

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

EFEKTIVITA BALANČNÍHO TRÉNINKU S VYUŽITÍM SYSTÉMU BIODEX U
PACIENTŮ S PARKINSONOVOU NEMOCÍ A JEHO VLIV NA PARAMETRY
POSTURÁLNÍ STABILITY

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Kristýna Valíčková, fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Martina Šlachtová, Ph.D.

Olomouc, 2022

Jméno a příjmení autora: Bc. Kristýna Valíčková

Název diplomové práce: Efektivita balančního tréninku s využitím systému Biodex u pacientů s Parkinsonovou nemocí a jeho vliv na parametry posturální stability

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Martina Šlachtová, Ph.D.

Rok obhajoby: 2022

Abstrakt: Cílem této práce je posouzení efektivity balančního tréninku s využitím systému Biodex u pacientů s Parkinsonovou nemocí a jeho vliv na parametry posturální stability. Terapeutická intervence probíhala dvakrát týdně po dobu čtyř týdnů. Výzkumný soubor tvořilo sedm pacientů s diagnostikovanou Parkinsonovou nemocí ve věkovém rozmezí 59-85 let. Všichni byli ve stadiu onemocnění 2-4 dle škály Hoehnové a Yahra (H&Y). Parametry posturální stability byly hodnoceny prostřednictvím přístroje Biodex Balance System, konkrétně testem Limits of Stability (LOS) a také vybranými klinickými testy: Timed Up and Go Test (TUG), Five Times Sit to Stand Test (FTSST), 10 Meter Walk Test (10MWT) a 6 Minute Walk Test (6MWT). Dále byl využit dotazník Falls Efficacy Scale-International (FES-I) a vybrané parametry chůze byly hodnoceny prostřednictvím přístroje RehaGait Analyzer Pro. Po absolvování čtyřtýdenní terapie ve formě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System byl prokázán statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) v testu LOS ve směru náklonů směrem dozadu doleva a v celkové velikosti úhlů náklonů. V dosaženém celkovém skóre v rámci dotazníku FES-I nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Byly zjištěny významné závislosti mezi vybranými klinickými testy a testem LOS provedeným na přístroji Biodex Balance System. Další významné závislosti byly prokázány i mezi směry náklonů v testu LOS na přístroji Biodex Balance System a vybranými parametry chůze, které byly měřeny přístrojem RehaGait Analyzer Pro.

Klíčová slova: Parkinsonova nemoc, Biodex Balance System, posturální stabilita, posturální kontrola

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovnických služeb.

Author's first name and surname: Bc. Kristýna Valíčková

Title of the master thesis: Effectiveness of balance training using Biodex system on patients with Parkinson's disease and its influence on parameters of postural stability

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: Mgr. Martina Šlachťová, Ph.D.

The year of presentation: 2022

Abstrakt: The present thesis assesses the effectiveness of balance training using the Biodex system in patients suffering from Parkinson's disease and its effect on postural stability parameters. The therapeutic intervention was conducted twice a week for four weeks. The cohort consisted of seven patients diagnosed with Parkinson's disease, ranging from 59 to 85 years of age. All patients were at stages 2-4 of the disease according to the Hoehn and Yahr (H&Y) scale. Postural stability parameters were evaluated using the Biodex Balance System instrument, specifically the Limits of Stability (LOS) test, as well as the following clinical trials: The Timed Up and Go Test (TUG), the Five Times Sit to Stand Test (FTSST), the 10 Meter Walk Test (10MWT), and the 6 Minute Walk Test (6MWT). Additionally, the Falls Efficacy Scale-International (FES-I) questionnaire was utilised, and selected gait parameters were evaluated using the RehaGait Analyzer Pro. After four weeks of therapy consisting of balance training on the Biodex Balance System device, a statistically significant difference ($p < 0,05$) was determined in the LOS test in the back-to-left direction and in the overall magnitude of the tilt angles. However, the FES-I questionnaire total score did not exhibit any statistically significant difference. Significant correlations were identified between the selected clinical tests and the LOS test performed on the Biodex Balance System. Furthermore, significant dependencies were also observed between tilt directions in the LOS test on the Biodex Balance System and selected gait parameters measured by the RehaGait Analyzer Pro.

Key words: Parkinson's disease, Biodex Balance System, postural stability, postural control

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Martiny Šlachtové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 8. 7. 2022

.....

Tímto bych chtěla velmi poděkovat Mgr. Martině Šlachtové, Ph.D., za cenné rady, trpělivost a odborné vedení mé diplomové práce. Dále děkuji Mgr. Dagmar Dupalové, Ph.D., za poskytnutou pomoc a podporu. Obrovský dík patří samozřejmě všem pacientům, kteří byli ochotni se našeho výzkumu zúčastnit.

1	ÚVOD	8
2	PŘEHLED POZNATKŮ	9
2.1	Parkinsonova nemoc	9
2.1.1	Etiologie	9
2.1.2	Patofyziologie	9
2.1.3	Rizikové a protektivní faktory	10
2.1.4	Motorické příznaky	11
2.1.5	Non – motorické poruchy u PN	12
2.2	Postura	13
2.2.1	Biomechanické pojmy	14
2.2.2	Posturální stabilita a reaktibilita	14
2.2.3	Posturální stabilita u pacientů s PN	15
2.3	Posturální kontrola	16
2.3.1	Neurofyziologické aspekty posturální kontroly	16
2.3.2	Pohybové strategie	17
2.3.3	Senzorické strategie	19
2.4	Funkční vyšetření posturální stability	21
2.4.1	Timed Up and Go Test (TUG)	21
2.4.2	Five Times Sit to Stand Test (FTSST)	21
2.4.3	Functional Reach Test (FRT)	22
2.4.4	360 Degree Turn Test (360DTT)	22
2.4.5	Six Minute Walk Test (6MWT)	22
2.4.6	Ten Metre Walk Test (10MWT)	22
2.4.7	Pull Test	23
2.4.8	Push and Release Test	23
2.5	Baterie testů a škály	23
2.5.1	Fall Efficiency Scale International (FES-I)	23
2.5.2	Berg Balance Scale (BBS)	24
2.5.3	Balance Evaluation Systems Test (BESTest)	24
2.5.4	Functional Gait Assessment (FGA)	24

2.6	Možnosti ovlivnění posturální stability u osob s PN	25
2.7	Biodex Balance System.....	27
2.8	RehaGait Analyzer Pro	30
3	CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	31
3.1	Cíl práce	31
3.2	Výzkumné otázky.....	31
4	METODIKA VÝZKUMU	32
4.1	Výzkumný soubor	32
4.2	Průběh měření	34
4.3	Klinické měření	34
4.4	Posturografické měření	35
4.5	Terapie.....	37
5	KAZUISTIKY.....	40
5.1	Kazuistika č. 1	40
5.2	Kazuistika č. 2.....	44
6	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ A VÝSLEDKY	48
6.1	Statistické zpracování dat.....	48
6.2	Výsledky k výzkumné otázce V_1	48
6.3	Výsledky k výzkumné otázce V_3	50
6.4	Výsledky k výzkumné otázce V_3	51
6.5	Výsledky k výzkumné otázce V_4	53
7	DISKUZE	56
8	ZÁVĚR	62
9	SOUHRN	64
10	SUMMARY	66
11	SEZNAM ZKRATEK	68
12	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
13	SEZNAM TABULEK	70
14	REFERENČNÍ SEZNAM.....	71
16	PŘÍLOHY	81

1 ÚVOD

Parkinsonova nemoc představuje druhé nejčastější degenerativní onemocnění centrálního nervového systému (po Alzheimerově chorobě). Její diagnostika a léčba je relativně náročná, vzhledem k velkému množství motorických i non – motorických příznaků, které tuto nemoc provázejí. Jedním z nich je i posturální nestabilita, kterou se zabývá tato diplomová práce (Radhakrishnan, & Goyal, 2018; Delamarre, & Meissner, 20017).

Narušení posturální stability je u pacientů s Parkinsonovou nemocí běžně pozorovaným příznakem. Nestabilita vede ke zvýšenému riziku pádu, což má samozřejmě negativní dopad na schopnost pacienta vykonávat aktivity běžného denního života. Vzhledem k progresivnímu charakteru onemocnění mají i tyto příznaky tendenci se postupem času zhoršovat. V počátečních stádiích narušení posturální stability není příliš patrné, výraznějším problémem se stává až ve středních až těžších stádiích onemocnění (3-5 dle škály H&Y) (Yu et al., 2021). U pacientů s Parkinsonovou nemocí jde navíc o příznak, který ve většině případů příliš nereaguje na farmakologickou léčbu. Důležitá je včasná identifikace posturální nestability u těchto pacientů a na jejím základě vytvoření vhodné terapeutické intervence (Ozinga, Machado, Koop, Rosenfeldt, & Alberts, 2015).

Možností, jak posturální stabilitu jedince hodnotit, je celá řada. Existuje mnoho klinických testů, na základě kterých je možno získat informace o rovnováze a posturální kontrole jedince. Rozvoj v oblasti techniky v 21. století se samozřejmě promítnul i do vyšetřovacích možností. Kromě klinických testů je tak možné hodnotit posturální stabilitu i prostřednictvím přístrojové techniky. V současnosti nalezneme celou řadu přístrojů, které umožňují posturografické měření a poskytují nám tak další informace o parametrech posturální stability pacienta (Opara, Malecki, Malecka, & Socha, 2017).

Stejně tak jako možností vyšetření, i možností terapie k ovlivnění poruch posturální stability existuje celá řada. Kromě klasického balančního tréninku se u pacientů s Parkinsonovou nemocí využívá např. tai chi, různých druhů tance, chůzových trenažérů apod. Již zmíněnou přístrojovou techniku lze kromě vyšetření použít také k terapii. Jedním z těchto přístrojů je i Biodex Balance System, který byl použit v rámci této práce.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Parkinsonova nemoc

Parkinsonova nemoc je chronické, progresivní, neurodegenerativní onemocnění. Příčinou jejího vzniku je degenerace buněk pars compacta substantia nigra, což má za následek deficit neurotransmiteru dopaminu v nigrostriálním systému (Ambler, 2006).

2.1.1 Etiologie

Prevalence Parkinsonovy nemoci se pohybuje nejčastěji v rozmezí od 100 do 200 na 100 000 lidí a roční incidence mezi 10 - 20 na 100 000 lidí (Tysnes & Storstein, 2017). Obě tyto hodnoty jsou celkově nižší v zemích východních (Asie) oproti Evropě a Americe (Abbas, Xu, & Tan, 2017). Očekává se, že vzhledem k celosvětovému trendu stárnutí populace a lepší klinické diagnostice bude množství pacientů s touto diagnózou v průběhu let dále narůstat.

Pringsheim et al. (2014) vytvořili rozsáhlý systematický přehled a metaanalýzu celkem 47 studií týkajících se incidence a prevalence Parkinsonovy nemoci. Využili celkem 47 studií, které byly provedeny v Evropě, Asii, Africe, Austrálii a Severní i Jižní Americe. Na základě srovnání jednotlivých výsledků vyvodili, že výskyt nemoci stoupá se zvyšujícím se věkem. Nástup onemocnění bývá nejčastěji ve věku 65 až 70 let. Některé studie poukazují na vrchol výskytu mezi 70. a 79. rokem života a následný pokles ve skupině nad 80 let (Abbas, Xu, & Tan, 2017). Počátek před 40. rokem věku se vyskytuje u méně než 5 % případů (Tysnes & Storstein, 2017).

Na základě většiny studií je patrné, že muži bývají postiženi tímto onemocněním i 1,5 až dvakrát častěji než ženy. Jsou ale i studie, které tyto rozdíly mezi pohlavími nepotvrzují a některé dokonce ukazují na dominantní postižení pohlaví ženského (Abbas, Xu, & Tan, 2017).

2.1.2 Patofyziologie

Jak již bylo zmíněno, podkladem pro vznik Parkinsonovy nemoci je tedy nedostatek dopaminu v nigrostriálním systému. Buňky pars compacta substantia nigra, což je jádro zodpovědné za produkci dopaminu, odumírají a není tak zajištěn dostatečný transport tohoto neurotransmiteru do striata. Působení dopaminu má zásadní vliv na modulaci mezi aktivitou v přímé a nepřímé dráze bazálních ganglií. Zevní část pallida je prostřednictvím GABA inhibována z putamen. Tím dojde ke snížení inhibice ncl. subthalamicus a tedy excitaci vnitřní části pallida (přes glutamát). Roste inhibice thalamu a klesá excitační vliv

na kortex. Právě zvýšená aktivita v nepřímé dráze způsobuje hypokinezi (Kittnar, 2011; Trojan, 2003).

2.1.3 Rizikové a protektivní faktory

Parkinsonova nemoc je nyní považována za multifaktoriální onemocnění, jehož vznik může ovlivňovat celá řada endogenních i exogenních faktorů. Některé studie poukazují i na vliv genetiky. Zde však přetrvává poměrně velká nejasnost. Obecně se předpokládá, že genetické faktory mohou být relevantní u více než 5 % celkové populace osob s touto nemocí. Nelze však říci, že by onemocnění bylo způsobeno mutací pouze jednoho genu. Monogenetické příčiny sice byly identifikovány, avšak velice vzácně. Jde tedy pravděpodobně spíše o polygenní přenos. Bylo nalezeno 26 nezávislých jednonukleotidových polymorfismů, které mohou výrazně souviset s Parkinsonovou nemocí. K posouzení genetického vlivu na toto onemocnění byly provedeny i studie na dvojčatech. Ani zde však nebyly výsledky natolik přesvědčivé, aby se dalo říci, že geny zde mají nějakou významnou roli. Navzdory desetiletím zkoumání zůstává však většina těchto faktorů, povaha jejich interakce a molekulární dráhy neurodegenerace, které spouštějí, stále nedostatečně pochopeny (Allam, Del Castillo, & Navajas, 2005; Tysnes & Storstein, 2017; Belvisi et al., 2020).

V řadě prospektivních kohortových studií byla zkoumána souvislost mezi Parkinsonovou nemocí a kouřením. To je, možná překvapivě, považováno za protektivní faktor. Vliv má intenzita a délka kouření – výraznější inverzní vztah je u současných kuřáků než u bývalých. U kuřáků byl výskyt onemocnění až o 60 % nižší než u nekuřáků. Předpokládá se, že příznivý účinek kouření je způsoben potenciálním terapeutickým efektem nikotinu, který se ukázal jako neuroprotektivní na zvířecích modelech. Jiné studie pak ale naopak neprokazují žádnou souvislost mezi kouřením a touto nemocí (Abbas, Xu, & Tan, 2017).

Pravděpodobný ochranný účinek proti rozvoji Parkinsonovy nemoci má i káva. U konzumentů kávy bylo zjištěno o 30 %, někde dokonce až o 50 % nižší riziko. Maximální protektivní efekt byl patrný při konzumaci přibližně tří šálků denně. Výzkumy zkoumající vliv pití čaje (černého a zeleného), konzumace alkoholu či pohybové aktivity se ve svých výsledcích rozcházejí. Velká řada prospektivních studií pozorovala i dietní zvyklosti probandů – kalorický příjem, množství sacharidů, proteinů či cholesterolu v dietě. Zde však nebyl prokázán žádný významný vztah, ať už pozitivní nebo negativní. Co se týče

konzumace mléka a mléčných výrobků, metodologicky spolehlivé studie v tomto případě poukazují na jejich pozitivní vliv (Abbas, Xu, & Tan, 2017).

Expozice pesticidům (např. herbicidům či fungicidům) je naopak považována za rizikový faktor rozvoje Parkinsonovy nemoci. Starší přehled různých kohortových studií naznačil, že pití vody ze studny je rizikovým faktorem pro onemocnění v západních zemích, ale v pevninské Číně bylo naopak zjištěno snížené riziko rozvoje nemoci. To je přikládáno právě nižšímu množství pesticidů ve vodě v této oblasti. V dnešní moderní době toto však nemusí být již relevantní. Těžké traumatické poranění mozku je dobře známým faktorem pro rozvoj neurodegenerativních onemocnění včetně Parkinsonovy nemoci. Nedávné studie se zaměřily na roli lehkého mozkového traumatu jako rizikového faktoru. Zde však souvislost zatím zůstává nejasná (Abbas, Xu, & Tan, 2017).

