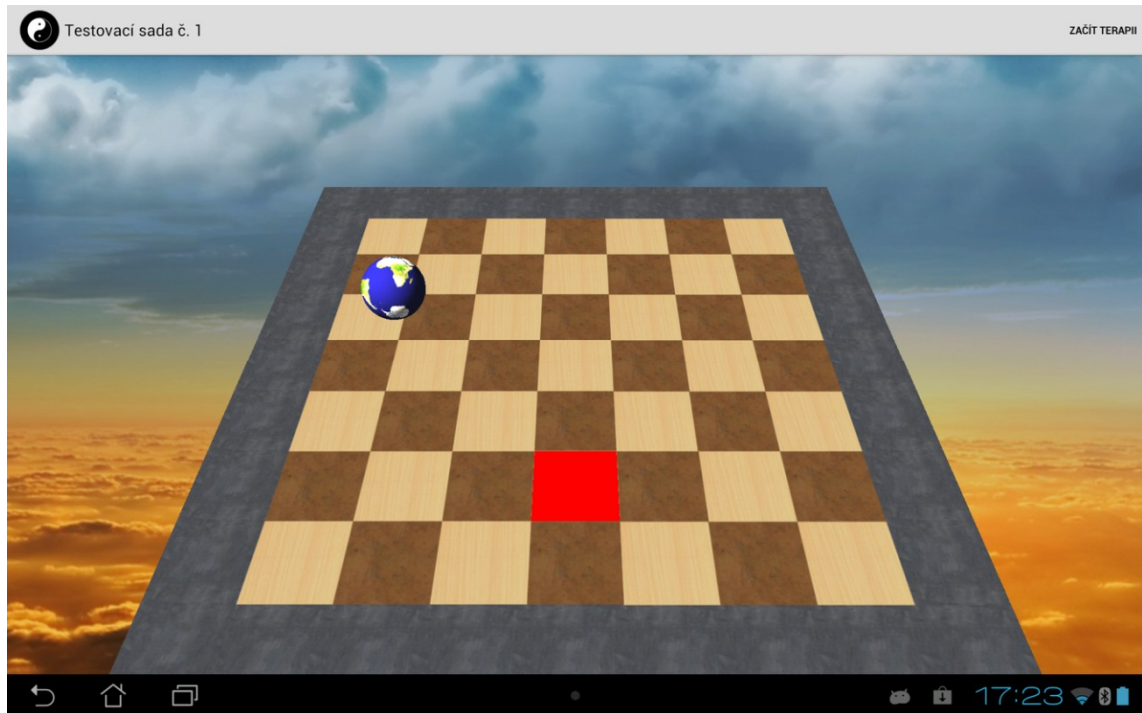
Obr. 2: Stabilometrická plošina Wii Balance Board

(Převzato z: <http://wiizone.cz/category/wii-hry-games/balance-board-games/>)

Na displeji tabletu se zobrazuje tréninková scéna – šachovnice 7x7 polí. Těžiště člověka, který na plošině stojí, je představováno míčem – zeměkoulí, která reaguje pohybem na jeho vychylování. Trénink probíhá tak, že se červeně rozsvítí jedno z polí šachovnice. Cílem je dostat zeměkouli pohybem těžiště na toto červené pole a setrvat, dokud se nezmění z červeného na zelené pole. V tu chvíli se objeví červené pole v jiné části šachovnice a celý proces se opakuje. Tímto způsobem pokračuje trénink, dokud

není vyčerpán předem nastavený počet polí, která se mají rozsvítit. Na konci se na obrazovce zobrazí čas trvání tréninku, který je důležitý ke zhodnocení úspěšnosti.

Set dále obsahuje adaptér pro dobíjení baterie tabletu a stojánek na tablet, který umožňuje umístit tablet do výše očí tak, aby bylo na displej dobře vidět.



Obr. 3: Tréninková scéna (vlastní zdroj)

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3. 1 Metody praktické části

3. 1. 1 Cíle a otázky praktické části

Cílem práce je zhodnotit vliv domácího tréninku využívajícího stabilometrickou plošinu a systém virtuální reality na stabilitu seniorů nad 65 let. Pro zhodnocení efektu byla vybrána objektivizační metoda vyšetření na tlakové desce Footscan® a dva klinické testy pro hodnocení rovnováhy stoje a chůze. Praktické části se zúčastnilo sedm probandů. Součástí práce jsou dvě kazuistiky. Úkolem je zjistit, zda se změní údaje naměřené před započítím terapie a údaje naměřené po jejím ukončení a pokud ano, jakým způsobem. Dále vyhodnotit průběh tréninku v domácím prostředí z časů jednotlivých cvičení.

Otázky, na které by měla tato prací odpovědět, zní:

Změní se parametry vyšetření rovnováhy stoje a chůze před a po tréninku?

Jaký bude vývoj časů jednotlivých cvičení v průběhu domácího tréninku?

Předpokladem je, že dojde ke změně údajů naměřených před a po terapii pomocí přístroje Footscan®, a že se časy jednotlivých cvičení budou postupně zlepšovat. Naopak u kineziologického rozboru a neurologického vyšetření je předpoklad, že k výrazným změnám nedojde.

3. 1. 2 Charakteristika souboru probandů

Výběr probandů probíhal oslovením studentů Univerzity třetího věku 1. LF UK. Ze zájemců byli vybráni ti senioři, kteří splňovali daná kritéria. Vstupními kritérii byl věk nad 65 let, schopnost samostatného stoje a neporušené kognitivní funkce (kvůli schopnosti pochopit zadání). Soubor probandů je tvořen šesti ženami a jedním mužem ve věkovém rozmezí 67 – 73 let.

3. 1. 3 Průběh praktické části

Na první schůzce byli účastníci seznámeni se systémem určeným pro domácí trénink stability (stabilometrická plošina + tablet), prakticky si vyzkoušeli, jak trénink

na plošině probíhá. Byli informováni o průběhu všech vyšetření i samotného tréninku. Byly zodpovězeny jejich otázky. Všichni podepsali informovaný souhlas (Příloha 2).

Dále bylo provedeno vstupní vyšetření a zapůjčení setu domů, následoval čtyřtýdenní trénink v domácím prostředí a poté vrácení zapůjčeného setu a výstupní vyšetření. Vstupní i výstupní vyšetření probíhalo na Klinice rehabilitačního lékařství v Praze na Albertově.

3. 1. 3. 1 Vstupní vyšetření a zapůjčení setu

Před započítáním tréninku absolvoval každý z probandů vstupní vyšetření, během kterého mu byla odebrána anamnéza. Následovaly dva klinické testy na zhodnocení rovnováhy stoje a chůze a vyšetření pomocí dynamické plantografie na přístroji Footscan®. Prvním klinickým testem byl Tinetti Balance and Gait Assessment, druhým Timed Up and Go test. Oba testy jsou popsány v teoretické části práce (kapitola 2. 1. 5. 1). Měření na přístroji Footscan® zahrnovalo měření stoje a měření chůze a probíhalo bez obuvi. Stoj byl vyšetřován ve čtyřech variacích. Stoj o široké bázi s otevřenými očima (stoj I), stoj o široké bázi se zavřenými očima (stoj I ZO), stoj o úzké bázi s otevřenými očima (stoj II) a stoj o úzké bázi se zavřenými očima (stoj II ZO). Měření každého stoje trvalo 10 s. Vyšetření chůze probíhalo tak, že vyšetřovaná osoba vykonala několik kroků po plošině. Dvěma seniorkám, které s vyšetřením souhlasily, byl proveden ještě kineziologický rozbor a zkrácené neurologické vyšetření.

Po absolvování výše uvedených vyšetření byli probandi instruováni k domácímu tréninku na plošině. Bylo jim vysvětleno a ukázáno, co vše je součástí setu, jak se přístroj zapíná a vypíná, jak ho správně zapojit a spustit požadovaný program pro trénink stability. Dále byli instruováni o správném provádění samotného tréninku – správný stoj na plošině, umístění tabletu do výše očí atd. Každý proband obdržel tyto instrukce i v tištěné podobě. Také obdržel vytištěnou tabulku pro záznam domácí terapie. Cvičení na plošině si každý pod dohledem vyzkoušel. Na závěr byl podepsán protokol o zapůjčení setu.

3. 1. 3. 2 Trénink v domácím prostředí

Doba trvání tréninku v domácím prostředí byla stanovena na čtyři týdny. Frekvence cvičení každý den 1x, ideálně ve stejnou denní dobu. Cvičení probíhalo na přístroji vyvinutém pro domácí trénink stability, který je popsán v teoretické části této

práce (kapitola 2. 3. 4). Tréninková jednotka obsahovala přípravu před cvičením a samotné cvičení na plošině. Doba trvání byla individuální u každého účastníka i u každého cvičení. V programu byl nadefinován počet opakování cviku a záleželo na probandovi, jak rychle jednotku zvládl. Výsledný čas každého cvičení si probandi zapisovali do tabulky (Příloha 3), kam rovněž zapisovali i svůj aktuální stav a případné problémy, které cvičení provázely.

3. 1. 3. 3 Výstupní vyšetření a vrácení setu

Po čtyřech týdnech tréninku se probandi dostavili opět na KRL, kde proběhlo vrácení setu a výstupní vyšetření. Výstupní vyšetření obsahovalo stejné položky jako vstupní vyšetření.

3. 1. 4 Zpracování získaných dat

Získané údaje z vyšetření dvou probandů jsou zpracovány formou kazuistik, které obsahují anamnézu, vstupní a výstupní vyšetření (kineziologický rozbor, neurologické vyšetření, Footscan® vyšetření) návrh terapie a shrnutí změn, které nastaly.

Jako parametr, který je hodnocen u Footscan® vyšetření stoje byla vybrána hodnota COF Total Traveled Way (TTW), která ukazuje celkovou dráhu změny zatížení během měření, které probíhá 10 s. Hodnota COF TTW je udávána v milimetrech. Dále jsou porovnávány obrázky ze vstupního a výstupního vyšetření zobrazující rozložení tlaku pod ploškou a zatížení DKK při stoji a hodnocení chůze.

Dalším vyhodnocovaným parametrem jsou časy jednotlivých cvičení udávané v sekundách, které si probandi zapisovali během domácího tréninku. Tyto hodnoty jsou zpracovány formou tabulek a grafů v Microsoft Office Excel.

3. 2 Kazuistiky

3. 2. 1 Kazuistika 1:

Vyšetřovaná osoba: M. O.