2.1.4 Motorické příznaky

Počátečním příznakem bývá nejčastěji tremor. Ten je definován jako rytmický, mimovolný oscilační pohyb části těla. Nejprve se zpravidla objevuje na jedné horní končetině, později se rozšiřuje na dolní končetinu stejnostranné poloviny těla a nakonec přechází i kontralaterálně. Kromě končetin se klidový třes vyskytuje také na jazyku, rtu nebo bradě, ale zřídka zahrnuje hlavu. Tremor se objevuje zejména v klidu, s aktivitou nemocného se snižuje. Typická je frekvence 4–6 Hz. Tremor slouží jako důležitý rozlišovací rys mezi Parkinsonovou nemocí a podobnými, ale patologicky odlišnými stavy. (Chen, Hopfner, Becktepe, & Deuschl, 2017; Roth, Sekyrová, & Růžička, 2009, Caird, 1991). V konečných stadiích onemocnění může třes vymizet a dominantní se stává akineze (Carr, 2002).

Dalším příznakem této nemoci je rigidita. Tato svalová ztuhlost je charakterizována zvýšeným napětím zejména ve flexorových skupinách, s čímž pak souvisí typické flekční držení končetin a trupu. V důsledku nárůstu elementárních posturálních reflexů pozorujeme tzv. fenomén ozubeného kola – sakadovité změny napětí svalu při pasivním pohybu. Rigidita se objevuje až u 89 % nemocných (Ferreira-Sanchez, Moreno-Verdu, & Cano-de-la-Cuerda, 2020; di Biase et al., 2018; Roth, Sekyrová & Růžička, 2009).

V rámci poruch motoriky dále dochází ke snížení rozsahu pohybu (hypokineze), zpomalení pohybu (bradykineze) a problémům se zahájením pohybu (akineze). Obtížné pro tyto pacienty je zamýšlený pohyb začít, cítí se být zaseknutí na místě. Celkově mají problémy se změnou směru prováděného pohybu či překonáním překážky (např. při chůzi). Potíže se objevují i ve spánku, kdy neschopnost změnit polohu může vést až

k insomnii. S redukcí motorických schopností souvisí i řada dalších non – motorických příznaků. Dochází ze zmenšení velikosti písma (mikrografie), redukcí mimiky (hypomimie), můžeme vidět až tzv. maskovitý obličej (Berger, Kalita, & Ulč, 2000; Roth, Sekyrová, & Růžička, 2009).

2.1.5 Non – motorické poruchy

Velmi často se u pacientů s Parkinsonovou nemocí objevuje dysfunkce vegetativního nervového systému, z čehož pak vyplývá řada obtíží. Dochází k poruchám gastrointestinálního a kardiovaskulárního systému, k urologickým a sexuálním dysfunkcím, objevovat se mohou také poruchy termoregulace či nadměrné slinění a pocení (Pfeiffer, 2020). Výskyt potíží týkajících se gastrointestinálního traktu je velmi vysoký, a to už v počátečních fázích onemocnění, kdy motorické příznaky ještě ani nemusejí být patrné. Až u 88,9 % pacientů se gastrointestinální symptomy objeví již před nástupem motorické symptomatiky (Chen, Li, & Liu, 2020). Jedná se především o obstipaci, kdy v důsledku nedostatečné hybnosti střevní stěny dochází ke zpomalení střevní pasáže (Pfeiffer, 2020). Problematická je i konečná fáze – vyprazdňování (Berger, Kalita, & Ulč, 2000).

Dále se u pacientů s Parkinsonovou nemocí často objevuje dysfagie. Subjektivní poruchy polykání v rámci provedené metaanalýzy uvedlo 35 % pacientů, přičemž dysfagie potvrzená objektivními testy byla přítomna až u 82 %. To může naznačovat, že pacienti s Parkinsonovou nemocí si často ani neuvědomují, že nějakou poruchu polykání vůbec mají, přitom je u nich riziko až třikrát vyšší než u kontrolních jedinců (Kalf, de Swart, Bloem, & Munneke, 2011). Často přehlíženým aspektem je problematické polykání léků (u téměř 30 % pacientů, zejména v pokročilejším stadiu) a jedním z velmi významných rizik dysfagie je aspirace s následným rozvojem pneumonie (Pfeiffer, 2020).

Jedním z kardiovaskulárních příznaků této nemoci je ortostatická hypotenze. Dříve se předpokládalo, že se objevuje až později v průběhu onemocnění či pouze v závažnějších případech, a také že jde vlastně o vedlejší účinek antiparkinsonik (např. levodopa). Bae et al. (2011) ve své studii prokázali přítomnost ortostatické hypotenze u 40 % pacientů již v časném stadiu nemoci a bez předchozí medikace. Na základě systematického review a metaanalýzy je odhadovaná prevalence ortostatické hypotenze u parkinsoniků přibližně 30 % (Velseboer, de Haan, Wieling, Goldstein, & de Bie, 2011). Typicky je přítomna neurogení ortostatická hypotenze s neadekvátními

neurocirkulačními odpověďmi na posturální změny v důsledku selhání baroreceptorového reflexu a zhoršeného uvolňování norepinefrinu (Pfeiffer, 2020).

Studie zabývající se výskytem sexuálních dysfunkcí u osob s Parkinsonovou nemocí většinou poukazují na přítomnost těchto obtíží u 70 – 80 % pacientů. Častější je tato symptomatika u pacientů s depresí a u těch s fenotypem posturální nestability a poruch chůze. Systematický přehled a metaanalýza zahrnující 11 studií publikovaných v letech 1992 až 2018 dále uvádí, že Parkinsonova nemoc byla spojena se zvýšeným rizikem sexuální dysfunkce u mužů, ale nikoli u žen. Nejedná se však pouze o snížení sexuálních funkcí (např. erektilní dysfunkce u mužů, snížená lubrikace či nedobrovolné močení během styku u žen), ale i naopak. V návaznosti na substituci dopaminu se pacienti mohou potýkat i s hypersexualitou a aberantním sexuálním chováním (Chen, Li, & Liu, 2020; Simonsen, Comerma-Steffensen, & Andersson, 2016).

Psychické potíže jsou u Parkinsonovy nemoci taktéž relativně běžné. Mnoho pacientů v průběhu jejich nemoci pociťuje neuropsychiatrické poruchy, včetně deprese, úzkosti, poruch spánku, psychózy a behaviorálních a kognitivních změn. Deprese postihuje více než 50 % těchto pacientů a její prevalence je výrazně vyšší než u věkově odpovídající kontrolní skupiny (Pachana et al., 2013; Marsh, 2013).

Jen malá část osob s Parkinsonovou nemocí trpí poruchami intelektu (demencí). Pozorovat u nich můžeme ale potíže s orientací nebo poruchy paměti (Berger, Kalita, & Ulč, 2000).

Non – motorické symptomy bývají často přehlíženy nebo nedostatečně léčené, možná z důvodu prvořadého zájmu o fyzické zdraví. Přitom dopady neléčené deprese sahají daleko za pouhé změny nálady – může s ní souviset větší funkční postižení, rychlejší zhoršování fyzických a kognitivních schopností, zvýšená mortalita, celkově snížená kvalita života pacienta a větší stresová zátěž pro rodinné příslušníky či pečující osoby (Pachana et al., 2013; Marsh, 2013).

2.2 Postura

Pojem postura musíme chápat v širším měřítku než jako pouhé balanční funkce či vzpřímený stoj. Postura popisuje vztahy mezi jednotlivými pohybovými segmenty, a také mezi tělem a vnějším prostředím. Můžeme ji definovat jako držení jednotlivých částí vůči působení externích sil, které je zcela automatické a nevědomé. Základní vnější silou na nás působící je samozřejmě gravitace a posturální rovnováha je neustále probíhající reakcí na ni. Posturu můžeme také chápat jako jakoukoli polohu, která determinuje

udržení rovnováhy s maximální stabilitou, minimální spotřebou energie a minimálním namáháním anatomických struktur. Na držení těla se podílí několik faktorů, včetně neurofyzilogických, biomechanických a psychoemotivních. Konečným účelem postury je udržení rovnováhy ve statických i dynamických podmínkách (Carini et al., 2017; Kolář et al., 2009).

U pacientů s Parkinsonovou nemocí můžeme pozorovat typické abnormality a patologie v rámci jejich postury. Předsunuté držení hlavy, prohloubená hrudní kyfóza a naopak vyhlazená bederní lordóza bývají typické u těchto lidí. Ramenní pletence drženy spíše v addukci a vnitřní rotaci, semiflexe v loktech a pronovaná předloktí znesnadňují pohyblivost horních končetin. V kyčelních kloubech opět pozorujeme vnitřní rotaci společně s flexí a kolenní klouby jsou taktéž v semiflekčním postavení (Wilczynski et al., 2017).

2.2.1 Biomechanické pojmy

Část podložky, kde je uskutečňována opora a je tedy v přímém kontaktu s tělem se nazývá opěrná plocha. Když propojíme zevní okraje této opěrné plochy, získáme opěrnou bázi (Bizovská et al., 2017).

Těžiště (COP) je myšlený bod, ve kterém působí tíhová síla na dané těleso - v našem případě na lidské tělo. V základním postavení se nachází v oblasti malé pánve zhruba ve výšce druhého až třetího sakrálního obratle. Se změnou polohy těla se samozřejmě mění i poloha těžiště (Frydryšek, 2019). Jako „center of gravity“ označujeme průmět těžiště do opěrné báze (Bizovská et al., 2017). COP není udržováno v jediném bodě, ale osciluje kolem něj. I v klidném stoji jsou patrné tyto drobné oscilační pohyby, za normálních okolností však nedochází k výchylkám COP větším než 1 – 2 cm. Vertikální držení těla je ze své podstaty nestabilní kvůli našemu relativně vysokému COP a relativně malé účinné oblasti podpory. (Ivanenko & Gurfinkel, 2018; Blaszczyk, Bacik, & Juras, 2003).

2.2.2 Posturální stabilita a reaktibilita

S tímto dále souvisí pojem posturální stabilita, což můžeme vysvětlit jako neustálé zaujímání stálé polohy tak, abychom udrželi těžiště a nedošlo k nechtěnému pádu. Pohybový systém člověka je labilní soustava, tudíž se jedná o dynamický proces (Kolář et al., 2009). Maximální úhly, ve kterých můžeme vychýlit své COP, aniž bychom ztratili stabilitu a změnili bázi opory, se označují jako limity stability. Z biomechanického hlediska zde popisujeme tzv. model obráceného kyvadla (Bizovská et al., 2017; Horak, 2006).

Posturální reaktibilita nám slouží k zajištění punctum fixum pro cílený a optimální pohyb. Vytvořením této úponové stabilizace svalového systému jsme pak schopni dosáhnout stabilní opory a odolávat působení externích sil (Bizovská et al., 2017; Vélé 2006; Kolář et al., 2009).

2.2.3 Posturální stabilita u pacientů s Parkinsonovou nemocí

Posturální nestabilita u těchto osob souvisí se zhoršenými posturálními reakcemi. Ve stoji jsou patrné větší oscilace těžiště, je problematické rychle zareagovat na narušení plánovaného motorického projevu či tento pohyb rychle změnit. Z některých studií vychází, že ztráta dopaminu vede i k narušení zpracování propioceptivních informací pro kontrolu motoriky. Posturální výkyvy u subjektů s Parkinsonovou nemocí mohou být v počátečních stádiích nemoci srovnatelné s osobami zdravými. Co je však rozdílné, je rychlost těchto výchylek – ta je u nemocných samozřejmě vyšší. S progredující nemocí koreluje závažnost těchto obtíží (Feller, Peterka, & Horak, 2019).

Lidé s Parkinsonovou nemocí často pociťují poruchy rovnováhy a obtíže s udržení stabilní postury. Progresivní a chronické atrofické změny struktur CNS řídících motorické funkce, a degenerativní změny zraku, sluchu, propiocepce a rovnovážného systému narušují stabilitu držení těla. S tím je pak samozřejmě spojeno zvýšené riziko pádů. Neschopnost udržet rovnováhu můžeme přisuzovat celé řadě faktorů – porušeným rovnovážným reakcím, freezingu, slabosti dolních končetin, kognitivnímu deficitu či celkově snížené hybnosti. Statistické údaje ukazují, že pády postihují více než 50 % pacientů s Parkinsonovou nemocí, přičemž velká část z nich (50 – 86 %) padá opakovaně. V návaznosti na tuto problematiku pak musíme zmínit zvýšené riziko a výskyt fraktur. Již po 40. roce věku stoupá u parkinsoniků nebezpečí vzniku fraktur oproti zdravým jedincům, a v kategorii nad 60 let pozorujeme až čtyřikrát více zlomenin. Kromě jiného jsou pády také nejčastější důvod návštěv na pohotovosti, s čímž pak souvisí vysoké náklady na zdravotní péči u těchto pacientů. Pády jsou tak významnou příčinou invalidity, ztráty nezávislosti a snížené kvality života u těchto osob (Pelicioni, Menant, Latt, & Lord, 2019; Opara, Malecki, Malecka, & Socha, 2017).

Patofyziologie posturální nestability je komplexní, nejvýznamnější abnormalita v posturální kontrole osob s Parkinsonovou nemocí vyplývá pravděpodobně z narušených posturálních reflexů. Kromě abnormálních posturálních odpovědí se také množí důkazy o poruchách anticipačních posturálních úprav již v rané fázi onemocnění. Tyto poruchy zřejmě přímo souvisí s narušením fyziologické funkce bazálních ganglií a

dopaminergním deficitem. Změny v anticipačních reakcích se mohou projevovat rozdílně v závislosti na stadiu a závažnosti onemocnění. U pacientů v časném stadiu nemoci dochází k přehnané pohybové přípravě při provádění úkolů, zatímco pacienti s pokročilejším onemocněním (zejména ti s posturální nestabilitou) mívají anticipační reakce snižené (Kim, Allen, Canning, & Fung, 2013).

2.3 Posturální kontrola

Posturální kontrola je nyní již považována za komplexní motorickou dovednost odvozenou z interakce několika senzomotorických procesů. Dvěma hlavními funkčními cíli posturální kontroly jsou posturální orientace a posturální rovnováha. Potřebujeme aktivní kontrolu postavení těla a tonu (úroveň tonické svalové aktivity podstatně ovlivňuje posturální orientaci) s ohledem na vlivy zevního a vnitřního prostředí. Prostorová orientace v posturální kontrole sjednocuje a zpracovává informace ze somatosenzorického, vestibulárního a zrakového systému. Posturální rovnováha zahrnuje koordinaci senzomotorických strategií ke stabilizaci těžiště během interních i externích poruch stability (Horak, 2006).

Efektivita posturální kontroly závisí na dostupnosti a spolehlivosti informací z vestibulárního a somatosenzorického systému. Při patologické změně některé z těchto složek se obecně zvýší oscilace těla a zvýší se aktivita posturálních svalů, aby se udržela posturální rovnováha (Carini et al., 2017). Důležité je ale samozřejmě také zpracování těchto informací v CNS. Na integraci smyslových vjemů se podílejí i bazální ganglia, jejichž funkce je u Parkinsonovy nemoci narušena (Feller, Peterka, & Horak, 2019; Horak, 2006).

2.3.1 Neurofyziologické aspekty posturální kontroly

Udržení posturální stability je proces, který zahrnuje několik fází a systémů. Nejprve dojde k zaznamenání konkrétní situace prostřednictvím senzorického systému. V rámci CNS následně proběhne analýza dané situace a podle toho výběr vhodné motorické odpovědi, na základě čehož dojde k aktivaci potřebných svalů či svalových skupin. Nervový systém má zásadní roli, jelikož může danou instabilitu již předvídat (feedforward) nebo následně odhalit (feedback). Prostřednictvím mechanismů dopředné a zpětné vazby hrají posturální úpravy klíčovou roli v ortostatice a dynamické kontrole držení těla a ovlivňují schopnost vykonávat každodenní aktivity. Stejně jako u reflexů se i posturální úpravy zlepšují cvičením a učením (Cuccia & Caradonna, 2009).

Lidské tělo je neustále pod vlivem působení gravitace. Pro odolávání těmto silám a udržení vzpřímeného stoje je primární podmínkou posturální svalový tonus. Ten můžeme definovat jako trvalou aktivitu antigravitačních svalů, která je potřebná právě pro udržení postury a vzpřímeného stoje. Hlavní silový vektor těchto svalů působí proti účinku gravitace. (Kaminishi, Chiba, Takakusaki, & Ota, 2021). Posturální tonus je pod kontrolou myotatické reflexní smyčky. Vzhledem k tomu je jedním z možných mechanismů kontroly vzpřímeného držení těla napínací reflex, který by byl schopen čelit jakékoli odchylce od výchozí polohy (Bronstein, Brandt, Woollacott, & Nutt, 2004)

Jak již bylo zmíněno, bipedální stoj je přirozeně nestabilní poloha, a proto existuje řada mechanismů, které brání působení mechanických perturbací. Jedním z nich je schopnost dopředné aktivity posturálních svalů jako anticipační reakce před vlastním provedením volního pohybu (Bronstein et al., 2004).

Anticipační posturální reakce byly popsány během cíleně prováděných pohybů. Cílí jak na zachování rovnováhy a orientaci tělesných segmentů při provádění pohybu, tak na podporu pohybu z hlediska síly a rychlosti. Anticipace znamená predikci poruchy postury v důsledku pohybu. Tato předpověď by závisela na vnitřních modelech vytvořených mozkiem, které by mapovaly okolní prostor, vlastnosti těla a jejich interakci (Bronstein et al., 2004).

Automatické posturální reakce se objevují jako reakce na senzorické informace, které signalizují poruchy držení těla způsobené pohybem, přijímané ze zrakového, vestibulárního a somatosenzorického systému. I tyto automatické posturální kontrolní mechanismy jsou u pacientů s Parkinsonovou nemocí změněny (Kim et al., 2013).

2.3.2 Pohybové strategie

K navrácení rovnováhy a znovuzískání stabilní postury lze použít tři typy pohybových strategií. Dvě z nich drží chodidla na místě a opěrná báze se vlastně nemění, třetí již bázi opory mění prostřednictvím úkroku. Rozlišujeme tedy strategii kyčelní a kotníkovou - statické strategie, a krokovou – dynamická strategie. (Horak, 2006; Vařeka, 2002).



Obrázek 1. Pohybové strategie (Horak, 2006).

Svalová aktivita při kotníkové strategii začíná v oblasti mm. gastrocnemii, následují hemstringy a potom paravertebrální svalstvo. Toto se děje při náklonech podložky dozadu, což iniciuje náklon vpřed. Při náklonu vzad dochází k aktivaci svalů přední strany, tedy m. tibialis anterior, m. quadriceps femoris a břišního svalstva (Bronstein et al., 2004).

Výzkumy bylo zjištěno, že pokud točivý moment v kotníku již není dostačující pro udržení rovnováhy, přechází proband na kompenzační mechanismus v oblasti kyčelních kloubů. V tomto případě dochází k vyrovnání stability aktivací stehenního a trupového svalstva (Bronstein et al., 2004).

Kotníková strategie je efektivní zejména na pevném povrchu při malých posturálních výchylkách. Oproti tomu kyčelní strategie nachází své uplatnění při rychlejších a větších výkyvech COP. Byla provedena řada studií, na základě kterých se snažili zjistit, jak jsou jednotlivé strategie vybírány. S postupným zvyšováním rychlosti pohybu platformy, a tedy i většími posturálními výchylkami, se aktivita svalů přesouvá z oblasti kotníků do oblasti kyčelních kloubů. Čistě kyčelní strategie nebyla prostřednictvím EMG prokázána (Bronstein et al., 2004; Horak 2006).

Vařeka (2002) dále uvádí, že kotníková strategie je využívána spíše pro udržení stability v antero-posteriorním směru, zatímco kyčelní strategie ve směru latero-laterálním (při výchylkách do stran dochází k přenosu hmotnosti mezi dolními končetinami, tudíž se uplatňují zejména svaly kyčlí). Všeobecně je známo, že antero-posteriorní stabilita je horší než stabilita latero-laterální.

Jestliže jsou destabilizační síly působící na organismus natolik veliké, že kyčelní strategie není dostačující pro udržení rovnováhy, využívá se strategie krokové. Zde už

dochází ke změně opěrné báze např. úkrokem. Pokud už ani kroková strategie nepostačuje, dochází k tzv. řízenému pádu (Vařeka, 2002).

2.3.3 Senzorické strategie

Jedinec vnímá polohu svého těla ve vztahu ke gravitaci a okolí kombinací vstupů z různých systémů a udržení rovnováhy je komplexní proces zahrnující koordinaci několika složek. Kromě stavu sensorického a integračního (CNS) systému, má vliv na posturu a posturální stabilitu samozřejmě také psychika (Cuccia, & Caradonna, 2009).

Zrakový, vestibulární a somatosenzorický systém jsou hlavními smyslovými systémy zapojenými do posturální kontroly. Jak subjekt mění prostředí, ve kterém se nachází, mění se také závislost na každém z těchto systémů. V dobře osvětleném prostředí s pevným povrchem zdraví jedinci využívají nejvíce vstupů ze somatosenzorického systému (70 %), dále z vestibulárního systému (20 %) a jen 10 % tvoří vizuální informace. Při stoje na nestabilním povrchu naopak spoléhají mnohem více na vestibulární a zrakové informace (Horak, 2006). Tyto aferentní vstupy mohou být modulovány mnoha faktory, k nimž patří i stav nálady a úzkost (Cuccia & Caradonna, 2009). Důležité je, že tyto systémy jsou do určité míry navzájem zastupitelné a při redukci funkce jedné složky dojde k nárůstu funkce jiné (Véle, 2006; Bronstein et al., 2004).

Jelikož vizuální a vestibulární systém jsou uloženy v hlavě, pomáhají tak zejména orientovat její polohu, protože však poloha hlavy vůči trupu není fixní, jejich vliv na držení těla a konkrétněji na kontrolu rovnováhy závisí na vyhodnocení polohy hlavy vzhledem k trupu (Bronstein et al., 2004).

Vestibulární aparát

Vestibulární systém detekuje pohyb hlavy v prostoru a následně generuje reflexy, které jsou klíčové pro naše každodenní činnosti, jako je stabilizace zrakové osy a udržení polohy hlavy a těla. Receptory labyrintu vnitřního ucha tak hrají důležitou roli při stabilizaci hlavy a orientaci těla. Skládá se ze dvou typů senzorů – dvou váčků s otholity (utricle a saccule) a tří polokruhovitých kanálků. Rozložení otholitů podává informace o poloze hlavy vzhledem k vertikále jak ve frontální, tak v sagitální rovině. Také vertikální orientace hlavy ve tmě je obecně připisována právě jejich aktivitě. Lineární zrychlení je monitorováno otholity a semicirkulární kanálky monitorují úhlové zrychlení ve třech rovinách. Receptorové buňky otholitů a polokruhových kanálků pak vysílají signály přes vestibulární nervová vlákna do nervových struktur, které řídí pohyby očí,

držení těla a rovnováhu. Prostřednictvím vestibulookulomotorického reflexu, jakožto reakce na změnu polohy hlavy, je zajištěna fixace pohledu na daný objekt. Přínos vestibulárního systému pro posturální kontrolu je však stále předmětem diskuzí (Bronstein et al., 2004; Bizovská et al., 2017; Greenwald, & Gurley, 2013; Králíček, 2011).

Vizuospaciální orientace

Zdroje uvádějí, že zrak nám poskytuje až 90 % podnětů z okolního prostředí. Díky tomuto systému jsme schopni se „zapřít“ o pevný bod v prostředí, zafixovat a vytvořit si tak posturální jistotu. Informace, které získáváme prostřednictvím vizuálních vjemů, mají podstatný význam v rámci aktivace anticipačních mechanismů jakožto reakce na změny v zorném poli, jelikož tyto podněty vyvolávají automatickou reakci systému posturální kontroly. Provádíme – li pohyb pod kontrolou zrakového systému, je pohyb daleko přesnější než při využití např. pouze propiocepce (Shumway-Cook & Woollacott, 2011; Véle, 2006; Vařeka, 2002).

S věkem se funkce zrakového aparátu nevyhnutelně zhoršuje, což může vést ke zhoršení posturální stability a tím ke zvýšenému riziku pádů (Saftari, & Kwon, 2018).

Somatosenzorický systém

Vstupní informace z tohoto systému jsou zajištěny prostřednictvím exteroceptivních a propioceptivních receptorů. Získáváme tak vjemy z kůže, kloubů, svalů, ligament či periostu. Důležité jsou aferentní vstupy přicházející ze svalů. Rozlišujeme svalová vřeténka (citlivá na změnu délky svalových vláken) a Golgiho šlachová tělíska (citlivá na změny svalového napětí). Posturální výkyvy způsobují lehké svalové napětí a následnou aktivaci a reakci svalových vřetének. Informace z těchto receptorů jsou obzvláště přesné (Carini et al., 2017).

Propriocepce převládá zejména při stožení na stabilní ploše, na nestabilním povrchu nabývají za významu informace přicházející z předchozích dvou zmíněných systémů (Bizovská et al., 2017). Vjemy ze somatosenzorického systému jsou důležité pro stabilizaci polohy i pro reaktivní posturální kontrolu, kdy jejich feed – back charakter umožňuje zajištění korekčních balančních reakcí (Véle 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2011).

Možnost, že porucha sensorického systému přispívá k posturální nestabilitě u nemocných s Parkinsonovou nemocí, byla zkoumána v řadě studií. Se zhoršenou orientací těla u těchto osob může souviset zejména deficit v rámci propioceptivních informací. Pacienti s tímto onemocněním postupně stále více závisejí na vizuálních vstupech pro kontrolu lokomoce a orientace těla v prostoru. Právě tato závislost na informacích ze zrakového aparátu může být adaptivní strategií pro kompenzaci propioceptivního deficitu. Zdraví jedinci využívají výrazněji zrakových vstupů, až když jsou podmínky rovnováhy nějakým způsobem ohroženy; osoby s Parkinsonovou nemocí jsou na těchto informacích vysoce závislí i v nenarušených podmínkách (Kim et al., 2013).

2.4 Funkční vyšetření posturální stability

K testování rovnováhy existuje celá řada testů, které lze využít. Zde budou zmíněny ty základní a nejvíce používané. Některé z nich byly využity i v rámci výzkumného měření této diplomové práce.

2.4.1 Timed Up and Go Test (TUG)

Tento test vychází z testu Get up and Go, který popsali Mathias, Nayak a Isaacs v roce 1986. Podsiadlo a Richardson (1991) si test modifikovali a vytvořili verzi, která byla využita i v rámci této diplomové práce. Test slouží k posouzení základní mobility pacienta. Ten je vyzván, aby z polohy vsedě na židli co nejrychleji vstal, obešel kužel umístěný tři metry od židle a opět se posadil. Hodnotí se na základě změřeného času. Jestliže standardní variantu provede testovaná osoba za více než 12 sekund, můžeme konstatovat, že u ní hrozí vyšší riziko pádu. TUG může být prováděn i v komplikovanějších variantách, např. v kombinaci s kognitivní či manuální úlohou.

2.4.2 Five Times Sit to Stand Test (FTSST)

Test začíná vsedě na židli a pacientovým úkolem je co nejrychleji se pětkrát postavit a znovu posadit. Ideálně by k tomu neměl používat horní končetiny, ty by měly být překřížené na hrudníku. Čas se měří od zahájení testu až po poslední (páté) posazení. Důležité je také dbát na správně zvolenou výšku židle (někteří uvádějí 43cm). Vstávání z vysoké židle je jednodušší, vstávání z nízké naopak náročnější. Toto pak může vést k misinterpretaci výsledků. Kromě rizika pádu nám tento test podá určité informace i o svalové síle dolních končetin. Časový limit na splnění úkolu je 15 sekund; pacienti, kteří tento limit překročili, mají až dvakrát častější zkušenost s pádem (Keus et al., 2014).

2.4.3 Functional Reach Test (FRT)

Dosahové aktivity jsou velkou součástí spousty běžných denních činností. FRT nám poskytuje informace o maximální vzdálenosti, kam se může testovaná osoba naklonit bez změny opěrné báze (zjišťujeme limity stability). Test provádíme ve stoji u stěny, horní končetiny jsou natažené v 90° flexi v rameni, ruce sevřeny v pěst. Následně vyzveme testovaného, aby provedl co největší možný náklon vpřed, aniž by však došlo k nakročení či ztrátě stability. Terapeut měří vzdálenost, o kterou se dosah změnil (Keus et al., 2014).

2.4.4 360 Degree Turn Test (360DTT)

I otáčení se je důležitou součástí pohybových schopností a každodenních aktivit. V rámci testu sledujeme, jak rychle je testovaná osoba schopná otočit se o 360° a kolik k tomu musí provést kroků. Před zahájením testu je vhodné udělat na zemi značku, aby byla zajištěna shodnost výchozí i konečné pozice. Ideální je provést dva až tři pokusy na každou stranu a ty pak k získání výsledku zprůměrovat. Pacienti postižení Parkinsonovou nemocí by test měli zvládnout do 3,8 sekund (Dupalová et al., 2017; Soke et al., 2020).

2.4.5 Six Minute Walk Test (6MWT)

6MWT je relativně jednoduchý a běžně používaný test pro objektivní posouzení zátěžové kapacity testovaného, navíc můžeme pozorovat, jak vypadá chůze i v rámci delšího časového úseku. Optimálně by měl test být prováděn na rovné chodbě v klidném, nerušeném prostředí. Výsledkem je vzdálenost, kterou pacient celkově ujde v časovém limitu 6 minut. Hodnocení je vhodné doplnit o subjektivní pocity testovaného ohledně vnímané námahy při provádění testu, k čemuž můžeme využít např. Borgovu škálu (Agarwala & Salzman, 2020; Keus et al., 2014).

2.4.6 Ten Metre Walk Test (10MWT)

Prostřednictvím tohoto testu můžeme zhodnotit subjektivně „normální“ i maximální rychlost chůze, stanovit délku dvojkroku či frekvenci kroků. 10MWT provádíme na dráze o celkové délce 14 metrů, čas však měříme pouze na desetimetrovém úseku. Tímto zajistíme vyloučení akcelerační a decelerační fáze na začátku a na konci chůze. Některé zdroje doporučují test např. třikrát zopakovat a výsledky následně zprůměrovat. Literatura také uvádí více variant tohoto testu, např. v kombinaci s kognitivním úkolem či jako šestimetrový test chůze; tyto varianty však nebyly validovány (Bastlová et al., 2015; Keus et al., 2014).

2.4.7 Pull Test

Tento jednoduchý test slouží k posouzení reakce na náhlé vychýlení těla směrem vzad. Testovaný se postaví zády k vyšetřujícímu, dívá se rovně před sebe, chodidla by měla být v pohodlné pozici přibližně na šířku ramen. Tah by měl směřovat na ramena pacienta (nikoli na proximální část paže) silou dostatečně velkou k vychýlení COP pacienta. Ten obvykle reaguje flexí trupu a několika retropulzními kroky. Vyšetřující musí být připraven testovaného zachytit v případě úplné ztráty rovnováhy, aby nedošlo k pádu. Hodnocení se uskutečňuje na stupnici 0 – 4 body, přičemž 0 = srovnání rovnováhy jedním či dvěma kroky, 4 = velmi nestabilní pacient s tendencí až spontánní ztráty rovnováhy. Důležitý klinický význam zde má první pokus, který vyvolá jinou, větší, odezvu, než kdyby se test několikrát opakoval (Tan et al., 2018; Munhoz, & Tieve, 2014).

2.4.8 Push and Release Test

Při tomto klinickém testu pacient stojí opět zády k vyšetřujícímu a tlačí směrem dozadu lopatkami do jeho dlaní. Dojde k vychýlení těžiště, které vlastně přesahuje limity stability v posteriorním směru. Vyšetřující pak náhle povolí a ustoupí vzad. Rychlé uvolnění podpory trupu způsobí kompenzační krokovou reakci. Test byl vytvořen jako senzitivnější varianta předchozího pull testu (Smith, Carlson-Kuhta, & Horak, 2016).

2.5 Baterie testů a škály

Výhodou těchto hodnotících škál a baterií testů je jejich komplexnější přístup. Jde o soubory úkolů, na základě kterých lze systematicky zhodnotit všechny aspekty nutné k zajištění posturální stability ve stoji, při změnách polohy i v chůzi. Nevýhodou však může být vyšší časová náročnost či potřeba speciálních pomůcek (Bizovská et al., 2017).