Pohlaví: žena

Věk: 67

Anamnéza

RA: v rodině 1x kardiovaskulární onemocnění, 2x onkologické onemocnění

OA: běžné dětské nemoci

koxartróza, gonartróza

varixy

časté cystitidy

Lymeská borelióza

Úrazy: fraktura pately L kolene (2011)

Operace: APE, osteosyntéza pately L kolene po fraktuře (2011)

PA: nyní SD, dříve pracovala jako úřednice

SA: bydlí v bytě s manželem

Zájmy: Univerzita třetího věku, Nordic walking

AA: Biseptol

FA: Condrosulf, Detralex, Doxybene

Abusus: kouření: ne

alkohol: výjimečně

NO: subjektivní potíže s rovnováhou, zejména při oblékání a hygieně při stožení na jedné DK

Předchozí fyzioterapie: před 2 lety docházela na fyzikální terapii (magnet, UZ) z důvodu artrózy

Dominantní končetina: pravá

Vstupní vyšetření

Datum: 16. 1. 2014

Kineziologický rozbor

Status presens:

Objektivně: při vědomí, orientovaná místem, časem i osobou, komunikující, spolupracující

Subjektivně: cítí se dobře, bolest neguje

Aspekce:

Somatotyp: normostenický

Barva kůže: v normě

Otok: bez otoků

Varixy: na obou DKK

Jizvy: jizva na levém koleni obloukovitě kolem pately cca 15 cm, svislá jizva ve střední linii nad pupkem cca 7 cm, šikmá jizva vpravo pod pupkem cca 6 cm

Dýchání: horní hrudní, povrchové, bez dušnosti

Hodnocení postavy zepředu: halux vagus pravé nohy, viditelné varixy na obou DKK, více prominující levé koleno, asymetrické tajle, asymetrické klavikuly, levé rameno výš

Hodnocení postavy z boku: mírně prominující břicho, inspirační postavení hrudníku, hyperlordóza bederní páteře, hrudní páteř spíše oploštělá, hlava mírně v protrakci

Hodnocení postavy zezadu: P Achillova šlacha ve větším napětí, mírně ochablé gluteální svaly, prominující paravertebrální svaly v oblasti bederní páteře stranově symetrické, asymetrické tajle – pravá výraznější, prominující lopatky, levá lopatka výš, levé rameno výš

Palpace:

Teplota kůže: v normě

Svalový tonus: hypertonus paravertebrálních svalů v oblasti bederní páteře, oboustranně, hypertonus obou trapézových svalů, jinak svalový tonus v normě

Otoky: bez otoků

Jizvy: jizva na levém koleni – dobře zhojená, palpačně nebolestivá, dobře posunlivá, jizva nad pupkem – dobře zhojená, palpačně nebolestivá, dobře posunlivá, jizva pod pupkem vpravo – dobře zhojená, palpačně nebolestivá, dobře posunlivá

Vyšetření stoje:

Rombergova zkouška: stoj I: stabilní, stoj II: stabilní, stoj III: mírné titubace

Stoj na jedné DK: stoj na pravé noze: mírné titubace, výdrž 15 s

stoj na levé noze: nestabilní, výrazné titubace, padá, výdrž 2 s

Vyšetření chůze:

Normální chůze: bez problémů, kroky symetrické, správný souhyb HKK

Tandemová chůze: hodně pomalá, titubace

Chůze po špičkách: pomalá, titubace

Chůze po patách: pomalá, titubace

Kompenzační pomůcky: bez pomůcek

Tinetti test: 28/28

Timed Up and Go test: 8 s

Kloubní pohyblivost:

aktivní kloubní rozsahy bez omezení, hodnoceno orientačně

Svalová síla:

svalová síla v normě, bez oslabení, hodnoceno orientačně

Neurologické vyšetření:

Šlachookosticové reflexy: v normě

Taxe: bez patologického nálezu

Diadochokineza: bez patologického nálezu

Hluboké cití: neporušeno

Povrchové cití: špatná citlivost v oblasti palce pravé nohy, jinak neporušeno

Footscan® vyšetření

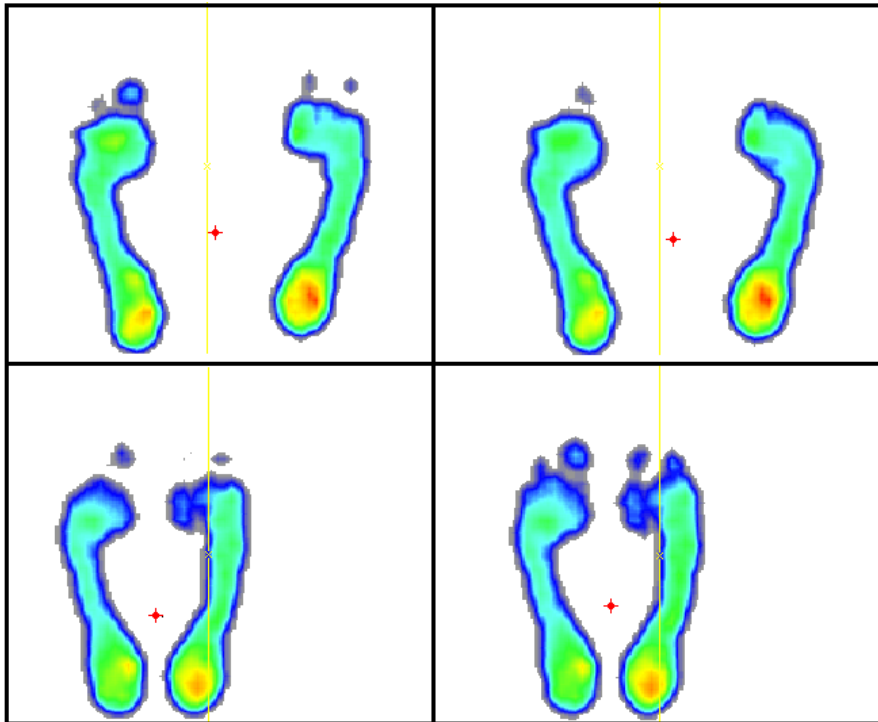
Stoj:

stoj I: váha více na patách, výrazně převažuje zatížení PDK, COF TTW: 184 mm

stoj I ZO: váha hlavně na patách, výrazně převažuje zatížení PDK, COF TTW: 154 mm

stoj II: váha více na patách, převažuje zatížení PDK, COF TTW: 118 mm

stoj II ZO: váha více na patách, převažuje zatížení PDK, COF TTW: 181 mm



Obr. 4: Footscan® vstupní vyšetření - stoj: proband 1

stoj I (vlevo nahoře), stoj I ZO (vpravo nahoře), stoj II (vlevo dole), stoj II ZO (vpravo dole)

Chůze:

LDK při chůzi více zatížena, odval postupuje od paty středem plošky a končí v úrovni druhého prstu. Odval na PDK začíná na patě a pokračuje spíše přes palcovou hranu chodidla a končí v úrovni druhého prstu. Malíková hrana je minimálně zatížena.

Návrh terapie:

Trénink rovnováhy s využitím stabilometrické plošiny a systému virtuální reality v domácím prostředí po dobu čtyř týdnů. Frekvence cvičení – každý den.

Výstupní vyšetření

Datum: 6. 2. 2014

Status presens:

Objektivně: při vědomí, orientovaná místem, časem i osobou, komunikativní, spolupracující

Subjektivně: udává bolest P loketního kloubu

Kineziologický rozbor ani neurologické vyšetření se od vstupního vyšetření nezměnilo.

Tinetti test: 28/28

Timed Up and Go test: 8 s

Footscan® vyšetření

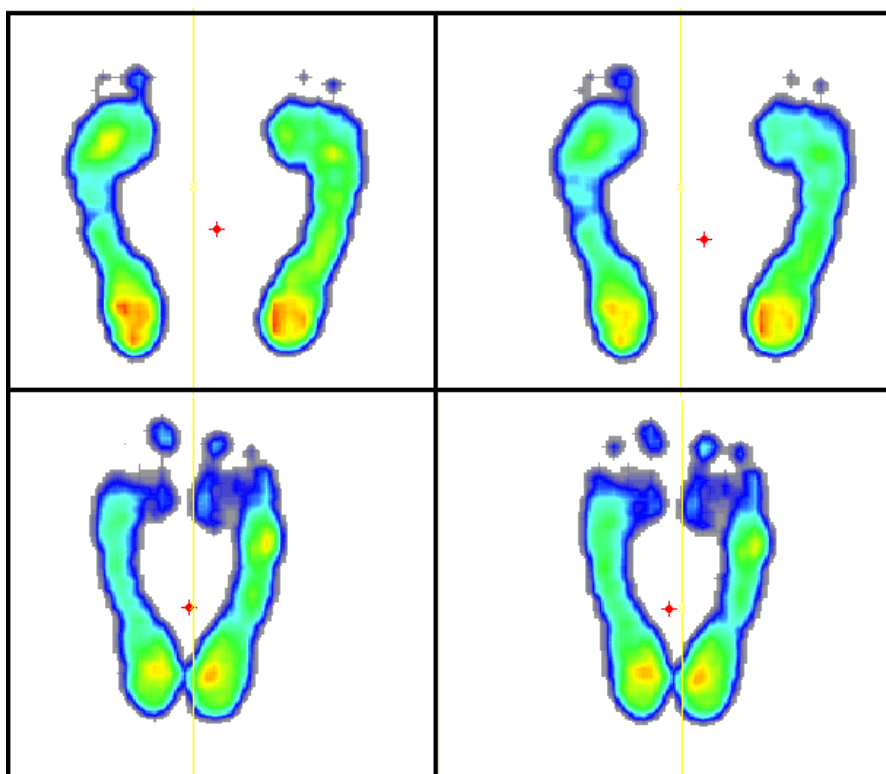
Stoj:

Stoj I: lepší rozložení váhy na plosce, zatížení končetin více vyrovnané, COF TTW: 214 mm

Stoj I ZO: lepší rozložení váhy na plosce i mezi oběma DKK, COF TTW: 177 mm

Stoj II: lepší rozložení váhy na plosce i mezi oběma DKK, COF TTW: 151 mm

Stoj II ZO: lepší rozložení váhy na plosce i mezi oběma DKK, COF TTW: 155 mm



Obr. 5: Footscan® výstupní vyšetření - stoj: proband 1

stoj I (vlevo nahoře), stoj I ZO (vpravo nahoře), stoj II (vlevo dole), stoj II ZO (vpravo dole)

Chůze:

Odval na LDK začíná na patě, pokračuje středem plosky a končí na palci. Na PDK postupuje odval od paty přes malíkovou hranu a končí na palci. Rozložení váhy mezi končetinami je rovnoměrné.

Závěr:

Po absolvování terapie nedošlo k výrazným změnám v držení těla, rozsahu kloubní pohyblivosti a svalové síly. Změny nenastaly ani u neurologického vyšetření, ve kterém

již při vstupním vyšetření nebyly nalezeny žádné významné patologie. V Tinetti testu byl dosažen již před terapií plný počet bodů, po terapii zůstal výsledek nezměněn. Hodnoty Timed Up and Go testu při vstupním i výstupním vyšetření jsou shodné – 8 s, nedošlo tedy ke zlepšení ani v tomto testu, ale opět hodnoty naměřené již před terapií byly velmi dobré. Při porovnávání Footscan® vyšetření před a po terapii je patrné, že při výstupním vyšetření jsou hodnoty COF TTW téměř u všech vyšetřovaných stojů mírně zvýšeny. Jediným stojem, u kterého hodnota COF TTW klesla je stoj II ZO. Zlepšení však nastalo v poměru zatížení jednotlivých končetin a rozložení váhy na plošce. Na obrázcích můžeme vidět, že po terapii je rozložení váhy více rovnoměrné. Mírné zlepšení nastalo i v rozložení váhy mezi oběma končetinami během chůze. Došlo také ke zlepšení odvalu PDK.

3. 2. 2 Kazuistika 2:

Vyšetřovaná osoba: J. S.