2.5.1 Fall Efficacy Scale International (FES-I)

FES-I je dotazník, pomocí kterého hodnotíme strach pacienta z pádů. Tyto obavy v konečném důsledku výrazně omezují život nemocného v rámci běžných denních aktivit. Testovaný je požádán, aby u každé z 16 činností ohodnotil své obavy z pádu na čtyřbodové stupnici (1 – žádné obavy, 4 – velmi se obávám). Čím vyšší je celkové skóre, tím větší je pak strach z pádu. Přitom nezáleží, zda danou činnost reálně vykonává či nikoliv. Tento 16ti položkový test, vytvořen skupinou Prevention of Falls Network

Europe, nahradil původní 10ti položkovou variantu; byly přidány otázky týkající se sociální interakce (Dewan, & MacDermid, 2014).

2.5.2 Berg Balance Scale (BBS)

BBS byla vytvořena v roce 1989 k hodnocení rovnováhy u starších osob; nyní se běžně používá u celé řady (i neurologických) pacientů. Obsahuje celkem 14 položek, které jsou hodnoceny 0 - 4 body. Tyto body se na závěr sečtou, vypočte se celkové skóre (maximálně 56 bodů) a čím více bodů testovaný získá, tím je jeho rovnováha lepší a riziko pádu menší. Pohybové úkoly se liší podle obtížnosti – od sezení na židli až po stoj na jedné noze, chybí zde však hodnocení chůze. Testování celkově zabere zhruba 15 minut (Downs, 2015; Dupalová et al., 2017, Keus et al., 2014).

2.5.3 Balance Evaluation Systems Test (BESTest)

BESTest je mnohostranný přístup k hodnocení rovnováhy, který zohledňuje několik složek udržení rovnováhy. Položky jsou rozděleny do 6 kategorií – biomechanická omezení, limity stability, anticipační posturální strategie, posturální reakce, smyslová orientace a stabilita v chůzi. Tato kategorizace pak napomáhá vhodně zacílit terapeutickou intervenci, jakmile je oblast poruchy rovnováhy identifikována (Horak, Wrisley, & Frank, 2009; Leddy, Crouner, & Earhart, 2011).

BESTest se skládá z 27 úkolů, přičemž některé položky zahrnují ještě „podúkoly“ (např. hodnocení pro levou a pravou stranu), celkem tedy je to tedy 36 pohybových úkolů. Každý úkon je ohodnocen na čtyřbodové stupnici (0 – nejhorší výkon, abnormální provedení; 3 – nejlepší výkon, normální provedení). Maximální počet bodů, kterého lze dosáhnout, je 108. Skóre se pak přepočítává na procenta (Franchignoni, Horak, Godi, Nardone, & Giordano, 2010; Leddy et al., 2011).

Jelikož plná varianta test může být relativně časově náročná (až 35 minut), což výrazně limituje jeho rutinní užívání v praxi, byla vytvořena modifikovaná zkrácená verze – Mini BESTest. Tato modifikace zahrnuje 14 položek rozdělených do 4 kategorií – oproti plné verzi zde chybí zde biomechanická omezení a limity stability. Mini BESTest se zaměřuje na dynamickou rovnováhu a lze jej provést do 15 minut (Franchignoni et al., 2010; Lopes, Scianni, Lima, de Carvalho Lana, & Rodrigues-De-Paula, 2020).

2.5.4 Functional Gait Assessment (FGA)

Funkční vyšetření chůze vzniklo v návaznosti na Dynamic gait index jako rozšíření této škály s cílem zvýšit reliabilitu a rozlišovací schopnost. FGA je desetipoložkový

klinický test chůze. Kromě normální chůze testuje např. chůzi různou rychlostí, chůzi se zavřenými očima či chůzi vzad. Hodnocení je opět na čtyřbodové stupnici (0 – 3 body), obdržet lze maximálně 30 bodů; vyšší celkové skóre znamená pak lepší rovnováhu (Leddy et al., 2011; Wrisley, Marchetti, Kuharsky, & Whitney, 2004).

2.6 Možnosti ovlivnění posturální stability u osob s Parkinsonovou nemocí

Medikace poruchy rovnováhy u parkinsoniků zlepšuje jen částečně, proto je důležitým prvkem nefarmakologická intervence, jako je např. fyzioterapie. Adekvátní udržení rovnováhy je oblast, na kterou by se u nemocných s Parkinsonovou nemocí v rámci rehabilitačního programu rozhodně nemělo zapomínat, jelikož činnosti běžného života vyžadují správnou funkci a komplexní integraci systémů posturální kontroly. Fyzioterapie proto obvykle zahrnuje funkční cvičení chůze a rovnováhy, které se přímo promítají do každodenních aktivit. Ke zlepšení posturální kontroly nemocného však nemusí být využit čistě balanční trénink. Vhodné je zařadit také cvičení vyžadující senzomotorickou šikovnost, koordinaci, propiocepci, nácvik chůze s variací rychlostí či kognitivní úkoly (Capato et al., 2020; Santos et al., 2017).

Santos et al. (2017) ve své randomizované kontrolované studii porovnávali efektivitu balančního a odporového tréninku na posturální stabilitu u osob s Parkinsonovou nemocí. Jedna skupina podstupovala balanční trénink zaměřený na rovnováhu, chůzi a funkční nezávislost, druhá skupina absolvovala odporový trénink a strečink cílený zejména na svaly dolních končetin a trupu. Specificky zaměřený balanční trénink měl na posturální kontrolu větší pozitivní efekt než silově zaměřený trénink. Chen et al. (2021) rozdělili své probandy do tří skupin – skupina využívající posilovací stroje v posilovně, skupina posilující s vlastní vahou a kontrolní skupina. Po tříměsíční terapeutické intervenci nedošlo u žádné ze skupin k signifikantním změnám v rámci statické posturografie. Ani další provedené studie a metaanalýzy neprokázaly výraznější vliv silového tréninku na zlepšení posturální stability u nemocných s Parkinsonovou nemocí (Cruickshank, Reyes, & Ziman, 2015; Paul et al., 2014).

Systematický přehled z roku 2014 vyhodnocoval vliv tai chi. I zde se podařilo prokázat pozitivní efekt tohoto cvičení zejména v oblasti posturální stability, motorických funkcí a celkové funkční mobility. Tai chi tak může být zavedeno v klinické praxi jako doplňková a alternativní terapie u pacientů s Parkinsonovou nemocí, která je pro ně

bezpečná a často i oblíbená a zábavná (Ni, Liu, Lu, Shi, & Guo, 2014; Yang, Gong, Zhu, & Hao, 2014).

Další typ terapie, který může mít vliv na posturální stabilitu, je trénink s využitím audio-biofeedbacku, využíván např. u pacientů s vestibulární dysfunkcí. Mirelman et al. (2011) chtěli otestovat proveditelnost a účinky této tréninkové modalitě i u osob s Parkinsonovou nemocí. Studie sice měla malý výzkumný soubor, i tak ale tento tréninkový program prokázal některé potenciální terapeutické účinky na posturální kontrolu a psychosociální aspekty nemoci. Malé, ale pozitivní změny byly pozorovány v rámci hodnocení prostřednictvím BBS, FTSST, TUG a Pull testu. Účastníci také uvedli, že intervence byla obecně zajímavá, náročná a podněcující, pokud jde o motoriku a rovnováhu.

Cílem systematického přehledu a metaanalýzy z roku 2016 bylo porovnat efektivitu konvenčních fyzioterapeutických intervencí v managementu posturální nestability u pacientů s Parkinsonovou nemocí. Zahrnuty byly vhodné randomizované kontrolované studie publikované od roku 2005 do roku 2015 a autoři srovnávali celou řadu metod – balanční trénink, strečink, aerobní trénink, relaxaci a aktivaci svalů, posilovací cvičení, chůzi na běžícím pásu či proprioceptivní neuromuskulární facilitaci. Celkový výsledek tohoto přehledu naznačuje, že balanční trénink v kombinaci s dalším cvičením je efektivnější než balanční trénink samotný (Yitayeh, & Teshome, 2016).

Nedávné studie se začaly zabývat předpokladem, že i tanec může pozitivně ovlivňovat posturální kontrolu u osob s Parkinsonovou nemocí. Ačkoliv v řadě ukazatelů nebylo dosaženo výraznějších výsledků, určitý pozitivní vliv na rovnováhu, funkční mobilitu a posturální kontrolu tanec prokázal. Současný tanec v kombinaci s fyzioterapií tak může být užitečným podpůrným terapeutickým nástrojem k léčbě poruch rovnováhy u těchto pacientů. Mimo jiné tento typ terapie byl u pacientů oblíbený a vykazoval u nich i vysokou adherenci k této aktivitě (Valverde-Guijarro, Alguacil-Diego, Vela-Desojo, & Cano-de-la-Cuerda, 2020; Hasan et al., 2022).

Velký rozvoj technologií v posledních letech se samozřejmě promítl i do oblasti rehabilitace. Řada studií se proto zaměřuje na využití virtuální reality (VR) v terapii osob s Parkinsonovou nemocí. Z nich vyplývá, že rehabilitační trénink prostřednictvím VR může dosáhnout minimálně stejného efektu jako konvenční terapie. Na chůzi a posturální stabilitu pacientů může mít dokonce lepší vliv (Lei et al., 2019). Také Feng et al. (2019) ve své studii chtěli prokázat efektivitu VR u nemocných s Parkinsonovou nemocí a její vliv na rovnováhu v klidu i v chůzi. Experimentální skupina používala k provádění

tréninku rovnováhy a chůze technologii VR. Kontrolní skupina podstupovala klasickou terapii zaměřenou na přesuny těžiště v různých polohách a situacích apod. Terapie trvala celkem 12 týdnů a k hodnocení byly využity BBS, TUG, FGA a UPDRS. V rámci prvních tří zmíněných testů došlo k výraznému zlepšení v obou skupinách, co se týče ale UPDRS, zde došlo k velkému progresu pouze u experimentální skupiny. To potvrzuje, že technologie VR mohou mít v terapii posturální stability a chůze u osob s Parkinsonovou nemocí své místo.

Spina et al. (2021) zkoumali, zda trénink na robotické platformě může zlepšit posturální stabilitu ve srovnání s konvenční balanční léčbou u pacientů s mírnou Parkinsonovou nemocí. V obou skupinách došlo po terapiích ke zlepšení, tudíž i roboticky asistovaný balanční trénink může být slibným nástrojem ke zlepšení posturální stability u těchto pacientů. Studie provedená v Číně ukázala, že tréninkový program pro rovnováhu a chůzi za pomoci technologických zařízení snížil frekvenci pádů u pacientů s Parkinsonovou nemocí (ve srovnání s programem silového tréninku) (Shen, & Mak, 2014).

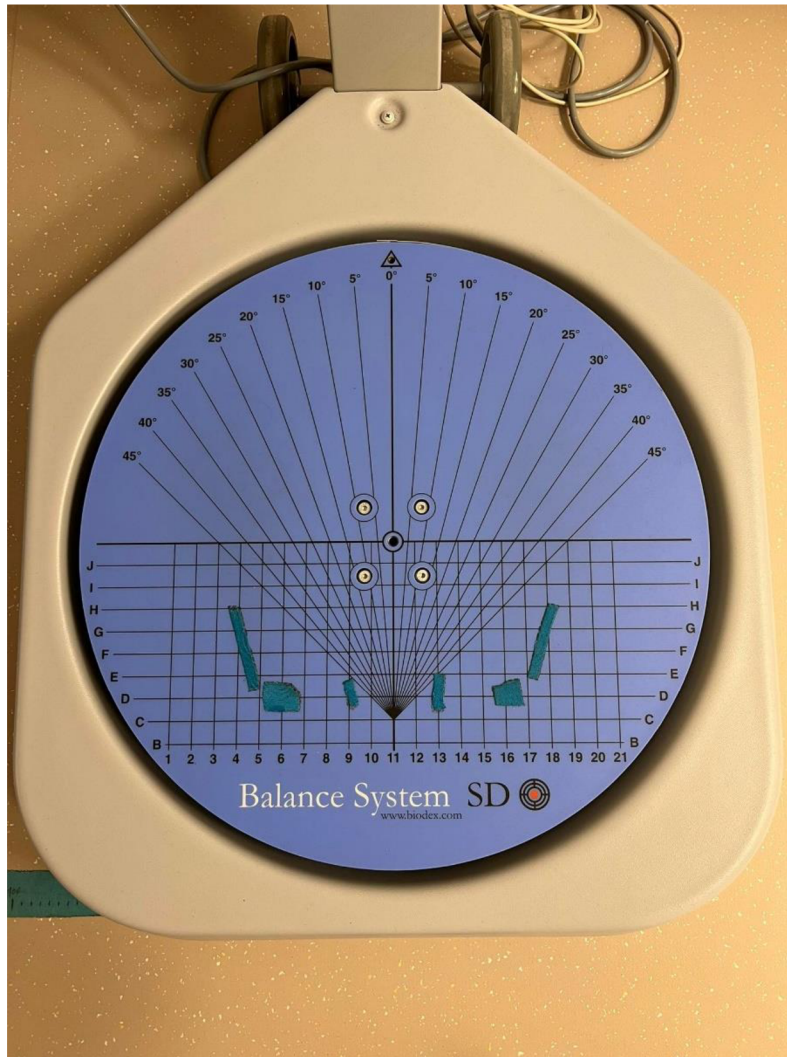
2.7 Biodex Balance System

S pokrokem v technologii se objevily sofistikované systémy schopné kvantifikovat rovnováhu a poskytovat reliabilní a validní data. Tyto systémy lze použít pro diagnostické i terapeutické účely a mají také možnost vizuální zpětné vazby. Jedním z těchto systémů je právě i Biodex Balance System (Obrázek 2), který byl využit v rámci této práce. Umožňuje testování a trénink ve statickém i dynamickém formátu, slouží k balanční a posturální reedukaci, zlepšování propriocepce, somatosenzorické a neuromuskulární kontroly (Siddiqi, & Masood, 2018; Ibrahim, Mattar, & Elhafez, 2016).



Obrázek 2. Biodex Balance System.

Biodex Balance System využívá kruhovou platformu se souřadnicovou mřížkou (Obrázek 3) která napomáhá zajištění stále stejné polohy chodidel při všech terapiích. Platforma může být buď v režimu statickém, nebo dynamickém, kdy se může volně pohybovat v antero-posteriorní a latero-laterální ose současně. Ve stupních měří náklon kolem každé osy během dynamických podmínek a vypočítává index latero-laterální stability, index předozadní stability a index celkové stability. Tyto indexy představují výkyvy kolem nulového bodu stanoveného před testováním, kdy je platforma stabilní. Platforma nabízí celkem 12 stupňů stability od úplně statické až po nejméně stabilní, které lze během cvičení měnit a tím pacientovi zvyšovat úroveň tréninku (Cachupe, Shifflet, Kahanov & Wughalter, 2001; Biodex Medical Systems, 2022a).



Obrázek 3. Kruhová platforma se souřadnicovou mřížkou.

Přístroj se dále skládá z dotykového monitoru a postranních opěrek, kterých se pacient může přidržovat. Vizuální zpětná vazba motivuje pacienta ke správné kontrole rovnováhy v reálném čase. Poskytuje mu možnost zhodnotit, co během cvičení změnit, aby dosáhl svého cíle (Cachupe et al., 2001; Biodex Balance System, 2022a).

Tréninková cvičení na Biodex Balance System cílí na zlepšení síly, limitů stability a posturální stability ve stoji i v chůzi. Nabízí celou řadu možností jak v rámci vyšetření, tak v rámci tréninku. Z hlediska vyšetření můžeme využít tyto režimy: Fall risk, Sensory integration, Bilateral comparison, Postural sway, Limits of stability, Motor control. Co se týče terapeutické intervence, v nabídce je: Postural stability, Maze control, Weight shift, Random control, Motor control a Percent weight bearing. K dispozici tak máme širokou škálu možností, které můžeme vybrat individuálně a co nejvhodněji pro každého pacienta.

Získaná data lze samozřejmě uložit přímo do paměti Biodexu, přenést na USB disk nebo rovnou vytisknout. K příslušenství přístroje patří ještě pěnová podložka. Tu lze umístit na kruhovou platformu a vytvořit tak jiný propioceptivní vjem pro pacienta. Zvlášť se dá ještě dokoupit vibrotaktilní pás, který slouží jako zpětná vazba při zavřených očích (Cachupe et al., 2001; Biodex Medical Systems, 2022a).

2.8 RehaGait Analyzer Pro

Posturální nestabilita se samozřejmě projevuje i v chůzi, ve které ji prostřednictvím přístrojové techniky můžeme také hodnotit. K tomuto hodnocení lze využít např. přístroj RehaGait Analyzer Pro, který byl použit i v rámci této práce.

RehaGait Analyzer Pro je přenosný systém specializovaný na měření charakteristik chůze v terénních podmínkách. Přístroj se skládá ze sedmi senzorů, které zaznamenávají specifické časoprostorové parametry během chůze. Tyto senzory se skládají z tříosého akcelerometru, tříosého gyroskopu a tříosého magnetometru. Akcelerometr slouží pro snímání lineárního zrychlení, gyroskop snímá úhlové zrychlení a magnetometr zaznamenává zemské magnetické pole. Senzory jsou pacientovi umístěny kolem pasu, nad koleny, nad kotníky a na laterální straně nohy (případně boty). RehaGait Analyzer Pro dokáže hodnotit celou řadu parametrů, např. trvání chůze, frekvence, délka a počet kroků, dále také rychlost, doba trvání jednotlivých fází chůze, úhly kloubů dolních končetin apod. Pohybové senzory se prostřednictvím Bluetooth připojí k softwaru tabletu, kde se pak zobrazí naměřená data.

Výhodou RehaGait Analyzer pro může být jeho přenosnost, snadné ovládání a časová nenáročnost měření. Díky těmto parametrům jej lze využít i při hodnocení chůze např. v domácích podmínkách (Donath, Faude, Lichtenstein, Nüesch, & Mündermann, 2016; Hasomed, 2016; Aidmoving, 2022).

3 CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

3.1 Cíl práce

Cílem této práce je zhodnocení efektivity balančního tréninku s využitím přístroje Biodex Balance System a jeho vlivu na parametry posturální stability u pacientů s Parkinsonovou nemocí.

3.2 Výzkumné otázky

V1: Jak se liší vybrané parametry posturální stability (limity stability měřené přístrojem Biodex Balance System) po čtyřtýdenní terapii v podobě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

V2: Jak ovlivní čtyřtýdenní terapie v podobě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System celkové skóre v dotazníku FES-I u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

V3: Jaký je vztah mezi výsledky vybraných klinických testů a vybraných parametrů posturální stability měřených pomocí přístroje Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

V4: Jaký je vztah mezi výsledky vybraných parametrů chůze měřených pomocí přístroje RehaGait Analyzer Pro a vybraných parametrů posturální stability měřených pomocí přístroje Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

4 METODIKA VÝZKUMU

Výzkumné měření a terapie se uskutečnili v období od listopadu 2021 do března 2022. Vše probíhalo v prostorách RRR centra a Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Pacienti se výzkumu účastnili zcela dobrovolně s vědomím, že mohou svou účast kdykoliv ukončit. Před zahájením byli řádně seznámeni s průběhem a cíli měření, zároveň také museli podepsat informovaný souhlas (Příloha 2). Celý výzkum byl schválen a odsouhlasen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (Příloha 1).

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumu se účastnili pacienti RRR Centra Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, pacienti Fakultní nemocnice Olomouc a Parkinson klubu Olomouc.

Do studie byli zařazeni pacienti starší čtyřicet let s diagnostikovanou Parkinsonovou nemocí (stadium onemocnění 2-4 dle škály H&Y). Jako kritéria pro vyloučení z výzkumu byla stanovena: stadium onemocnění 1 a 5 dle škály H&Y, dekompenzovaný zdravotní stav, operace či závažnější úrazy dolních končetin v posledním roce a neschopnost spolupráce. Výzkumný soubor tvořilo sedm osob, z toho pět zástupců mužského pohlaví a dvě ženy. Průměrný věk žen byl $73 \pm 8,49$ let (věkové rozpětí 67-78 let), průměrný věk mužů byl $70,8 \pm 10,57$ let (věkové rozpětí 59-85 let). Celkový věkový průměr všech pacientů byl $71 \pm 9,36$ let. Průměrná hodnota stadia onemocnění dle škály H&Y byla $2,43 \pm 0,53$. Průměrná délka onemocnění v letech byla $7,43 \pm 6,11$; pohybovala se v rozmezí od tří až do sedmnácti let. Všichni z těchto pacientů byli v rámci jejich nemoci léčeni farmakologicky. Dva z nich byli po zavedení hluboké mozkové stimulace (DBS). Tremor byl patrný u tří pacientů, freezingem trpěl jen jeden pacient. Kompenzační pomůcky pro chůzi využívali tři pacienti. Jeden používal francouzské hole, obě pacientky chodily s trekovými holemi.

První sérii měření podstoupilo všech sedm pacientů, druhou sérii už pouze dva z nich. Terapii s využitím Biodex Balance System absolvovali dva pacienti a oba ji celou dokončili. Data byla rozšířena o výzkumný soubor loňské diplomové práce (Kubina, 2021). Tím mohla být zajištěna lepší interpretace výsledků a zvýšení jejich relevance.

Tabulka 1. *Charakteristika výzkumného souboru.*

Proměnná	Celkové rozložení (n=7)	M	SD
Pohlaví (Ž/M)	2:5		
Věk – ženy	67-78	73	8,49
Věk – muži	59-85	70,8	10,57
Věk – celkem	59-85	71	9,36
Výška	165-189	176,43	9,07
Váha	57-130	84,71	23,93
BMI	20,40-40,10	26,89	6,20
Délka onemocnění	2-17	7,43	6,11
Stadium dle H&Y	2-3	2,43	0,53
Medikace (Ano/Ne)	7:0		
DBS (Ano/Ne)	2:5		
Freezing (Ano/Ne)	1:6		
Tremor (Ano/Ne)	3:4		
Kompenzační pomůcka (Ano/Ne)	3:4		

Poznámka. Ž - ženy; M - muži; BMI - Body Mass Index; H&Y - škála Hoehnové a Yahra; DBS - Deep Brain Stimulation; n - počet pacientů; M - aritmetický průměr; SD - směrodatná odchylka.

4.2 Průběh měření

Při první návštěvě pacientům byla odebrána anamnestická data související především s PN. Dále probandi vyplnili dotazník FES-I (Příloha 5). Hodnocení posturální stability a chůze bylo provedeno prostřednictvím klinických testů, a také s využitím přístrojové techniky. Chůze a její parametry byly měřeny přístrojem RehaGait Analyzer Pro, parametry posturální stability přístrojem Biodex Balance System. Nejprve byly provedeny testy zaměřující se na chůzi, jelikož jsou pro pacienty nejnáročnější. Následovalo klinické testování v laboratoři a na závěr vyšetření s využitím Biodex Balance System. Série měření byla provedena celkem dvakrát – nejprve jako vstupní vyšetření při první návštěvě pacienta, následně po čtyřech týdnech, během kterých probíhala terapeutická intervence. Ta probíhala ve formě balančního tréninku za účelem zvýšení posturální stability na přístroji Biodex Balance System dvakrát týdně. K výzkumu byly použity tyto pomůcky: stopky, krejčovský metr, pulzní oxymetr, kužely, židle, Biodex Balance System a RehaGait Analyzer Pro.

4.3 Klinické měření

Tato část výzkumu probíhala v prostorách RRR centra a Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, konkrétně v laboratoři a na chodbě v prvním patře, jelikož pro chůzové testy bylo nutné zajistit rovnou, dostatečně dlouhou a bezpečnou dráhu bez překážek. Jak v laboratoři, tak na chodbě byly nachystány židle, aby se v případě potřeby pacient mohl posadit a odpočinout si.

10MWT

Jako první byl proveden 10MWT. Za účelem vyloučení akcelerační a decelerační fáze byl proveden na celkové vzdálenosti 14 metrů (kužely označující start a cíl byly tedy umístěny na druhém a dvanáctém metru). Celkem byly provedeny čtyři pokusy. Pacient šel nejprve dvakrát svou běžnou rychlostí chůze, následně dvakrát co nejrychleji, ale bezpečně. Mezi jednotlivými pokusy byla vždy 20 sekund pauza.

6MWT

Jako druhý následoval 6MWT. Testovaný šel po rovné chodbě vzdálenost 30 metrů a tu se snažil ujít co nejvícekrát. Navíc měl na ukazováčku nedominantní ruky pacient umístěn oxymetr, ze kterého byly snímány hodnoty tepové frekvence a saturace krve kyslíkem. Hodnoty byly odečteny na začátku testu, po dvou, čtyřech a šesti minutách.

Následně byl také zaznamenán čas, za který se tyto hodnoty vrátily opět do klidového stavu. Po provedení testu byl pacient dále hodnocen prostřednictvím Borgovy škály dušnosti (BSD) a Borgovy škály vnímaného úsilí (BSVU). Test byl proveden jednou.

Měření chůze pomocí RehaGait Analyzer Pro

Posledním měřením zaměřeným na chůzi bylo vyšetření pomocí přístroje RehaGait Analyzer Pro. Pacientovi byly nasazeny snímače podle návodu, následně byly zadány údaje o něm (jméno a příjmení, datum narození, váha, výška) a proběhla kalibrace zařízení. Ta se provádí nejprve v klidném stoji po dobu deseti sekund, následně pacient střídavě zvedá natažené dolní končetiny od země, aby docházelo zejména k flexi v kyčelních kloubech. V rámci měření pak pacientovým úkolem bylo projít se po chodbě ve vzdálenosti zhruba 15m, nejprve běžnou rychlostí chůze a poté co nejrychleji. Celkově proběhly čtyři pokusy (dvakrát běžná rychlost chůze, dvakrát subjektivně maximální rychlost), mezi kterými byla vždy alespoň dvacetisekundová pauza.

TUG

V rámci laboratorních testů jsme pokračovali TUG testem. Test byl proveden ve dvou pokusech a pacient měl za úkol jej absolvovat subjektivně maximální rychlostí, při které se ale cítí bezpečně a stabilně. Mezi oběma pokusy opět byla 20 sekund pauza.

FTSST

Následně jsme provedli standardní FTSST, ve dvou pokusech a s dvacetisekundovou pauzou mezi nimi.

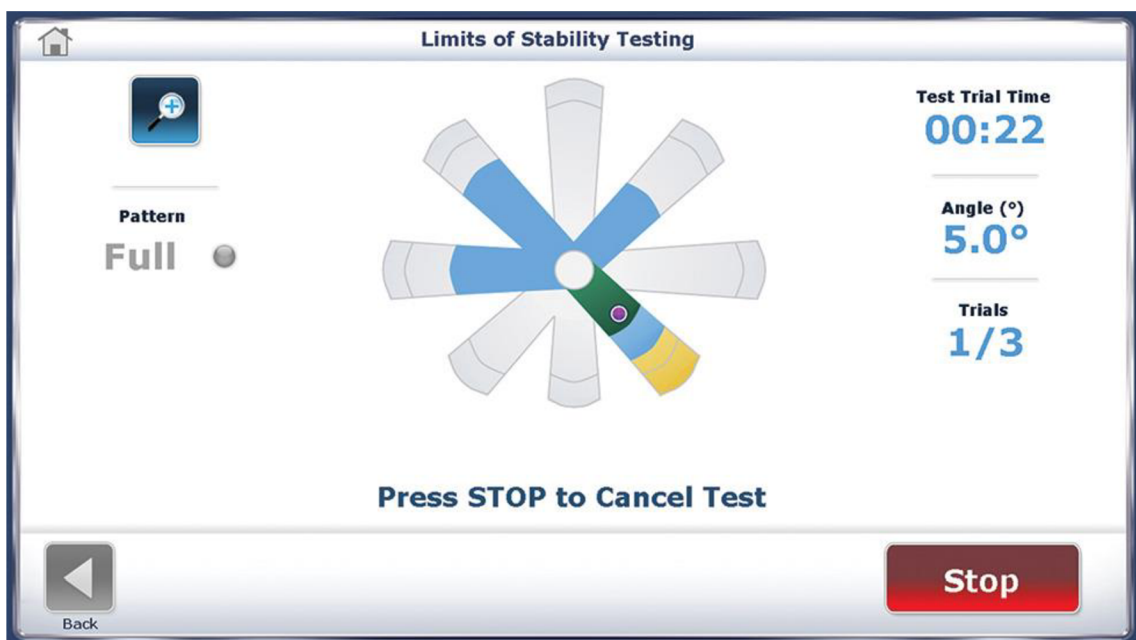
4.4 Posturografické měření

Toto měření probíhalo opět v laboratoři RRR Centra s využitím přístroje Biodex Balance System. Ten byl před úplným zahájením měření zkontrolován odborným technickým pracovníkem. U každého pacienta bylo zadáno pohlaví, jméno a příjmení, datum narození, jeho výška a váha. Byl mu jednoduše popsán přístroj a vysvětlen průběh měření. Monitor byl umístěn do úrovně pacientových očí. Pacient se pak bez bot, s dolními končetinami zhruba na šířku pánve a s horními končetinami volně podél těla postavil na kruhovou platformu tak, aby se jeho COP promítalo na střed monitoru před ním. Tím proběhla kalibrace přístroje - pozice jeho chodidel byla podle úhlů na

souřadnicové mřížce na platformě zadána do systému. Tato pozice pak byla zachována ve všech následujících terapiích i ve výstupním vyšetření jako ideální postavení chodidel. Následně byl k vyšetření parametrů posturální stability vybrán program Limits of Stability (LOS). Platforma byla nastavena ve statickém režimu. Měřeny byly dva pokusy, mezi kterými byla dvacetisekundová pauza. Pacientovi bylo umožněno kdykoliv se posadit a odpočinout si.

Limits of Stability

Na monitoru před sebou pacient vidí obrazec tvaru osmicípé hvězdy a každý její cíp představuje jeden směr pohybu (Obrázek 4). Po zahájení měření přístroj náhodně vybere jeden cíp, který se zvýrazní žlutě a pacientovým úkolem je přenést COP co nejdále v daném směru. Tím daný cíp vybarví, vrátí své COP zpět do středu a přístroj pak vybere další směr. Testovány byly všechny směry – dopředu, dozadu, doleva, doprava, doleva dopředu, doleva dozadu, doprava dopředu a doprava dozadu. Úkol končí vybarvením všech cípů. Výsledkem jsou úhly náklonů, což nám poskytuje informace o maximálním možném náklonu testovaného do určitého směru. Zaznamenáván je také čas, za který jedinec úkol provede.



Obrázek 4. Test Limits of Stability (Biodex Balance System, 2021b).