Pohlaví: žena

Věk: 67

Anamnéza

RA: nevýznamná

OA: běžné dětské nemoci

HT

Parkinsonský syndrom

Úrazy: žádné

Operace: žádné

PA: nyní SD, dříve pracovala jako novinářka, nakladatelka, úřednice a hudebnice

SA: bydlí sama v rodinném domě

Zájmy: zahrada, čtení knih, cestování

AA: neguje

FA: Equitab, Prestarium

Abusus: kouření: exkuřák

alkohol: příležitostně

NO: subjektivní potíže s rovnováhou

Předchozí fyzioterapie: před 3 lety elektroléčba pravého ramene kvůli bolesti ramene

Dominantní končetina: pravá

Vstupní vyšetření

Datum: 13. 2. 2014

Kineziologický rozbor

Status presens:

Objektivně: při vědomí, orientovaná místem, časem i osobou, komunikující, spolupracující

Subjektivně: cítí se dobře, bolest neuguje

Aspekce:

Somatotyp: normostenický

Barva kůže: v normě

Otok: bez otoků

Varixy: bez varixů

Jizvy: bez jizev

Dýchání: horní hrudní, povrchové

Hodnocení postavy zepředu: zevní rotace v kyčlích více na pravé DKK, propadlá podélná klenba na obou DKK, více na pravé DK, asymetrická pánev levá SIAS výš, levé rameno výš

Hodnocení postavy z boku: mírně prominující břicho, hyperlordóza bederní páteře, hyperkyfóza hrudní páteře, protrakce hlavy

Hodnocení postavy zezadu: mírně ochablé gluteální svaly, šikmá pánev, více zvednutá na levé straně, prominující paravertebrální svaly v oblasti bederní páteře více na levé straně, mírná skolióza páteře, levé rameno výš

Palpace:

Teplota kůže: v normě

Svalový tonus: v normě

Otoky: bez otoků

Jizvy: bez jizev

Vyšetření stoje:

Rombergova zkouška: stoj I: stabilní, stoj II: mírné titubace, stoj III: výraznější titubace

Stoj na jedné DK: stabilní bez titubací

Vyšetření chůze:

Normální chůze: mírně flekční držení těla, kroky symetrické, krátké, správný souhyb
HKK

Tandemová chůze: hodně pomalá, titubace, uchylování k P straně, ještě více zvýrazněno
flekční držení těla, kroky krátké, délka kroku symetrická

Chůze po špičkách: pomalá, nestabilní, uchylování k P straně, flekční držení

Chůze po patách: pomalá, nestabilní, uchylování k P straně, flekční držení

Kompenzační pomůcky: bez pomůcek

Tinetti test: 28/28

Timed Up and Go test: 9 s

Kloubní pohyblivost:

omezena levostranná lateroflexe hlavy, omezena hybnost L ramene v krajních polohách,
ostatní bez omezení, hodnoceno orientačně

Svalová síla:

svalová síla v normě, bez oslabení, hodnoceno orientačně

Neurologické vyšetření:

Šlachookosticové reflexy: v normě

Taxe: bez patologického nálezu

Diadochokineza: bez patologického nálezu

Hluboké cití: neporušeno

Povrchové cití: neporušeno

Footscan® vyšetření

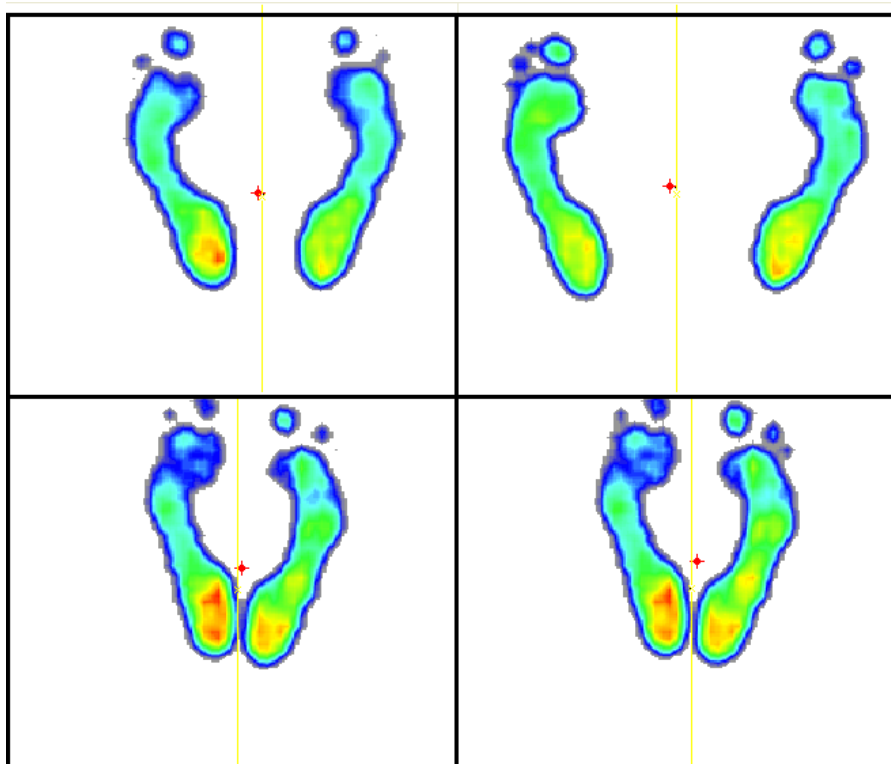
Stoj:

Stoj I: váha převážně na L patě, COF TTW: 170 mm

Stoj I ZO: rozložení váhy poměrně vyvážené, jen mírně převažuje P pata,
COF TTW: 302 mm

Stoj II: váha nejvíce na patách, více na LDK, COF TTW: 141 mm

Stoj II ZO: váha nejvíce na patách, více na LDK, COF TTW: 234 mm



Obr. 6: Footscan® vstupní vyšetření - stoj: proband 2

stoj I (vlevo nahoře), stoj I ZO (vpravo nahoře), Stoj II (vlevo dole), stoj II ZO (vpravo dole)

Chůze:

Zatížení DKK je rovnoměrné. Odval na obou končetinách probíhá od paty, středem chodidla a končí na druhém prstu v případě LDK a na palci v případě PDK.

Návrh terapie:

Trénink rovnováhy s využitím stabilometrické plošiny a systému virtuální reality v domácím prostředí po dobu čtyř týdnů. Frekvence cvičení – každý den.

Výstupní vyšetření

Datum: 13. 3. 2014

Status presens:

Objektivně: při vědomí, orientovaná místem, časem i osobou, komunikativní, spolupracující

Subjektivně: cítí se dobře, bolest nejuje

Kineziologický rozbor oproti vstupnímu vyšetření téměř nezměněn, pouze při vyšetření chůze není tolik patrné uchylování k P straně. Neurologické vyšetření beze změn.

Tinetti test: 28/28

Timed Up and Go Test: 11 s

Footscan® vyšetření

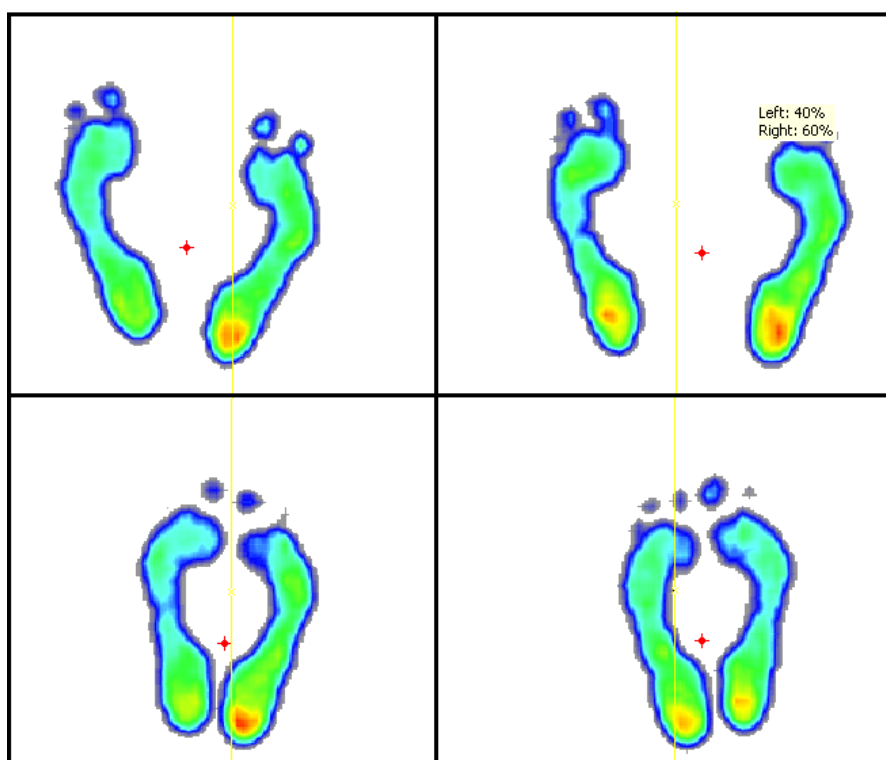
Stoj:

Stoj I: váha převážně na P patě, COF TTW: 197 mm

Stoj I ZO: váha převážně na patách, více zatížena PDK, COF TTW: 178 mm

Stoj II: váha převážně na P patě, COF TTW: 157 mm

Stoj II ZO: váha více na patách, mezi oběma DKK více vyvážená, COF TTW: 167 mm



Obr. 7: Footscan® výstupní vyšetření - stoj: proband 2

stoj I (vlevo nahoře), stoj I ZO (vpravo nahoře), stoj II (vlevo dole), stoj II ZO (vpravo dole)

Chůze:

Zatížení DKK je rovnoměrné. Odval na obou končetinách probíhá od paty, středem chodidla a končí na druhém prstu v případě LDK a na palci v případě PDK.

Závěr:

Při výstupním vyšetření bylo zjištěno zlepšení chůze v jejích modifikacích, kdy již tolik nedocházelo k uchylování k P straně, ostatní vyšetřované parametry jako držení těla, kloubní rozsahy, svalová síla, neurologické vyšetření zůstaly nezměněny. V klinických testech také nedošlo ke zlepšení. Výsledek Tinetti testu se nezměnil. V Timed Up and

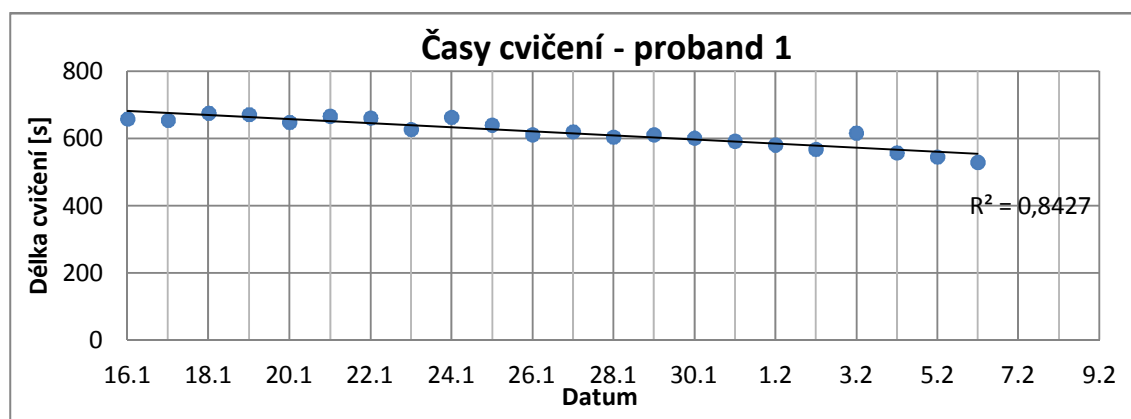
Go testu byl naměřen po terapii horší výsledek o 2 s. Ve Footscan vyšetření došlo ke změnám hodnot COF TTW ve všech vyšetřovaných stojích. Zatímco u obou stojů při otevřených očích se hodnota COF TTW mírně zvýšila, u stojů se zavřenýma očima však byla hodnota COF TTW výrazně nižší. V zatížení jednotlivých DKK došlo k přesunu váhy z levé DK více na pravou. Chůze se podle Footscan® vyšetření prakticky nezměnila.