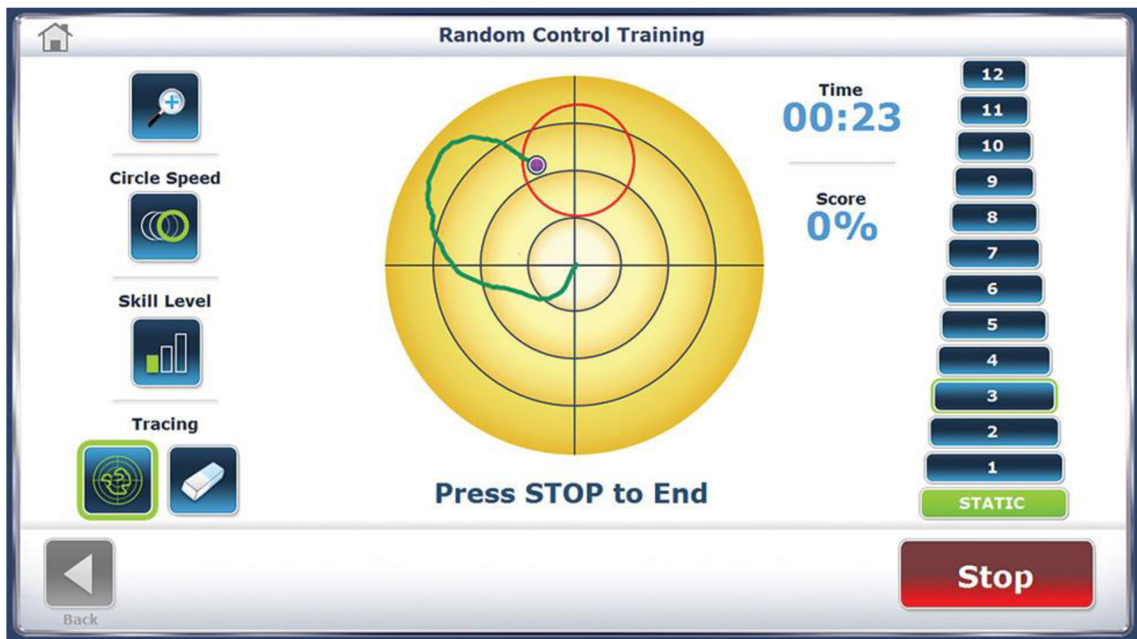
4.5 Terapie

Tato část, stejně jako posturografické vyšetření, probíhala v prostorách laboratoře RRR centra Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci a byl k ní využit přístroj Biodex Balance System. Pacienti docházeli pravidelně dvakrát týdně po dobu celkově čtyř týdnů. Během těchto čtyř týdnů nepodstupovali žádnou další terapeutickou intervenci. Před zahájením posturálního tréninku byl přístroj zkontrolován, obrazovka upravena do úrovně očí pacienta a postavení jeho chodidel bylo zkorigováno podle souřadnic získaných při vstupním vyšetření. K terapii byly zvoleny programy Random Control Training a Motor Control Training. Každý úkol pacient vykonával v různých nastaveních kruhové platformy - v režimu statickém, v režimu dynamickém a v režimu statickém s pěnovou podložkou. Labilita platformy se v rámci dynamického režimu dala upravit ve dvanácti úrovních. Při první terapii byla nastavena na úroveň 4. Po provedení úkolu pacient zhodnotil jeho obtížnost a podle toho pak byla úroveň lability upravována i v následujících terapiích. Upravovat bylo možné také úroveň obtížnosti jednotlivých úkolů, a to na úrovních 1 (nejlehčí varianta) až 3 (nejtěžší). Tím byla zajištěna určitá variabilita a motivace pacienta v terapiích. Všechny varianty proběhly vždy ve třech pokusech, na jeden pokus měl pacient časový limit 40s. Terapeutická intervence tak zahrnovala celkem devět cvičebních jednotek v programu Random Control Training a devět cvičebních jednotek v programu Motor Control Training. Mezi pokusy byla vždy alespoň dvacetisekundová pauza, aby si pacient mohl odpočinout. Celková doba balančního tréninku byla zhruba 20 minut. Pacientovi bylo umožněno kdykoliv se posadit a odpočinout si.

4.5.1 Random Control Training

Na monitoru před sebou pacient vidí žlutý kruhový „terč“, v jehož středu je patrná červeně ohraničená kružnice a v ní jeho COP (Obrázek 5). Tato kružnice se po zahájení úkolu začne pohybovat a pacientovým úkolem je prostřednictvím náklonů do různých směrů udržet své těžiště stále uvnitř této červené kružnice. Pracovat lze s obtížností tréninkového úkolu z hlediska velikosti kružnice a rychlosti jejího pohybu v terči. Režim Random Control Training proběhl ve třech nastaveních platformy, nejprve na statické, následně na dynamické (úroveň lability nastavována individuálně dle posturálních možností pacienta) a nakonec na statické doplněné o pěnovou podložku. V každé variantě

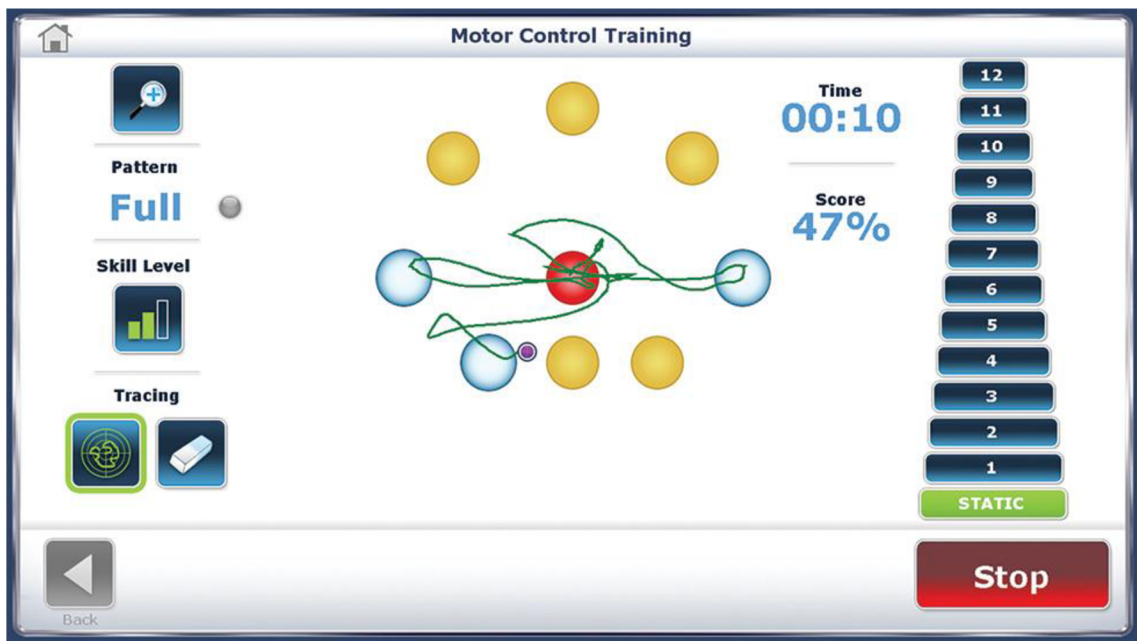
proběhly tři pokusy, během kterých měl pacient možnost odpočinku. Výsledkem je procentuální zhodnocení úspěšnosti pacienta.



Obrázek 5. Program Random Control Training (Biodex Balance System, 2021c).

4.5.2 Motor Control Training

Při této variantě posturálního tréninku pacient na monitoru vidí několik menších žlutě vybarvených kruhů (Obrázek 6). Uprostřed je jeden kruh červený a v něm opět zobrazeno jeho COP. Jeden ze žlutých kruhů se vždy náhodně označí a pacient musí své COP přenést daným směrem. I zde lze pracovat s obtížností; v tomto případě zmenšením či zvětšením vzdálenosti žlutých kruhů od středu. V režimu Motor Control Training bylo také využito všech tří variant nastavení kruhové platformy, vždy ve třech pokusech. Výsledkem je také procentuální zhodnocení úspěšnosti pacienta. V obou tréninkových režimech byla na monitoru patrná trajektorie COP.



Obrázek 6. Program Motor Control Training (Biodex Balance System, 2021c).

5 KAZUISTIKY

Jelikož tento výzkum byl tvořen malým výzkumným souborem, část dat bude zpracována ve formě kazuistik.

5.1 Kazuistika č. 1

Pacient č. 1 byl muž ve věku 59 let s diagnózou Parkinsonovy nemoci. Nemoc mu byla diagnostikována v roce 2009, tedy před třinácti lety. Jako první příznak pacient začal pozorovat zhoršení motorické funkce levé dolní končetiny. Dle jeho slov ji při chůzi „tahal“ za sebou. Loni na jaře (v roce 2021) prodělal onemocnění covid – 19 a od té doby mu subjektivně připadá, že se všechny jeho obtíže spojeny s Parkinsonovou nemocí zhoršily. Dle škály H&Y je nyní ve stadiu onemocnění 3. V roce 2016 u něj byla implantována DBS. Z hlediska Parkinsonovy nemoci je pacient léčen farmakologicky (levodopa). Freezing ani tremor u tohoto pacienta nejsou patrné. Z přidružených onemocnění pacient zmiňuje syndrom neklidných nohou.

Chůzi pacient zvládá bez kompenzačních pomůcek. Bez větších obtíží v nenáročném terénu ujde cca 15 km. Subjektivně jej ale limituje pocit celkové zpomalenosti. Pacient také udává, že při delší chůzi se u něj začíná objevovat flexe prstů na nohou. Problém pro něj představuje překročení překážky (např. větev v terénu) či zúžená chodba a rychlé změny směru. Chůze po rovné chodbě je pro něj bezproblémová.

V rámci volnočasových aktivit se pacient věnuje plavání a jízdě na kole. I u této činnosti pociťuje důsledky onemocnění, kdy najednou zničehonic přestane šlapat.

Při odebrání anamnestických dat nás zajímala také historie pádů pacienta. Ten si sice na žádný pád nevzpomíná, z dotazníku FES-I ale vyplývá, že vlastně všechny jeho každodenní aktivity doprovází určitý stupeň obav z pádu.

Měření

Pacient absolvoval celý výzkumný blok, docházel pravidelně na terapii dvakrát týdně po dobu čtyř týdnů. Nejprve proběhlo měření LOS, při následující návštěvě byla zahájena série terapií. Všechna měření i všechny terapie u tohoto pacienta bylo možno realizovat zhruba ve stejnou denní dobu, v ON stavu.

V rámci vyšetření LOS s využitím přístroje Biodex Balance System měl pacient největší obtíže s přesunem COP dopředu ($2,2^\circ$; 27 % normy), dozadu ($2,0^\circ$; 51 % normy), dále pak doleva ($3,2^\circ$; 40 % normy) a doprava ($3,1^\circ$; 39 % normy). Naopak nejlepší byl

rozsah LOS doleva dozadu (4,4°; 89 % normy) a doprava dozadu (3,0°; 61 % normy). Při výstupním měření došlo ke zlepšení ve všech směrech, celkový průměr vzrostl z počátečních 50 % normy (úhel 3,2°) na 83 % normy (úhel 5,5°).

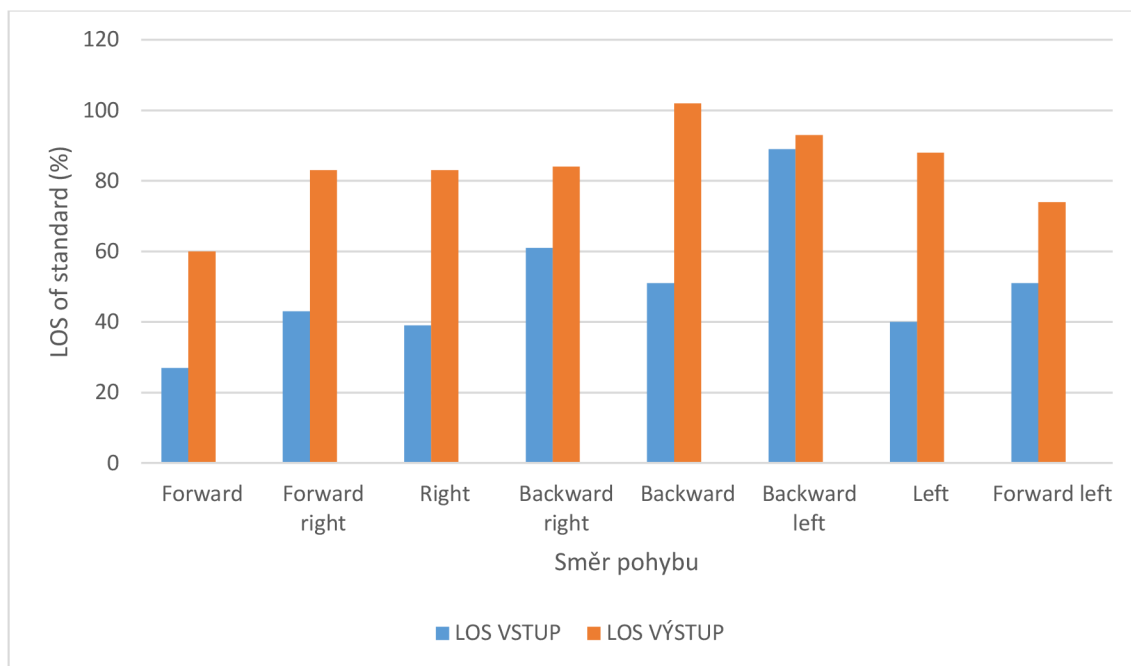
Kromě vyšetření LOS byly dle metodiky provedeny klinické testy. Konkrétně se jednalo o TUG v rychlé variantě (TUG R), FTSST, a dále chůzové testy – 10MWT S, 10MWT R a 6MWT. Ve všech zmíněných testech nedošlo k významnému zlepšení ani zhoršení stavu pacienta (Tabulka 2). V rámci výsledků dosažených v klinických testech se pacient pohyboval v normě. K měření parametrů chůze byl využit navíc přístroj RehaGait Analyzer Pro.

V dotazníku FES-I hodnotícím strach z pádů při běžných denních aktivitách došlo oproti vstupnímu vyšetření ke zhoršení celkového skóre o 1 bod (z počátečních 36 bodů na 37 bodů). Zhoršení pacient subjektivně pozoroval v oblasti domácího uklízení (např. zametání, luxování, utírání prachu).

Tabulka 2. *Výsledky klinických testů před a po čtyřtýdenní terapii*

Test	Vstupní vyšetření	Výstupní vyšetření
TUG R [s]	8,36	9,20
FTSST [s]	13,03	12,71
10MWT S [s]	7,68	6,89
10MWT R [s]	5,90	6,10
6 MWT [m]	450	420

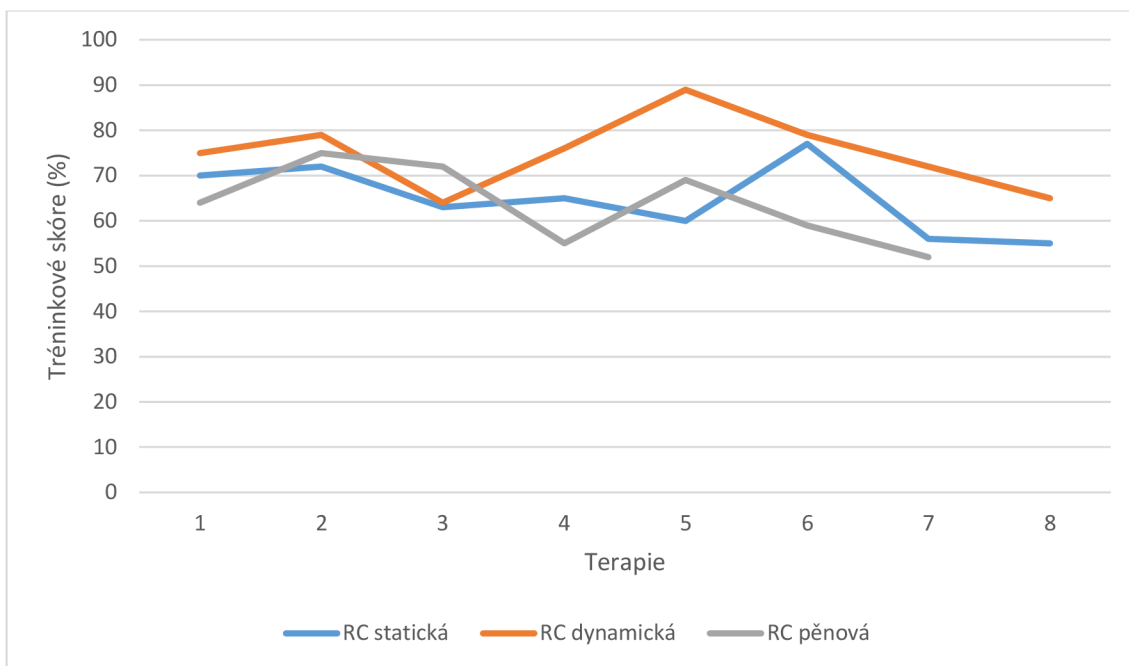
Poznámka. TUG R - Timed Up and Go Test varianta s rychlou chůzí; FTSST - Five Times Sit to Stand Test; 10MWT S a R - 10 Meter Walk Test standardní varianta a varianta s rychlou chůzí; 6MWT - 6 Minute Walk Test



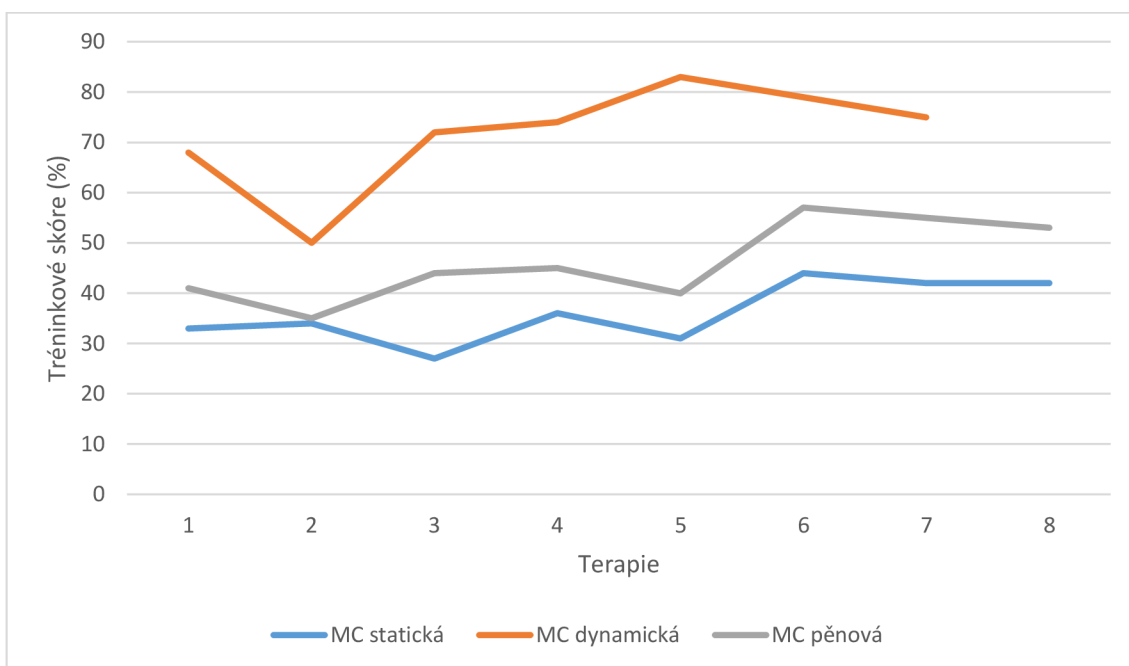
Obrázek 7. Hodnoty dosažené pro jednotlivé směry v testu LOS před a po čtyřdenní terapii (pacient č. 1).