3. 3 Výsledky

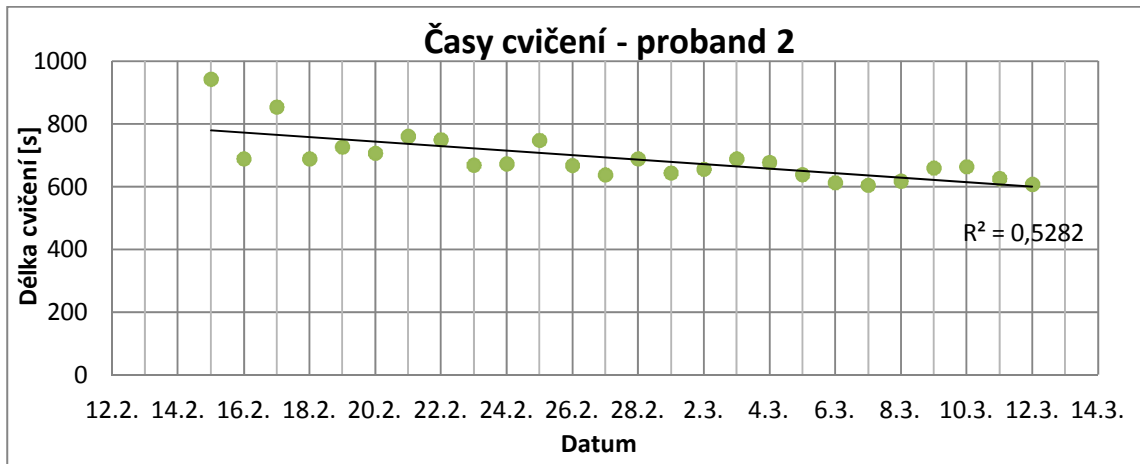
3. 3. 1 Časy jednotlivých cvičení

Následující grafy popisují časy jednotlivých cvičení v průběhu domácí terapie. Osa x znázorňuje datum cvičení, osa y čas cvičení v sekundách. Dále je v grafu vyjádřena spojnice trendu, zobrazující vývoj hodnot. R je hodnota spolehlivosti spojnice trendu. Ta je tím spolehlivější, čím více se blíží 1. Tabulky časů cvičení se nacházejí v přílohách. (Příloha 1)

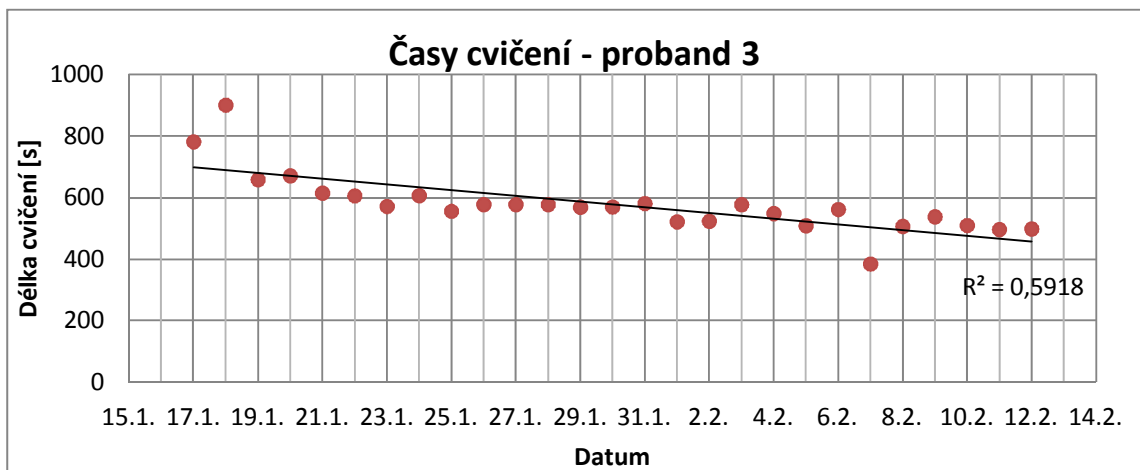
V grafech je použita metoda nahrazení chybějících dat průměrem (Howell, 2009)



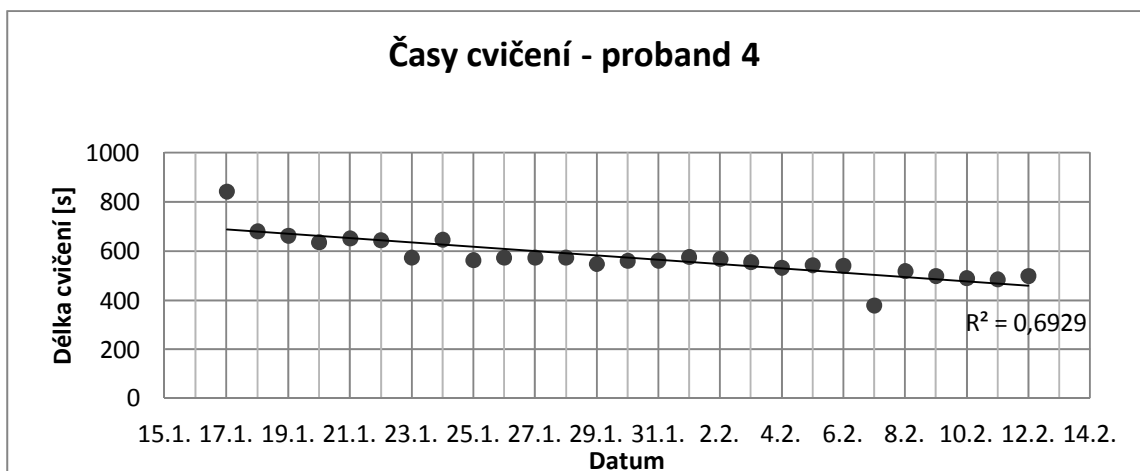
Graf 1: Časy cvičení – proband 1



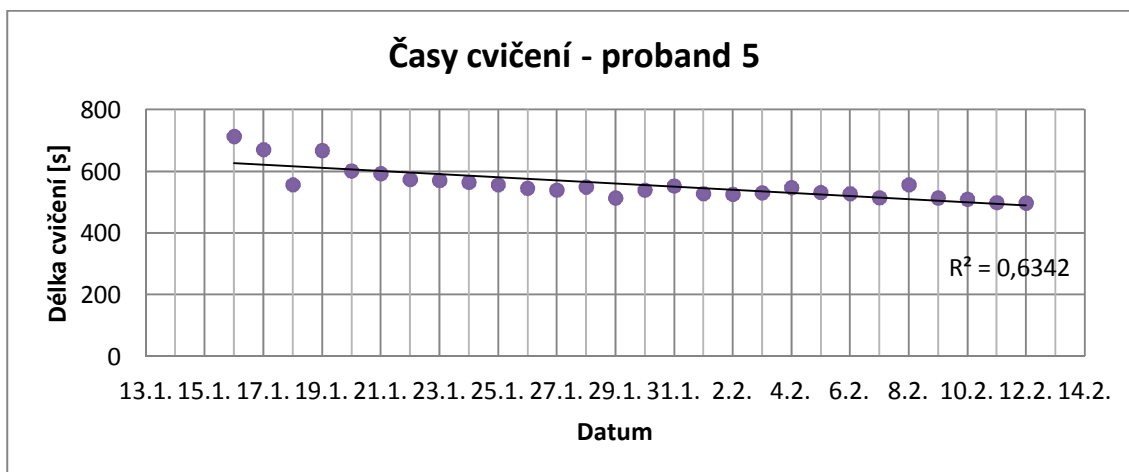
Graf 2: Časy cvičení – proband 2



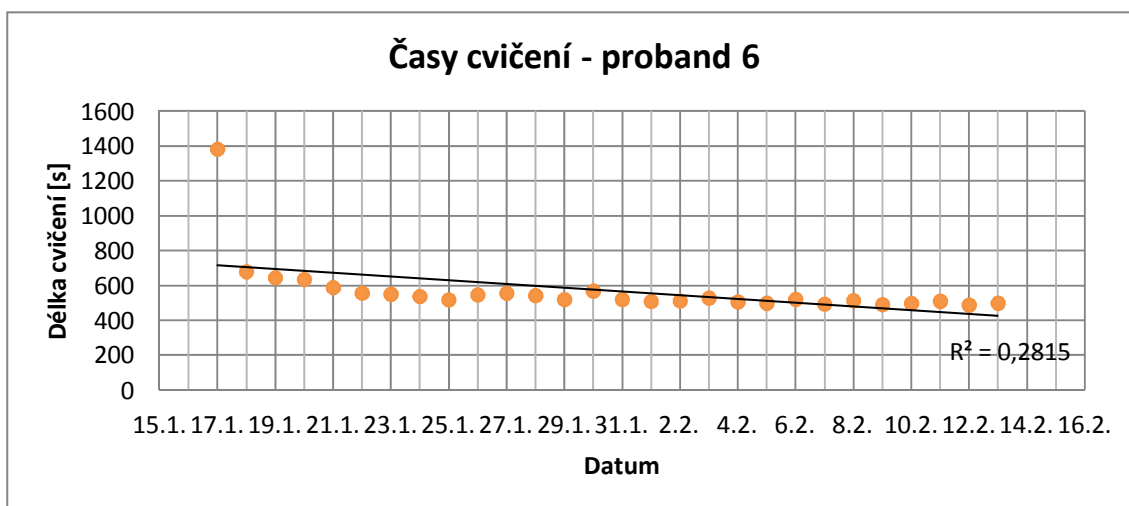
Graf 3: Časy cvičení – proband 3



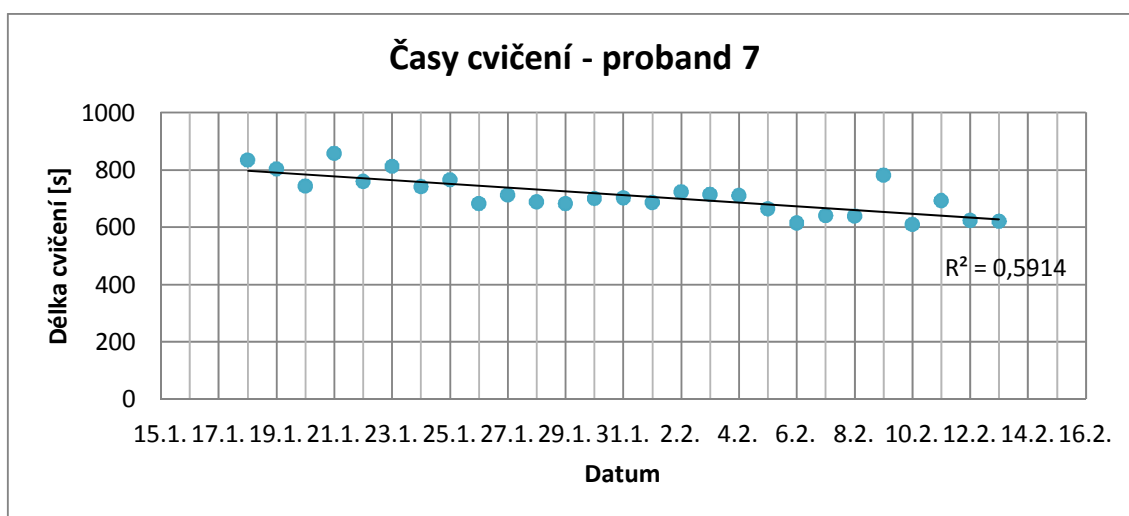
Graf 4: Časy cvičení – proband 4



Graf 5: Časy cvičení – proband 5



Graf 6: Časy cvičení – proband 6



Graf 7: Časy cvičení – proband 7

Z grafů je patrné postupné zlepšování jednotlivých časů v průběhu terapie u všech probandů. Největší rozdíl počátečních a konečných hodnot nalezneme u probanda 6 - hodnota 882 s, nejmenší u probanda 1 - hodnota 129 s. Průměrný rozdíl hodnot všech probandů na začátku a na konci je 343 s.

3. 3. 2 Footscan®

3. 3. 2. 1 Hodnota COF TTW

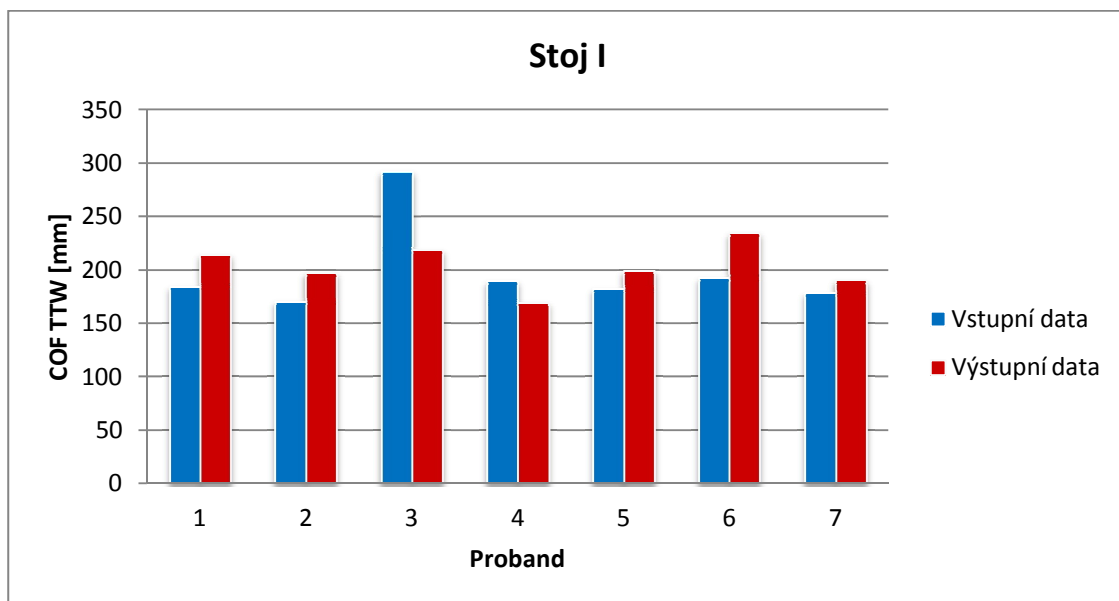
V této části jsou prostřednictvím tabulky a čtyř grafů zobrazeny hodnoty COF TTW z provedených vyšetření na přístroji Footscan®.

Tabulka shrnuje výsledky vstupního i výstupního vyšetření u všech probandů. Hodnoty COF TTW jsou udávány v milimetrech.

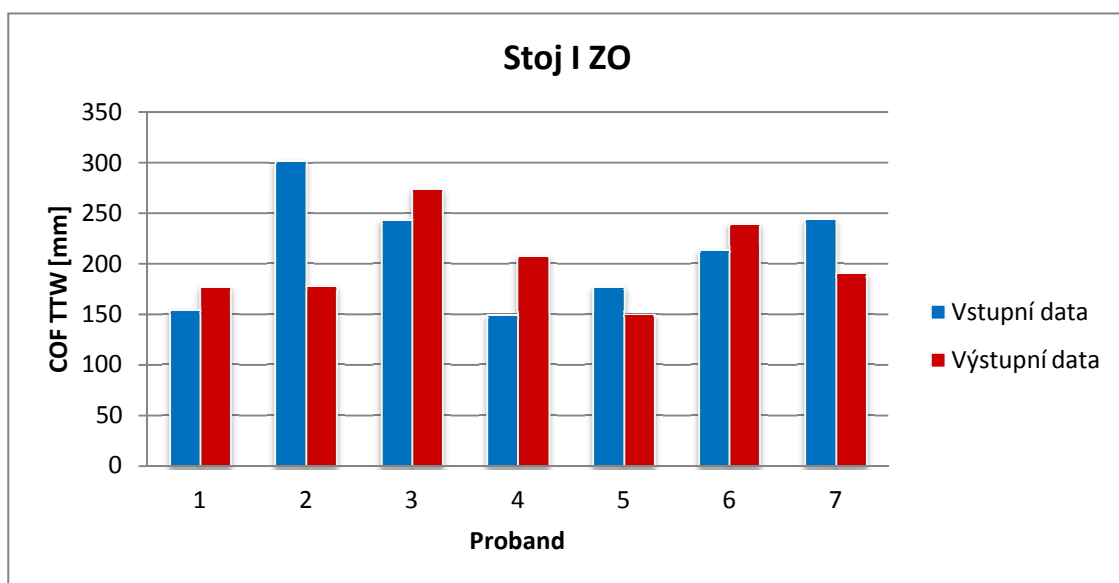
Proband	Vstupní				Výstupní			
	Stoj I	Stoj I ZO	Stoj II	Stoj II ZO	Stoj I	Stoj I ZO	Stoj II	Stoj II ZO
1	184	154	118	181	214	177	151	155
2	170	302	141	234	197	178	157	167
3	292	243	333	333	218	274	171	326
4	189	149	158	137	169	208	191	189
5	182	177	123	130	199	150	229	252
6	192	214	142	162	234	240	139	130
7	178	244	148	111	190	190	201	221

Tab. 1: Hodnoty COF TTW u jednotlivých stojů [mm]

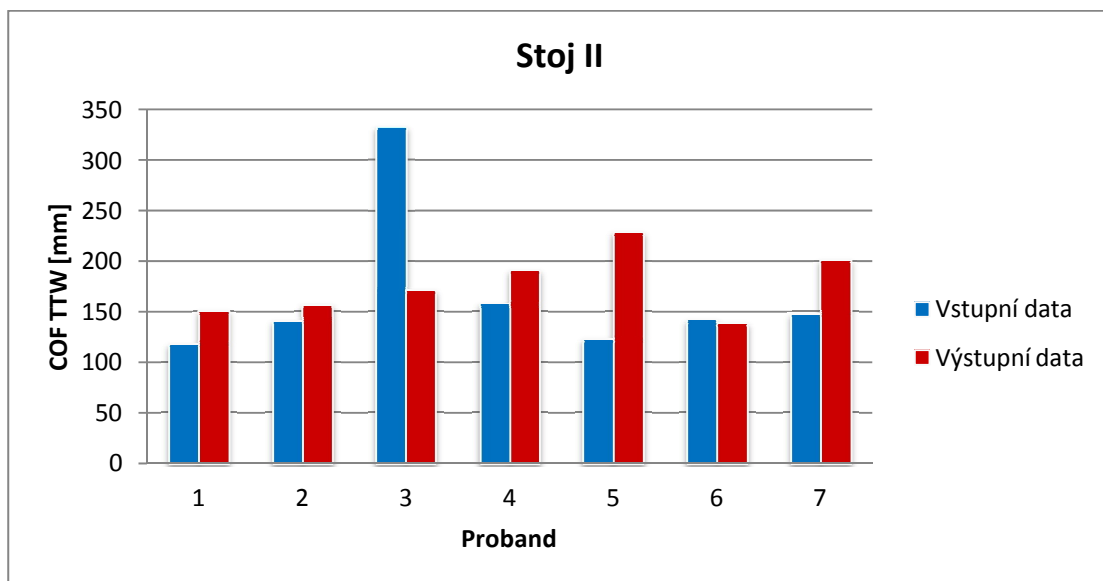
Grafy znázorňují porovnání vstupních a výstupních hodnot COF TTW v jednotlivých stojích u všech probandů. Osa x určuje, o jakého probanda se jedná, osa y udává hodnotu COF TTW v milimetrech.



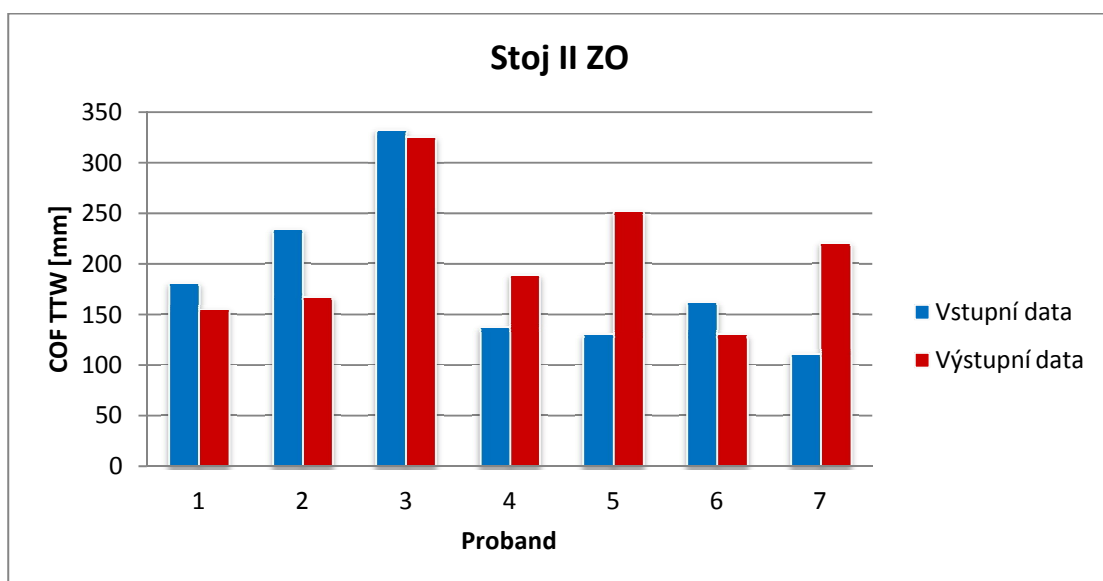
Graf 8: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření – stoj I



Graf 9: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření – stoj I ZO



Graf 10: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření – stoj II



Graf 11: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření – stoj II ZO

Na grafu 8 je vidět u pěti probandů zvýšení hodnoty COF TTW při výstupním měření. Nižší hodnota, než při vstupním měření, je patrná pouze u probanda 3 a 4. Obdobný výsledek ukazuje i graf 9. Zde došlo ke snížení výstupních hodnot u probanda 2, 5 a 7. Výrazný rozdíl vstupních a výstupních hodnot je zřejmý u probanda 3 při stoj

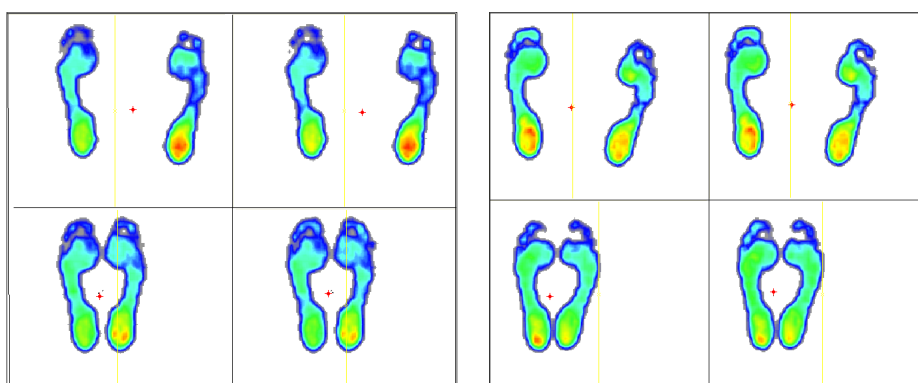
o úzké bázi, který znázorňuje graf 10. Nejvíce probandů (4) vykazuje zlepšení při stoji II ZO, jak je patrné z grafu 11.

3. 3. 2 Rozložení tlaku pod ploskou a zatížení DKK při stoji a hodnocení chůze

Z Footscan® vyšetření stoje je kromě hodnot COF TTW možné vyhodnotit také zatížení DKK a rozložení tlaku pod ploskou. Níže jsou porovnávány obrázky jednotlivých stojů ze vstupního (vlevo) a výstupního (vpravo) vyšetření na přístroji Footscan®. Podle záznamu z Footscan® Gait softwaru je kvalitativně popsána chůze.

Proband 3:

Stoj: Při vstupním vyšetření převažuje zatížení PDK. Největší tlak je zjištěn pod P patou, a to ve všech vyšetřovaných stojích. Výstupní vyšetření ukazuje rovnoměrnější zatížení obou končetin. Většina váhy se nachází pod patami.