Terapie

Posturální trénink pacient subjektivně hodnotí pozitivně, nečinil mu žádné výrazné potíže. Počáteční úroveň obtížnosti na dynamické platformě byla nastavena na stupeň tři. Postupně mu byl trénink ztěžován až na úroveň lability pět. Upravována byla také obtížnost jednotlivých úkolů podle stavu pacienta v daný den terapie. Na obrázku 8 a 9 jsou zobrazeny hodnoty dosaženého skóre v jednotlivých tréninkových režimech v průběhu celé terapie. V Random Control Training i Motor Control Training pacient dosahoval nejlepších výsledků při nastavení platformy v dynamickém režimu, jelikož tak je mu umožněn největší rozsah z hlediska přesunu COP v určitém směru. Toto však bylo provázáno občasnou potřebou pacienta přichytit se madel, což mohlo hodnotu dosaženého tréninkového skóre samozřejmě ovlivnit. Na obrázcích také můžeme pozorovat kolísavý průběh jednotlivých terapií. To odráží charakter onemocnění a stav pacienta, který při každé terapeutické intervenci mohl být odlišný.



Obrázek 8. Dosažené tréninkové skóre pacienta 1 v programu Random Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.



Obrázek 9. Dosažené tréninkové skóre pacienta 1 v programu Motor Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.

5.2 Kazuistika č. 2

Pacient č. 2 byl taktéž muž, ve věku 64 let. Před dvěma lety, v září 2020, mu byla diagnostikována Parkinsonova nemoc. Pacient nepozoroval žádné příznaky onemocnění. Byl však hospitalizován pro operaci břišní kýly a jako vedlejší nález byla u něj zjištěna tato choroba. Dle škály H&Y je nyní ve stadiu onemocnění 2. DBS u něj nebyla implantována. Freezing u tohoto pacienta nepozorujeme, zato tremor je přítomen. V rámci Parkinsonovy nemoci je pacient léčen farmakologicky. V roce 2011 u něj byla provedena totální náhrada kolenního kloubu pravé dolní končetiny. Pacient se dále léčí pro poruchu štítné žlázy (hypothyreóza) a vysoký krevní tlak. Největší obtíže pro něj však představují bolesti zad v bederní oblasti. Omezení pocíťuje zejména při předklonech, v poloze vsedě a při vstávání ze sedu. Tyto problémy měli v průběhu čtyřtýdenní terapie spíše progredující charakter. Z tohoto důvodu byl pacient vyšetřen i na magnetické rezonanci, která odhalila herniaci L5/S1 s tlakem na kořen S1 vlevo.

Chůzi při vstupním vyšetření pacient zvládal samostatně bez kompenzačních pomůcek. S postupem času se ale začaly zhoršovat jeho obtíže v oblasti bederní páteře, tudíž začal k chůzi využívat francouzské hole. Jeho tempo je velmi pomalé s typickými „šouravými“ kroky a sníženou synkinézou horních končetin. Testy zaměřené na chůzi však pacient i při výstupním vyšetření zvládl provést bez opory o francouzské hole, výsledky měření však těmito přidruženými potížemi mohly být ovlivněny.

Pacient pracuje jako hlídač v ovocných sadech. V rámci svých každodenních aktivit pocíťuje narušení posturální stability. Při chůzi relativně často zakopává a ztrácí stabilitu. Několikrát u něj již došlo k pádu.

Měření

Pacient absolvoval celý výzkumný blok, docházel pravidelně na terapii dvakrát týdně po dobu čtyř týdnů. Nejprve proběhlo měření LOS, při následující návštěvě byla zahájena série terapií. Všechna měření i všechny terapie u tohoto pacienta bylo možno realizovat zhruba ve stejnou denní dobu, v ON stavu.

V rámci vyšetření LOS pacientovi činili potíže zejména přesuny COP směrem dopředu. Nejvíce omezen byl přesun COP směrem přímo vpřed ($2,0^\circ$; 24 % normy), dále doprava ($2,6^\circ$; 32 % normy) a doleva dopředu ($3,1^\circ$; 39 % normy). Naopak nejlepší byl rozsah LOS směrem doleva ($6,5^\circ$; 82 % normy) a přímo dozadu ($3,8^\circ$; 94 % normy). Při výstupním vyšetření LOS bylo patrné zlepšení zejména ve směrech přesunu COP doleva

(přímo doleva, dozadu doleva i dopředu doleva). Celkově ale můžeme říci, že došlo ke zlepšení, jelikož průměr LOS vzrostl z 56 % (úhel 3,5°; vstupní měření) na 70 % (úhel 4,6°).

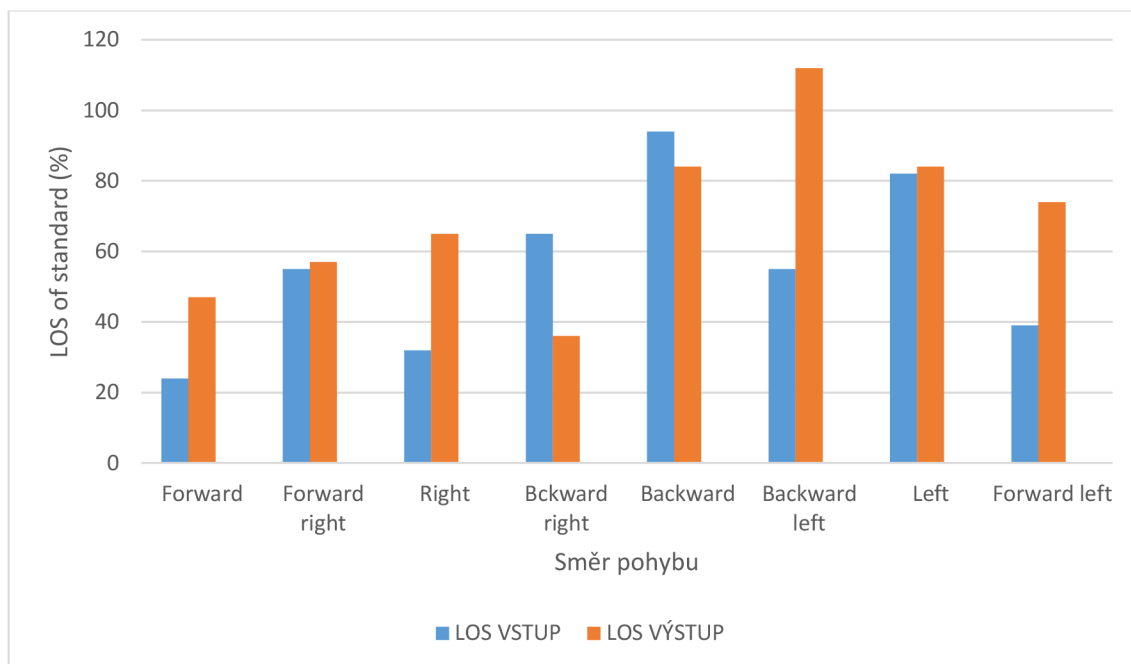
Dále byly v rámci vyšetření provedeny klinické testy. Konkrétně se jednalo o TUG R, FTSST, a dále chůzové testy – 10MWT S, 10MWT R a 6MWT. K měření parametrů chůze byl využit navíc přístroj RehaGait Analyzer Pro. Co se týče testů provedených v laboratoři (TUG R, FTSST) a chůzových 10MWT S i 10MWT R, ve všech zmíněných došlo při výstupním měření k navýšení času, za který je pacient byl schopen provést. V rámci 6MWT pacient ušel stejnou vzdálenost při vstupním i výstupním měření, avšak při výstupním měření to pro něj bylo subjektivně mnohem náročnější (hodnoceno dle BSVU). Ve všech testech se pacientovy výsledky nacházejí pod hodnotami normy. Lze tedy konstatovat, že v rámci klinických testů došlo u pacienta ke zhoršení, což ale pravděpodobně bylo způsobeno jeho zhoršujícími se obtížemi s bederní páteří.

V dotazníku FES-I hodnotícím strach z pádů při běžných denních aktivitách došlo oproti vstupnímu vyšetření ke zhoršení celkového skóre o 1 bod (z původních 21 bodů na 22 bodů.) Pacient pociťoval zhoršení v chůzi po schodech.

Tabulka 3. *Výsledky klinických testů před a po čtyřtýdenní terapii*

Test	Vstupní vyšetření	Výstupní vyšetření
TUG R [s]	12,01	19,70
FTSST [s]	25,29	29,55
10MWT S [s]	13,88	13,83
10MWT R [s]	9,44	10,58
6 MWT [m]	270	270

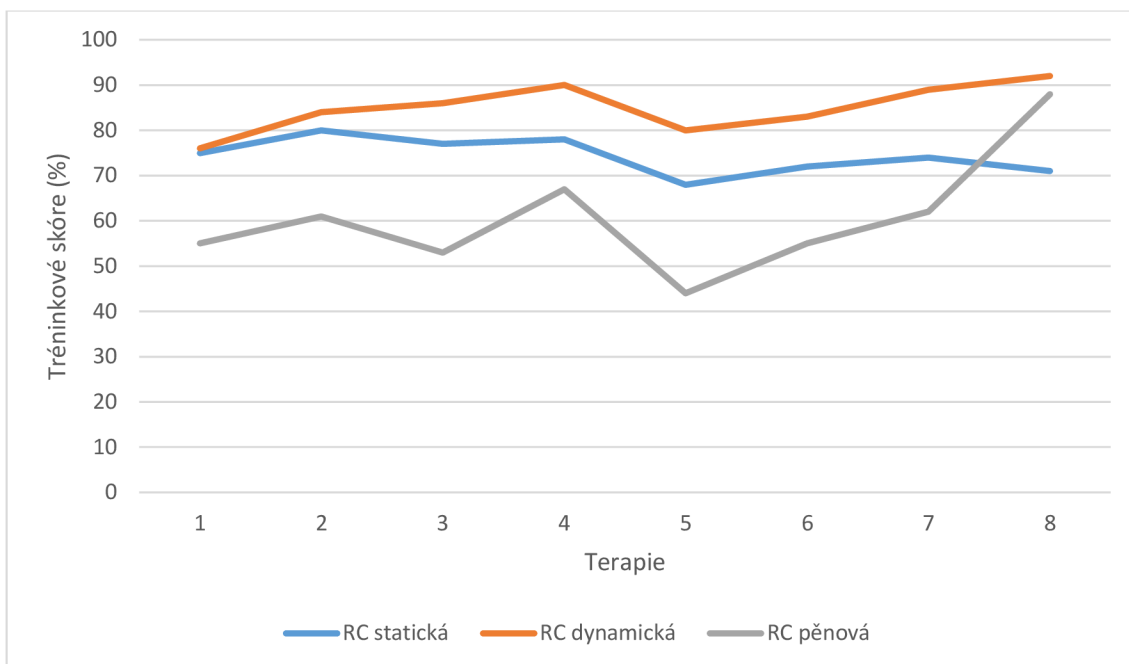
Poznámka. TUG R - Timed Up and Go Test varianta s rychlou chůzí; FTSST - Five Times Sit to Stand Test; 10MWT S a R - 10 Meter Walk Test standardní varianta a varianta s rychlou chůzí; 6MWT - 6 Minute Walk Test



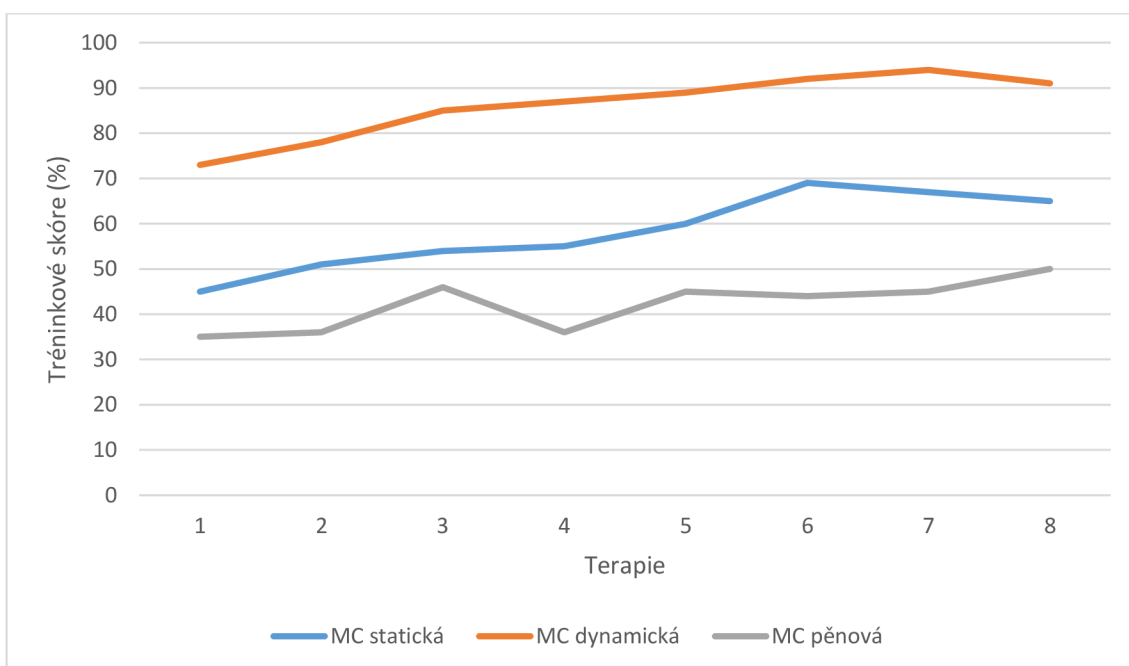
Obrázek 10. Hodnoty dosažené pro jednotlivé směry v testu LOS před a po čtyřtýdenní terapii (pacient č. 2)

Terapie

Počáteční úroveň obtížnosti na dynamické platformě byla nastavena na stupeň čtyři. Postupně mu byl trénink ztěžován až na úroveň lability šest. Upravována byla také obtížnost jednotlivých úkolů podle stavu pacienta v daný den terapie. V Random Control training i Motor Control Training pacient dosahoval nejvyššího skóre v tréninkovém režimu na dynamické platformě. Nejnáročnější pro něj byl balanční trénink na statické platformě doplněné o pěnovou podložku (Obrázek 11 a 12). Celkově měl ale pacient problém provádět jednotlivé úkoly, tudíž relativně často musel využít oporu horními končetinami o madla. Lze však říci, že jeho dosažené tréninkové skóre se v průběhu čtyřtýdenního balančního tréninku postupně zvyšovalo.