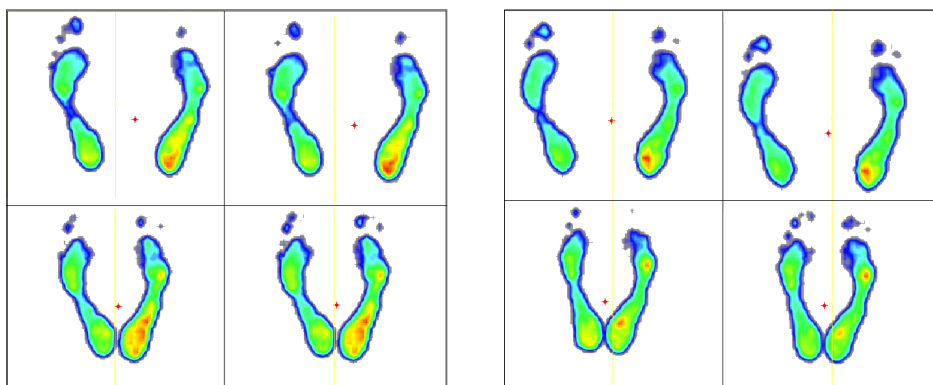


Obr. 8: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 3

Chůze: Při vstupním vyšetření převažuje zatížení LDK, odval na L noze od paty přes střed chodidla na druhý prst, odval P nohy přes mediální hranu chodidla. Při výstupním vyšetření zatížení DKK při chůzi rovnoměrné, rovnoměrnější rozložení tlaku pod ploskou, odval na obou chodidlech spíše přes střed plosky. Šířka báze nezměněna. Délka kroku se zvětšila.

Proband 4:

Stoj: Na obrázku ze vstupního vyšetření je vidět velmi nerovnoměrné zatížení DKK. Převážná část váhy spočívá na PDK, zejména na patě. Z výstupního vyšetření je patrné zlepšení rozložení váhy pod ploskou, především ve stoji o úzké bázi. Zlepšil se i poměr zatížení DKK.

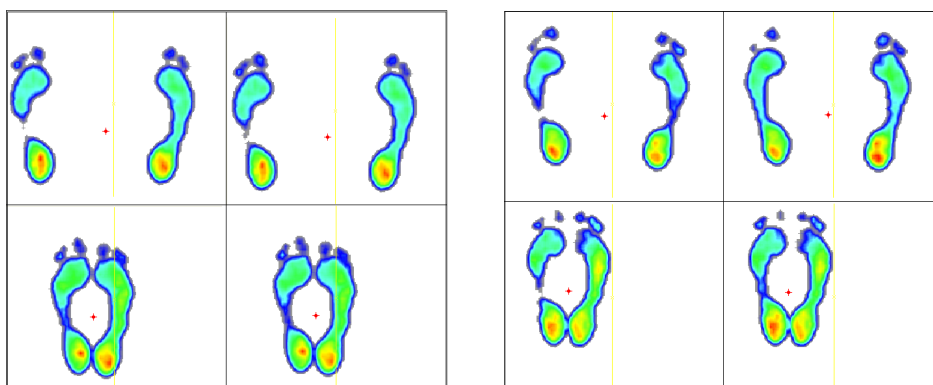


Obr. 9: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 4

Chůze: Při vstupním vyšetření převažuje zatížení PDK, odval postupuje od paty přes laterální okraj chodidla na palec. Při výstupním vyšetření převažuje naopak zatížení LDK, odval se nezměnil. Délka kroku a šířka báze taktéž nezměněna.

Proband 5:

Stoj: Rozložení váhy při vstupním vyšetření je rovnoměrné, váha je však především na patách. Výstupní vyšetření neukazuje výrazné změny, pouze u stoje o úzké bázi je vidět lepší rozložení váhy pod ploskou.

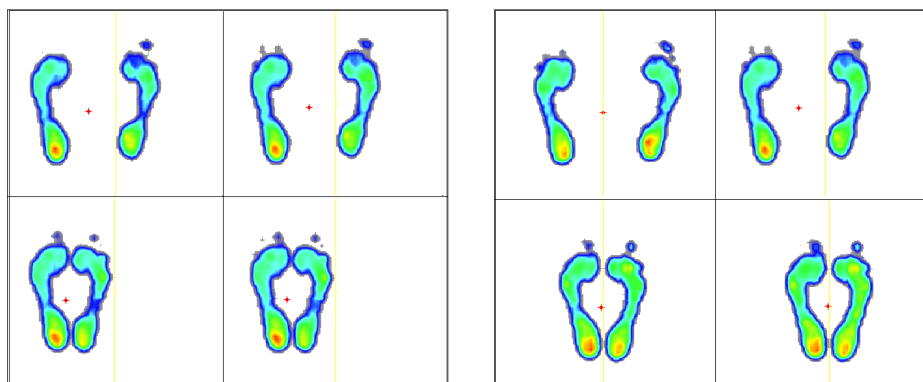


Obr. 10: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 5

Chůze: Při vstupním vyšetření převažuje zatížení LDK. Odval postupuje od paty přes střed chodidla na palec. Při výstupním vyšetření stále převažuje zatížení LDK, odval se nezměnil. Délka kroku a šířka báze stejná při vstupním i výstupním vyšetření.

Proband 6:

Stoj: Při vstupním vyšetření zatěžoval proband více LDK, nejvíce váhy spočívá pod patami. Při výstupním vyšetření se projevilo zlepšení a zatížení končetin je rovnoměrnější. Toto zlepšení je nejzřetelnější u stoje o úzké bázi.

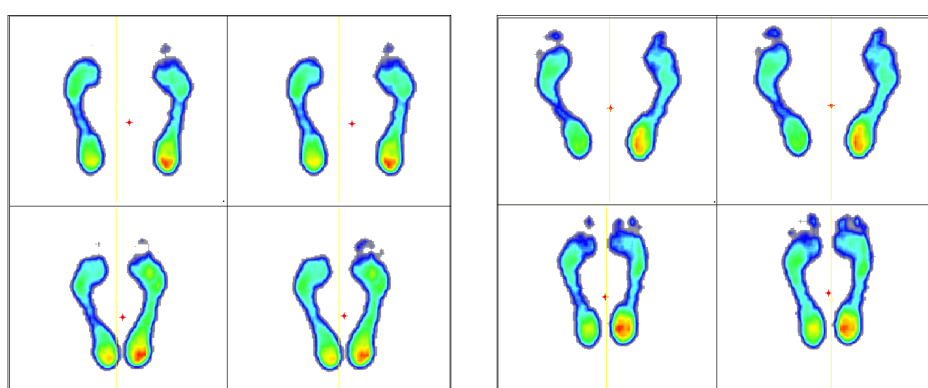


Obr. 11: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 6

Chůze: Odval při vstupním vyšetření na LDK od paty přes laterální stranu chodidla na druhý prst. Odval na PDK jde od paty středem chodidla na druhý prst. Při výstupním vyšetření postupuje odval na obou DKK od paty středem chodidla na druhý prst. Délka kroku a šířka báze nezměněné.

Proband 7:

Stoj: Ve všech stojích u tohoto probanda je zřejmé větší zatížení PDK, a to jak při vstupním, tak i při výstupním vyšetření. Tlak pod patou se však snížil.



Obr. 12: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 7

Chůze: Při vstupním vyšetření zatížení DKK symetrické, odval na obou chodidlech postupuje od paty středem chodidla na druhý prst. Při výstupním vyšetření beze změn.

4. DISKUZE

Stárnutí je přirozený proces, který nastává v pozdních etapách života. Přináší s sebou řadu změn. Některé z těchto změn se týkají schopností udržování rovnováhy. Problémy s rovnováhou související s pokročilým věkem byly popsány na základě klinických i laboratorních studií (Sihvonen, 2004). Většina autorů se shoduje, že potíže s rovnováhou ve stáří jsou způsobeny zhoršením sensorických funkcí, ke kterému vlivem involuce dochází. Mimo to mohou být tyto poruchy důsledkem zhoršeného nervového vedení, snížené svalové síly nebo špatné kloubní pohyblivosti. Ambler (2000) navíc udává vliv některých léků na zhoršení schopnosti udržovat rovnováhu v pokročilém věku. Celý proces stárnutí je však velmi individuální a může být ovlivněn mnoha faktory. Dle Boraha (2007) hraje významnou roli předchozí fyzická aktivita, která působí preventivně a může proces stárnutí zpomalit.

V případě probandů v praktické části této bakalářské práce se jedná o velmi aktivní seniory, kteří mají mnoho zájmů, navštěvují Univerzitu třetího věku, řada z nich rekreačně sportuje. Jejich potíže s rovnováhou nebyly při vyšetření výrazné. Například v Tinetti testu dosáhli téměř všichni probandi plný počet již při vstupním vyšetření. Test hodnotí rovnováhu stoje a chůze a výsledný počet bodů určuje riziko pádu. Domnívám se, že by vhodnější byla Berg Balance Scale, která by mohla odhalit více odchylek. Na rozdíl od Tinetti testu, který hodnotí provedení úkol rozpětím 0 – 3 bodů, BBS má hodnocení 0 – 5 bodů. Dle mého názoru jsou úkoly v BBS zaměřeny také více funkčně než v Tinetti testu.

Druhým testem, který byl vybrán, byl Timed Up and Go test. Ten však nepřinesl žádné zásadní výsledky. Při vstupním vyšetření dosáhli všichni probandi času pod 10 s, což je považováno za velmi dobrý výsledek. Po absolvování terapie se u jednoho člověka zlepšil o 2 s, u jednoho zhoršil o 1,5 s, u většiny však zůstal nezměněn. Trénování stability tedy nemělo vliv na rychlost chůze.

Použité klinické testy jsou sice jednoduché na provedení, jsou však založeny na subjektivním hodnocení vyšetřující osoby. Za více objektivní jsou považovány přístrojové metody měření (Mancini a Horak, 2010). Pro měření parametrů posturální stability lze použít posturografii nebo dynamickou plantografii. V této práci je pro zhodnocení efektu terapie použit systém dynamické plantografie Footscan®. Vyšetřování pomocí tohoto systému však provázely určité problémy. Přístroj se občas

zasekl a bylo nutné delší dobu čekat, než bylo možné pokračovat ve vyšetřování, což bylo jistě pro vyšetřované osoby nepříjemné a mohlo negativně ovlivnit měření.

Pro trénink rovnováhy skupiny sedmi seniorů byl použit systém, který umožňuje cvičení v domácím prostředí. Software je nahrán v tabletu a je lehce přenosný. Cvičení v domácím prostředí považují za výhodné, jelikož odpadá docházení do ambulance a pacient může cvičit každý den. Sám si určí čas, který mu nejlépe vyhovuje a není ničím limitován. Toto ocenili i probandi v této bakalářské práci a trénink v domácím prostředí jim vyhovoval. Tato forma cvičení má však svá úskalí. Chybí dohled terapeuta a je zde riziko, že pacient nebude cvičit nebo bude terapii provádět špatně. Proto je nutná velmi důkladná instruktáž před započítím celého tréninku. Také je důležité zvážit, pro jakého pacienta je forma domácí terapie vhodná.

Mírné obavy jsem měla z reakcí seniorů na tablet a stabilometrickou plošinu. Zajímalo mě, zda nebudou mít problém s ovládáním těchto přístrojů. Mé obavy se nepotvrdily a probandi uváděli, že ovládání systému jim nečinilo výrazné potíže.

Terapie byla rozvržena na dobu čtyř týdnů. Frekvence cvičení byla stanovena na 1x denně. Ne u všech probandů byl však tento požadavek splněn. Délka cvičení byla ve výsledku u každého probanda jiná a lišila se v rozmezí několika dní. Z tabulek zaznamenávajících průběh cvičení je vidět, že ne všichni probandi dodrželi frekvenci cvičení a některé dny jsou tak bez časové hodnoty. Důvody vynechání cvičení byly např. nevolnost nebo pobyt mimo domov.

Cílem práce bylo zhodnocení vlivu domácího tréninku, využívajícího stabilometrickou plošinu a systém virtuální reality, na rovnováhu seniorů. Byly zpracovány kazuistiky dvou senierek, které souhlasily s provedením kineziologického rozboru a zkráceného neurologického vyšetření. Nepředpokládala jsem, že se změní údaje týkající se držení těla, rozsahů svalové síly apod. To se potvrdilo. Mírné změny nastaly u vyšetření stoje a chůze a to ve smyslu zlepšení.

Hodnocení výsledků z plantografického vyšetření mělo dva sledované parametry. Prvním z nich bylo sledování vývoje hodnoty COF TTW, tedy celkové dráhy výchylek těžiště při stoji během 10 s. Druhým hodnoceným údajem bylo rozložení váhy pod ploškou a zatížení DKK.

Výsledky hodnot COF TTW v jednotlivých stojích před a po terapii jsou poněkud rozporuplné. U žádného z probandů není patrné jasné a výrazné celkové zlepšení těchto hodnot po absolvovaném cvičení. Některé hodnoty se sice zlepšily, ale zároveň došlo ke zhoršení jiných. Tento trend můžeme pozorovat u všech

vyšetřovaných probandů. Ovšem většina hodnot naměřených při vstupním vyšetření byla již tehdy nízká. Ty hodnoty, které byly při vstupním vyšetření vyšší, se po absolvování terapie snížily.

Výraznější zlepšení však nastalo v rozložení tlaku pod ploskou a zatížení DKK při měření stoje. Pokud porovnáme obrázky z přístroje Footscan® pořízené při vstupním vyšetření a obrázky z výstupního vyšetření, u šesti probandů lze vidět zlepšení těchto parametrů. Zde hodnotím účinek terapie jako pozitivní.

V hodnocení chůze podle záznamu z Footscan Gait software výrazné změny nenastaly. Toto hodnocení bylo podle mého názoru poněkud subjektivní, jelikož nebyla hodnocena žádná konkrétní data, ale pouze kvalitativní popis chůze.

Dalším cílem bylo zhodnocení vývoje časů jednotlivých cvičení v průběhu celé terapie. Probandi zapisovali časy do předem připravených tabulek. Z výsledků vyplývá postupné zlepšování časů u všech probandů. Toto zlepšování nemusí souviset pouze se zlepšením rovnováhy, může být také dáno naučením se této činnosti v důsledku každodenního opakování.

Vzhledem k tomu, že některé dny došlo k vynechání cvičení, chyběly v tabulkách u těchto dní časové údaje. Aby byla zachována kontinuita křivky v grafu, byly chybějící údaje doplněny průměrnými hodnotami, podle jedné z metod nahrazení chybějících dat (Howell, 2009).

Do záznamu o průběhu terapie probandi zaznamenávali také denní dobu cvičení. Ukázalo se, že i když některé dny probíhalo cvičení v jiné denní době než obvykle, časy tím nebyly výrazně ovlivněny.

Řada studií prováděných v posledních letech se zaměřuje na využití interaktivních herních systémů u seniorů ke zlepšení jejich rovnováhy, motorických schopností i celkové kondice. Často používaným systémem, a to i v rehabilitaci seniorů, je herní konzole Wii, komerční produkt firmy Nintendo. Většina studií hodnotí vliv právě tohoto systému, pouze několik studií zkoumá vliv jiného systému využívajícího virtuální realitu. V mé bakalářské práci je hodnocen systém využívající stabilometrickou plošinu Wii Balance Board, která patří k herní konzoli Nintendo, software je však vytvořen zvlášť, speciálně pro Laboratoř aplikací virtuální reality v Praze na Albertově. Řada studií (Williams a kol., 2011, Aarhus a kol., 2011, Duque a kol., 2013, Agmon a kol., 2011) hodnotí systémy využívající stabilometrickou plošinu a virtuální realitu jako účinné a udávají pozitivní efekt na rovnováhu, koordinaci a motoriku zkoumaných osob. Williams a kol. (2011) a Aarhus a kol. (2011) navíc

shledávají, že je tato forma pro pacienty zábavná a více motivující. Toto jsem se pokusila zjistit i u probandů zúčastněných v této práci. Většina z nich uvedla, že je cvičení touto formou bavilo a bylo příjemným zpestřením dne. Některým však připadalo cvičení zábavné pouze ze začátku, ke konci už hodnotili každodenní opakování jako jednotvárné. Proto bych navrhovala rozšířit systém o další scény, aby bylo cvičení pestřejší.

Otázkou je, zda může tato forma terapie, nahradit klasickou fyzioterapii. Autoři studií se shodují na tom, že terapie s využitím virtuální reality je dobrý prostředek ke zlepšování rovnováhy, koordinace a kondice seniorů, neměl by být však považován za náhradu klasické fyzioterapie, ale pouze jako doplněk jiných metod. (Aarhus, 2011, Duque, 2013, Bateni, 2012) S těmito závěry souhlasím a myslím si, že je velice důležité zvážit individuálně, zda je pro konkrétního pacienta tato forma vhodná a zda mu může přinést nějaké výhody.

5. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zaměřuje na využití systému virtuální reality v rehabilitaci seniorů.

Úkolem teoretické části bylo shrnout problematiku využití virtuální reality u poruch rovnováhy, podat informace o fungování rovnováhy, procesu stárnutí a změnách, které ho provázejí a popsat virtuální realitu včetně jejího využití v rehabilitaci seniorů.

Hlavním cílem práce bylo zhodnotit vliv domácího tréninku, využívajícího stabilometrickou plošinu a systém virtuální reality, na rovnováhu seniorů. K dosažení tohoto cíle byly stanoveny dílčí otázky.

První otázka byla, zda se změni parametry vyšetření rovnováhy stoje a chůze. Hodnocení stoje a chůze pomocí klinických testů zůstalo nezměněno, protože již při vstupním vyšetření bylo dosaženo maximálních počtů bodů. Parametry získané z vyšetření přístrojem Footscan® se změnily. Z měření pomocí tohoto přístroje vyplynul pozitivní vliv tréninku využívajícího systém pro domácí cvičení na rozložení tlaku pod ploskou a zatížení DKK. Vliv na snížení délky trajektorie opsané těžištěm ve stoji se neprokázal.

Druhá otázka se zabývala vývojem časů jednotlivých cvičení v průběhu celého tréninku. Odpovědí je, že časy cvičení se v průběhu tréninku u všech probandů postupně zlepšovaly.

Stanovených cílů v této práci se podařilo dosáhnout a předem určené otázky byly zodpovězeny.

K získání přesnějších výsledků a jednoznačnějších závěrů by bylo potřeba provést studii, která by trvala delší dobu a zahrnovala mnohem větší počet probandů. Vzhledem k rozsahu bakalářské práce však toto není možné. Bylo by vhodné také doplnit vyšetření s využitím dynamické plantografie ještě o posturografii, aby se zvýšila objektivita výsledků. Dále bych doporučovala místo Tinetti testu zařadit Berg Balance Scale. Vhodnější by byl také náhodný výběr probandů.

Považuji tento systém za vhodný i pro využití u seniorů. Dle výsledků mé práce může mít pozitivní vliv na zatížení DKK a rozložení tlaku pod ploskou. Systém je jednoduchý a jeho ovládání není ani pro starší lidi obtížné. Jedná se o zajímavou a zábavnou formu terapie. Pro vylepšení bych navrhovala přidat ještě více různých tréninkových scén, aby měli pacienti větší možnost výběru a terapie nebyla jednotvárná.

SEZNAM LITERATURY:

1. AARHUS, Rikke, GRÖNVALL, Erik, LARSEN, Simon B., WOLLEN, Susanne. Turning training into play: Embodied gaming, seniors, physical training and motivation. *Gerontechnology*. 2011, roč. 10, č. 2, s. 110 - 120. ISSN 1569-1101.
2. AGMON, Maayan, PERRY, Cynthia K., PHELAN, Elizabeth, DEMIRIS, George, NGUYEN, Huong Q. A Pilot Study of Wii Fit Exergames to Improve Balance in Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2011, roč. 34, č. 4, s. 161-167. ISSN 1539-8412.
3. AMBLER, Zdeněk. *Neurologické poruchy ve vyšším věku: základní principy jejich farmakoterapie*. 1. vydání. Praha: Triton, 2000. 186 s. ISBN 80-725-4116-1.
4. AMBLER, Zdeněk, JEŘÁBEK, Jaroslav. *Diferenciální diagnóza závratí*. 2. vydání. Praha: Triton, 2008. 229 s. ISBN 978-807-3871-277
5. BATENI, Hamid. Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: a preliminary study. *Physiotherapy*. 2012, roč. 98, č. 3, s. 211-216. ISSN 0031-9406.
6. BORAH, Diganta. Postural Stability: Effect of Age. *Indian Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2007, roč. 18, č. 1, s. 7-10. ISSN 0973-2209.
7. BOHUNČÁK, Adam, JANATOVÁ, Markéta, TICHÁ, Marie. *Využití virtuální reality v rehabilitační péči*. 2011 [online], 17 s. Prezentace. FBMI ČVUT v Praze, 1. LF UK [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: <http://www.fbmi.cvut.cz/files/nodes/5054/public/prezentace.pdf>
8. BURDEA, Grigore. Virtual Rehabilitation – Benefits and Challenges. *Methods of Information in Medicine-Methodik der Information in der Medizin*. 2003, roč. 42, č. 5., s. 519-523 ISSN 0026-1270.
9. DUQUE, G., BOERSMA, D., LOZA-DIAZ, G., HASSAN, S., GEISINGER, D., SURIYAARACHCHI, P. a kol. Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clinical Interventions in Aging*. 2013, č. 8, s. 257-263. ISSN 1178-1998.
10. DYLEVSKÝ, Ivan. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. 1. vydání. Praha: Triton, 2009. 235 s. ISBN 978-807-3873-240.

11. Dynamická plantografie. *Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu*. [online]. © 2009-2012 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/dynamicka-plantografie/o-metod/62-plantografie>
12. FAMUŁA, Anna, NOWOTNY-CZUPRYNA, Olga, CZUPRYNA, Krzysztof, NOWOTNY, Janusz. Previous Physical Activity and Body Balance in Elderly People. *Biology of Sport*. 2013, roč. 30, č. 4, s. 311-315. ISSN 2083-1862.
13. GARCIA MARIN, Jaime, FELIX NAVARRO, Karla, LAWRENCE, Elaine. Serious games to improve the physical health of the elderly: A categorization scheme. In: *CENTRIC 2011, The Fourth International Conference on Advances in Human-oriented and Personalized Mechanisms, Technologies, and Services*. 2011. s. 64-71. ISBN: 978-1-61208-167-0.
14. HALTON, Jonathan. Virtual rehabilitation with video games: A new frontier for occupational therapy. *Occupational Therapy Now*. 2008, roč. 9, č. 6, s. 12-14. ISSN 1481-5532.
15. HOLMEROVÁ, Iva, JURAŠKOVÁ, Božena, ZIKMUNDOVÁ, Květuše. *Vybrané kapitoly z gerontologie*. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: EV public relations, 2007. 143 s. ISBN 978-80-254-0179-8.
16. HOWELL, David C.. Treatment of Missing Data–Part 1. *uvm.edu*. [online]. 12. 9. 2009 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: http://www.uvm.edu/~dhowell/StatPages/More_Stuff/Missing_Data/Missing.html
17. KALVACH, Zdeněk. *Geriatric a gerontologie*. 1. vydání. Praha: Grada, 2004. 861 s. ISBN 80-247-0548-6.
18. KALVACH, Zdeněk. *Geriatrické syndromy a geriatrický pacient*. 1. vydání. Praha: Grada, 2008. 336 s. ISBN 978-80-247-2490-4.
19. KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vydání. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-807-2626-571.
20. LANGE, B. S., REQUEJO, P., FLYNN, S. M., RIZZO, A. A., VALERO-CUEVAS, F. J., BAKER, L., WINSTEIN, C. The Potential of Virtual Reality and Gaming to Assist Successful Aging with Disability. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2010, roč. 21, č. 2, s. 339-356. ISSN 1047-9651.

21. LIN, Harrison W., BHATTACHARYYA, Neil. Balance disorders in the elderly: Epidemiology and functional impact. *The Laryngoscope*. 2012, roč. 122, č. 8, s. 1858-1861. ISSN 1531-4995.
22. MANCINI, Martina, HORAK, Fay B. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2010, roč. 46, č. 2, s. 239. ISSN 0014-2573.
23. MLÍKA, R., JANURA, M., MAYER, M. Virtuální realita a rehabilitace. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2005, roč. 12, č. 3, s. 112 - 118. ISSN 1211-2658.
24. PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. 1. vydání. Praha: Grada, 2007. 350 s. ISBN 978-802-4711-355.
25. PLUCHINO, Alessandra, LEE, Sae Yong, ASFOUR, Shihab, ROOS, B. A. Pilot Study Comparing Changes in Postural Control After Training Using a Video Game Balance Board Program and 2 Standard Activity-Based Balance Intervention Programs. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012, roč. 93, č. 7, s. 1138-1146. ISSN 0003-9993.
26. RIVA, Giuseppe. Virtual Reality. *Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering*. 2006, roč. 4, č. 117, 17 s. ISBN 9780471740360.
27. *RSscan INTERNATIONAL* [online]. © 2013-2014 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://www.rsscan.com>
28. SIHVONEN, Sanna. *Postural balance and aging: cross-sectional comparative studies and a balance training intervention*. Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2004. 65 s. ISBN 978-951-3918-941.
29. SHUPERT, Charlotte. Balance and Aging. *Vestibular Disorders Association*. [online]. nedatováno [cit. 2014-02-06] Dostupné z: http://vestibular.org/sites/default/files/page_files/Balance%20and%20Aging_0.pdf
30. STEFFEN, Teresa M., HACKER, Timothy A., MOLLINGER, Louise. Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Physical therapy*. 2002, roč. 82, č. 2, s. 128-137. ISSN 0031-9023.
31. SZTURM, Tony, BETKER, Aimee L., MOUSSAVI, Zahra, DESAI, Ankur, GOODMAN, Valerie. Effects of an Interactive Computer Game Exercise Regimen on Balance Impairment in Frail Community-Dwelling Older Adults:

A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*. 2011, roč. 91, č. 10, s. 1449-1462. ISSN 0031-9023.

32. TICHÁ, Marie, JANATOVÁ, Markéta, BOHUNČÁK, Adam. *Terapie poruch stability s využitím vizuální zpětné vazby 2013* [online], 14 s. Prezentace. FBMI ČVUT v Praze, 1. LF UK [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.kzcr.eu/konference/Data/biomedicina-2013-01-06-bohuncak.pptx>
33. TOPINKOVÁ, Eva. *Geriatric pro praxi*. 1. vydání. Praha: Galén, 2005. 270 s. ISBN 80-726-2365-6.
34. VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (I. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002a, roč. 9, č. 4, s. 115-121. ISSN 1211-2658.
35. VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (II. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002b, roč. 9, č. 4, s. 122-129. ISSN 1211-2658.
36. VÉLE, František. *Kineziologie posturálního systému*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 1995. 85 s. ISBN 80-7184-100-5.
37. VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1. vydání. Praha: Grada, 1997. 271 s. ISBN 80-716-9256-5.
38. VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-725-4837-9.
39. VRABEC, Pavel. *Rovnovážný systém I: obecná část: klinická anatomie a fyziologie, vyšetřovací metody*. 1. vydání. Praha: Triton, 2002. 99 s. ISBN 80-725-4307-5.
40. WEBER, Pavel, AMBROŠOVÁ, Petronela, WEBEROVÁ, Dana, BIELAKOVÁ, Katarína. Geriatrické syndromy a syndrom frailty – zlatý grál geriatrické medicíny. *Vnitřní lékařství*. 2011, roč. 57, č. 6. ISSN 0042-773X.
41. WILLIAMS, Barbara, DOHERTY, Nicole L., BENDER, Andrew, MATTOX Holly, TIBBS, Jesse R. The Effect of Nintendo Wii on Balance: A Pilot Study Supporting the Use of the Wii in Occupational Therapy for the Well Elderly. *Occupational Therapy in Health Care*. 2011, roč. 25, č. 2, s. 131-139. ISSN 1541-3098.

SEZNAM ZKRATEK

1. LF UK – 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy

AA – alergická anamnéza

ABC – The Activities of Balance Confidence

APE – appendektomie

BBS – Berg Balance Scale

BESTest – Balance Evaluation Systems Test

BRU – Balance Rehabilitation Unit

CMP – cévní mozková příhoda

CNS – centrální nervový systém

COF – Centre of Force

COG – Centre of Gravity, průmět těžiště do opěrné báze

COM – Centre of Mass, bod působení tíhové síly

COP – Centre of Pressure, působiště vektoru reakční síly

ČR – Česká republika

ČVUT – České vysoké učení technické

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

FA – farmakologická anamnéza

FBMI – Fakulta biomedicínského inženýrství

HK – horní končetina

HKK – horní končetiny

HT - hypertenze

KRL – Klinika rehabilitačního lékařství

L – levý

LDK – levá dolní končetina

MiniBESTest – zjednodušený Balance Evaluation Systems Test

NO – nynější onemocnění

OA – osobní anamnéza

P – pravý

PA – pracovní anamnéza

PDK – pravá dolní končetina

RA – rodinná anamnéza

SA – sociální anamnéza

SD – starobní důchod

SIAS – spina iliaca anterior superior

stoj I – stoj o široké bázi s otevřenými očima

stoj I ZO – stoj o široké bázi se zavřenými očima

stoj II – stoj o úzké bázi s otevřenými očima

stoj II ZO – stoj o úzké bázi se zavřenými očima

TTW – Total Traveled Way

TUG – Timed Up and Go test

UZ – ultrasonografie

VR – virtuální realita

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Footscan®	18
Obr. 2: Stabilometrická plošina Wii Balance Board	30
Obr. 3: Tréninková scéna.....	31
Obr. 4: Footscan® vstupní vyšetření - stoj: proband 1	37
Obr. 5: Footscan® výstupní vyšetření - stoj: proband 1.....	39
Obr. 6: Footscan® vstupní vyšetření - stoj: proband 2	43
Obr. 7: Footscan® výstupní vyšetření - stoj: proband 2.....	44
Obr. 8: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 3	51
Obr. 9: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 4	52
Obr. 10: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 5	52
Obr. 11: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 6	53
Obr. 12: Vstupní a výstupní Footscan® vyšetření stoje – proband 7	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Hodnoty COF TTW u jednotlivých stojů [mm]	48
---	----

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Časy cvičení – proband 1.....	45
Graf 2: Časy cvičení – proband 2.....	46
Graf 3: Časy cvičení – proband 3.....	46
Graf 4: Časy cvičení – proband 4.....	46
Graf 5: Časy cvičení – proband 5.....	49
Graf 6: Časy cvičení – proband 6.....	49
Graf 7: Časy cvičení – proband 7.....	50
Graf 8: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření - stoj I.....	50
Graf 9: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření – stoj I ZO.....	50
Graf 10: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření – stoj II.....	51
Graf 11: Porovnání hodnot COF TTW vstupního a výstupního Footscan® vyšetření – stoj II ZO.....	51

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Tabulky s časy cvičení

Příloha 2: Informovaný souhlas

Příloha 3: Formulář pro záznam průběhu domácí terapie

Příloha 1: Tabulky s časy cvičení

Proband 1:	
Datum	Délka cvičení [s]
16.1.	658
17.1.	654
18.1.	675
19.1.	671
20.1.	648
21.1.	666
22.1.	661
23.1.	627
24.1.	663
25.1.	640
26.1.	611
27.1.	620
28.1.	604
29.1.	611
30.1.	601
31.1.	592
1.2.	581
2.2.	568
3.2.	616
4.2.	557
5.2.	545
6.2.	529

Proband 2:	
Datum	Délka cvičení [s]
15.2.	944
16.2.	-
17.2.	855
18.2.	-
19.2.	728
20.2.	708
21.2.	762
22.2.	751
23.2.	670
24.2.	674
25.2.	749
26.2.	669
27.2.	639
28.2.	-
1.3.	645
2.3.	657
3.3.	-
4.3.	679
5.3.	640
6.3.	614
7.3.	606
8.3.	619
9.3.	661
10.3.	665
11.3.	627
12.3.	609

Proband 3:	
Datum	Délka cvičení [s]
17.1.	782
18.1.	901
19.1.	659
20.1.	671
21.1.	615
22.1.	606
23.1.	572
24.1.	607
25.1.	556
26.1.	-
27.1.	-
28.1.	-
29.1.	569
30.1.	570
31.1.	581
1.2.	522
2.2.	524
3.2.	-
4.2.	549
5.2.	509
6.2.	562
7.2.	385
8.2.	507
9.2.	538
10.2.	510
11.2.	497
12.2.	499

Proband 4:	
Datum	Délka cvičení [s]
17.1.	844
18.1.	681
19.1.	664
20.1.	637
21.1.	653
22.1.	645
23.1.	-
24.1.	648
25.1.	564
26.1.	-
27.1.	-
28.1.	-
29.1.	549
30.1.	561
31.1.	563
1.2.	577
2.2.	569
3.2.	556
4.2.	534
5.2.	545
6.2.	542
7.2.	381
8.2.	520
9.2.	501
10.2.	491
11.2.	486
12.2.	501

Proband 5:	
Datum	Délka cvičení [s]
16.1.	715
17.1.	672
18.1.	-
19.1.	669
20.1.	603
21.1.	594
22.1.	575
23.1.	572
24.1.	566
25.1.	-
26.1.	547
27.1.	541
28.1.	551
29.1.	515
30.1.	541
31.1.	554
1.2.	529
2.2.	527
3.2.	532
4.2.	549
5.2.	533
6.2.	529
7.2.	516
8.2.	-
9.2.	515
10.2.	511
11.2.	500
12.2.	499

Proband 6:	
Datum	Délka cvičení [s]
17.1.	1385
18.1.	683
19.1.	648
20.1.	639
21.1.	592
22.1.	560
23.1.	554
24.1.	541
25.1.	522
26.1.	550
27.1.	559
28.1.	546
29.1.	523
30.1.	-
31.1.	523
1.2.	512
2.2.	515
3.2.	532
4.2.	510
5.2.	502
6.2.	525
7.2.	497
8.2.	518
9.2.	494
10.2.	501
11.2.	514
12.2.	492
13.2.	503

Proband 7:	
Datum	Délka cvičení [s]
18.1.	836
19.1.	805
20.1.	745
21.1.	859
22.1.	761
23.1.	814
24.1.	743
25.1.	767
26.1.	684
27.1.	714
28.1.	690
29.1.	684
30.1.	702
31.1.	704
1.2.	688
2.2.	725
3.2.	716
4.2.	712
5.2.	666
6.2.	616
7.2.	642
8.2.	640
9.2.	783
10.2.	611
11.2.	694
12.2.	625
13.2.	622

Příloha 2: Informovaný souhlas

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE 1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Informovaný souhlas

Jméno probanda:.....

Jméno studentky:.....

Souhlasím s účastí a spoluprací na bakalářské práci studentky 3. ročníku fyzioterapie 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy.

Byl(a) jsem srozumitelně a dostatečně podrobně informován(a) o obsahu a významu bakalářské práce.

Měl(a) jsem příležitost se na vše zeptat a zvážit podané odpovědi. Jsem si vědom(a), že moje účast na bakalářské práci je dobrovolná, a že z ní mohu z jakéhokoliv důvodu kdykoliv odstoupit.

Byl(a) jsem ujištěn(a), že moje anonymita v bakalářské práci zůstane zachována, a že všechny výsledky a záznamy budou používány pouze v souvislosti s touto prací.

V..... dne.....

.....
Podpis probanda

.....
Podpis studentky