Obrázek 11. Dosažené tréninkové skóre pacienta 2 v programu Random Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.



Obrázek 12. Dosažené tréninkové skóre pacienta 2 v programu Motor Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.

6 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ A VÝSLEDKY

6.1 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu RStudio. K posouzení vstupních a výstupních hodnot byla využita Friedmanova ANOVA s následným post-hoc Tukeyho testem. K vytvoření korelačních vztahů byl zvolen Pearsonův korelační koeficient.

Hodnota statistické významnosti byla stanovena jako $p < 0,05$.

6.2 Výsledky k výzkumné otázce V₁

V₁: Jak se liší vybrané parametry posturální stability (limity stability měřené přístrojem Biodex Balance System) po čtyřtýdenní terapii v podobě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

K posouzení výzkumné otázky V₁ byla hodnocena velikost úhlů pro jednotlivé směry přesunu COP v testu LOS u pacientů s Parkinsonovou nemocí, kteří podstoupili čtyřtýdenní terapeutickou intervenci formou balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System ($n = 5$). Ke zhodnocení výsledků z hlediska statistiky byla zvolena Friedmanova ANOVA s následným post-hoc Tukeyho testem a hodnotou statistické významnosti $p < 0,05$.

Následující tabulka (Tabulka 4) ukazuje, že po absolvování čtyřtýdenní terapie ve formě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System došlo u skupiny probandů k statisticky významnému rozdílu pouze v hodnotách velikosti úhlů pro směr přesunu COP dozadu doleva a v celkové velikosti úhlů v testu LOS. V ostatních hodnotách velikosti úhlů není patrný statisticky významný rozdíl. V průměru se hodnoty velikosti úhlů pro přesun COP zvýšily ve všech případech, kromě směru dopředu doprava, kde nedošlo k žádné změně.

Tabulka 4. Porovnání vstupních a výstupních hodnot velikosti úhlů pro jednotlivé směry v testu LOS na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí ($n = 5$)

Varianta testu	Před terapií		Po terapii		p-hodnota
	M	SD	M	SD	
Celkem [°]	4,07	1,67	5,02	1,30	0,025*
Dopředu [°]	4,53	3,06	4,72	1,26	0,655
Dozadu [°]	2,97	0,81	4,21	1,58	0,655
Doleva [°]	4,46	2,10	6,17	1,56	0,179
Doprava [°]	3,47	1,81	4,96	2,31	0,179
Dopředu doleva [°]	5,24	2,51	5,76	0,76	0,179
Dopředu doprava [°]	5,11	2,72	5,1	1,37	0,179
Dozadu doleva [°]	3,83	1,46	5,19	1,42	0,025*
Dozadu doprava [°]	2,83	1,44	4,03	2,21	0,179

Poznámka. ° - úhlový stupeň; M - aritmetický průměr; SD - směrodatná odchylka; p-hodnota hodnota statistické významnosti.

* $p < 0,05$.

6.3 Výsledky k výzkumné otázce V₃

V₂: Jak ovlivní čtyřtýdenní terapie v podobě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System celkové skóre v dotazníku FES-I u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

K posouzení výzkumné otázky V₂ bylo hodnoceno dosažené celkové skóre v dotazníku FES-I u pacientů s Parkinsonovou nemocí, kteří podstoupili čtyřtýdenní terapeutickou intervenci formou balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System ($n = 5$). Ke zhodnocení výsledků z hlediska statistiky byla zvolena Friedmanova ANOVA s následným post-hoc Tukeyho testem s hodnotou statistické významnosti $p < 0,05$.

Následující tabulka (Tabulka 5) ukazuje, že po absolvování čtyřtýdenní terapie nedošlo u skupiny probandů k statisticky významnému rozdílu v dosažených hodnotách celkového skóre v dotazníku FES-I. V průměru se hodnota dosaženého skóre v dotazníku FES-I snížila o 1,2 bodů (3,7%)

Tabulka 5. Porovnání dosaženého celkového skóre v dotazníku FES-I při vstupním a výstupním vyšetření u pacientů s Parkinsonovou nemocí ($n = 5$)

Dotazník	Před terapií		Po terapii		p-hodnota
	M	SD	M	SD	
FES-I	32,60	12,52	31,40	11,74	0,179

Poznámka. FES-I - Falls Efficacy Scale-International; M - aritmetický průměr; SD - směrodatná odchylka; p-hodnota - hodnota statistické významnosti.

* $p < 0,05$.

6.4 Výsledky k výzkumné otázce V₃

V₃: Jaký je vztah mezi výsledky vybraných klinických testů a vybraných parametrů posturální stability měřených pomocí přístroje Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

K posouzení výzkumné otázky V₃ byla hodnocena lineární korelační závislost u pacientů s Parkinsonovou nemocí, kteří absolvovali vstupní měření ($n = 19$). To se skládalo z vybraných klinických testů a testu Limits of Stability (LOS) prováděném na přístroji Biodex Balance System. Ke zhodnocení výsledků z hlediska statistiky byl použit Pearsonův korelační koeficient s hodnotou statistické významnosti $p < 0,05$.

Následující tabulka (Tabulka 6) tedy zobrazuje závislosti mezi jednotlivými parametry. Závislosti, které byly prokázány jako statisticky významné, lze však pozorovat pouze mezi některými z nich. Negativní střední závislost byla prokázána mezi testem LOS ve směrech doprava, dozadu doleva a dozadu doprava a testem FTSST. Další negativní střední závislost byla zjištěna mezi testem LOS ve směrech dozadu doleva a dozadu doprava a testem 10MWT S. Mezi testem LOS a testem 10MWT R není naopak patrná žádná závislost. To platí i pro vztah mezi testem LOS a testy 6MWT a TUG R.

Tabulka 6. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu mezi výsledky vybraných klinických testů a testu LOS prováděném na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 19)

Varianta testu	TUGR	FTSST	10MWTS	10MWTR	6MWT
LOS celkem	-0,242	-0,395	-0,375	-0,238	0,443
LOS dopředu	-0,019	-0,153	-0,133	0,016	0,226
LOS dozadu	-0,317	-0,291	-0,216	-0,146	0,190
LOS doleva	-0,164	-0,153	-0,255	-0,169	0,410
LOS doprava	-0,318	-0,537	-0,406	-0,303	0,434
LOS dopředu doleva	-0,065	-0,106	-0,268	-0,055	0,340
LOS dopředu doprava	-0,032	-0,196	-0,126	-0,070	0,306
LOS dozadu doleva	-0,303	-0,540	-0,502	-0,421	0,402
LOS dozadu doprava	-0,436	-0,568	-0,463	-0,416	0,433

Poznámka. LOS - Limits of Stability; 10MWT S a R - 10 Meter Walk Test standardní varianta a varianta s rychlou chůzí; 6MWT - 6 Minute Walk Test; TUG R - Timed Up and Go Test varianta s rychlou chůzí; FTSST - Five Times Sit to Stand Test

6.5 Výsledky k výzkumné otázce V₄

V₄: Jaký je vztah mezi výsledky vybraných parametrů chůze měřených pomocí přístroje RehaGait Analyzer Pro a vybraných parametrů posturální stability měřených pomocí přístroje Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí?

K posouzení výzkumné otázky V₄ byla hodnocena lineární korelační závislost u pacientů s Parkinsonovou nemocí, kteří absolvovali i další část vstupního měření. ($n = 19$). Ta se skládala z vyšetření parametrů chůze pomocí přístroje RehaGait Analyzer Pro a testu Limits of Stability (LOS) prováděném na přístroji Biodex Balance System. Ke zhodnocení výsledků z hlediska statistiky byl použit Pearsonův korelační koeficient s hodnotou statistické významnosti $p < 0,05$.

Následující tabulky (Tabulka 7 a Tabulka 8) zobrazují závislosti mezi vybranými parametry chůze měřenými přístrojem RehaGait Analyzer Pro a testem LOS prováděném na přístroji Biodex Balance System. I v tomto případě lze pouze některé závislosti považovat za relevantní. Negativní střední závislost lze vidět mezi testem LOS ve směrech doprava a dozadu doleva a trváním dvojkroku při standardní variantě chůze. Co se týče trvání dvojkroku v rychlé variantě chůze, byla prokázána negativní střední závislost ve směrech dozadu doleva a dozadu doprava. Mezi testem LOS a délkou kroku byla nalezena statisticky významná závislost pouze v případě varianty rychlé chůze; konkrétně jde o pozitivní střední závislost u směrů doprava, dozadu doprava a celkovou velikostí úhlů. Nejvíce závislostí bylo zjištěno mezi testem LOS a rychlostí chůze v rychlé variantě. U směrů dozadu, doprava, dozadu doleva a v celkové velikosti úhlů nacházíme pozitivní střední závislost, u směru dozadu doprava pozitivní vysokou závislost. Dále byla nalezena pozitivní střední závislost mezi testem LOS směrem doprava a dozadu doleva a rychlostí chůze ve standardní variantě. Mezi testem LOS ve směrech doprava a dozadu doleva a kadencí při standardní variantě vidíme pozitivní střední vzdálenost. Stejná závislost je patrná i mezi směry dozadu doleva a dozadu doprava a kadencí při rychlé variantě chůze.

Tabulka 7. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu mezi výsledky vybraných parametrů chůze měřených přístrojem RehaGait Analyzer Pro a testu LOS prováděném na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 19)

Varianta testu	Trvání Dvojkroku S	Trvání Dvojkroku R	Délka Dvojkroku S	Délka Dvojkroku R
LOS celkem	-0,309	-0,291	0,336	0,505
LOS dopředu	-0,054	0,137	0,383	0,396
LOS dozadu	-0,098	-0,226	0,226	0,422
LOS doleva	0,058	-0,081	0,248	0,434
LOS doprava	-0,473	-0,434	0,398	0,470
LOS dopředu doleva	-0,169	-0,022	0,254	0,368
LOS dopředu doprava	-0,178	-0,103	0,105	0,206
LOS dozadu doleva	-0,550	-0,603	0,112	0,287
LOS dozadu doprava	-0,403	-0,573	0,333	0,575

Poznámka. LOS - Limits of Stability; S - standardní varianta chůze; R - rychlá varianta chůze

Tabulka 8. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu mezi výsledky vybraných parametrů chůze měřených přístrojem RehaGait Analyzer Pro a testu Limits of Stability prováděném na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 19)

Varianta testu	Rychlost Chůze S	Rychlost Chůze R	Kadence Chůze S	Kadence Chůze R
LOS celkem	0,432	0,547	0,299	0,287
LOS dopředu	0,283	0,130	0,009	-0,136
LOS dozadu	0,244	0,476	0,090	0,239
LOS doleva	0,219	0,382	-0,028	0,103
LOS doprava	0,566	0,634	0,469	0,437
LOS dopředu doleva	0,264	0,227	0,131	-0,009
LOS dopředu doprava	0,192	0,194	0,181	0,084
LOS dozadu doleva	0,389	0,647	0,554	0,593
LOS dozadu doprava	0,498	0,822	0,415	0,578

Poznámka. LOS - Limits of Stability; S - standardní varianta chůze; R - rychlá varianta chůze

7 DISKUZE

Diplomová práce se zabývá efektivitou balančního tréninku s využitím přístroje Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí a jeho vlivem na parametry posturální stability.

7.1 Diskuze ke kazuistikám

Data získaná tímto výzkumem byla částečně zpracována ve formě kazuistik. Porovnání výsledků klinických testů pacienta č. 1 před a po čtyřtýdenní terapii ve formě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System neukazuje žádné výrazné zlepšení či zhoršení. V porovnání výsledků z testu LOS před terapií a po ní je však již patrné určité zlepšení. V případě pacienta č. 2 došlo v klinických testech ke zhoršení po absolvování čtyřtýdenního balančního tréninku. Zde to ale pravděpodobně bylo ovlivněno jeho obtížemi s bederní páteří. Ty ho limitovaly (mimo jiné) i při vstávání ze židle, což je součástí testů TUG i FTSST. V testu LOS na přístroji Biodex Balance System ovšem i u tohoto pacienta došlo po terapii ke zlepšení dosažených výsledků v maximálních úhlech náklonů. Ačkoliv tedy klinické testy žádné zlepšení neukázaly, v rámci testování na přístroji Biodex Balance System je určitý stupeň zlepšení již patrný. Z těchto výsledků je možné usuzovat, že charakter posturální stability se může určitým způsobem lišit při klinických testech a v rámci přístrojového testování na přístroji Biodex Balance System.

7.2 Diskuze k výzkumným otázkám

Pro zhodnocení parametrů posturální stability na přístroji Biodex Balance System byl zvolen test LOS. Průměrné dosažené hodnoty velikosti úhlů náklonu se po čtyřtýdenní terapii ve formě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System zvýšily ve všech směrech kromě směru dopředu doprava. Statistická významnost však byla prokázána pouze pro některé z nich. Konkrétně se jedná o směr dozadu doleva a o celkovou velikost úhlů v testu LOS. Při vstupním vyšetření největší průměrná velikost úhlu náklonů byla ve směrech dopředu, doleva, dopředu doleva a dopředu doprava. V průměrných velikostech úhlů náklonů ve směrech dozadu (přímo dozadu, dozadu doleva i dozadu doprava) však po čtyřtýdenním balančním tréninku došlo k většímu zlepšení než v případě náklonů ve směrech dopředu, kde rozdíly před a po terapii nebyly tak výrazné. Primární roli v dosažení nižších hodnot v náklonech směrem dozadu při vstupním vyšetření pravděpodobně hraje posturální nastavení nemocných – typické flekční držení

s posunem COP směrem vpřed. Výsledky této studie jsou v souladu s výsledky Kubiny (2021), který po osmitýdenním balančním tréninku na přístroji Biodex Balance System pozoroval největší zlepšení v průměrných úhlech náklonů taktéž ve směrech dozadu. Zakaria & Adel (2007) ve své studii zkoumali také přímo vliv balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System na posturální stabilitu u osob s Parkinsonovou nemocí. I jejich výsledky vykazují statisticky významné zlepšení v testu LOS po terapeutické intervenci. Balanční trénink na přístroji Biodex Balance System zde však představoval doplněk ke klasické fyzioterapeutické intervenci. Přístroj Biodex Balance System jako prostředek k balančnímu tréninku využili ve své studii Elbalawy et al. (2020), kteří též prokázali určitou přínosnost tohoto typu terapie pro zlepšení posturální stability u nemocných s Parkinsonovou nemocí.

Lze tedy předpokládat, že balanční trénink s využitím přístroje Biodex Balance System může být pozitivním přínosem pro pacienty s Parkinsonovou nemocí v rámci zlepšení jejich výsledků v testu LOS. Většina studií je však limitována zejména malým zkoumaným vzorkem. I tato práce se potýká s určitými limity, tudíž není možné vyslovit jednoznačný závěr, který by efektivitu tohoto typu tréninku jasně potvrzoval.

Kromě klinických testů a měření LOS na přístroji Biodex Balance System byl k hodnocení posturální stability probandů využit dotazník FES-I týkající se obav z pádu během každodenních aktivit. Průměrná hodnota dosaženého celkového skóre v tomto dotazníku se po absolvování čtyřtýdenního balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System sice snížila, pouze však o 1,2 bodu (3,7 %). Nejedná se o zlepšení statisticky významné. Ke stejnému výsledku dospěl ve své studii Raethjen et al. (2020). Jejich výzkum byl sice založen na šestitýdenním balančním tréninku s využitím přístroje Biodex Balance System, ani v jejich případě však nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Kubina (2021) ve své diplomové práci také nedospěl k závěru, že by po (v jeho případě osmitýdenním) balančním tréninku na přístroji Biodex Balance System došlo ke statisticky významnému rozdílu v dosaženém celkovém skóre v FES-I dotazníku. Jeho výsledná *p*-hodnota se však velmi blížila hodnotě statistické významnosti ($p < 0,05$). Na tomto základě by se dalo předpokládat, že po delším tréninku může dojít ke změně již statisticky významné. I jiné studie hodnotící vliv nějakého typu balančního tréninku pomocí dotazníku FES-I u pacientů s Parkinsonovou nemocí získaly výsledky blížící se hodnotě statistické významnosti nebo nevykazovaly žádný statisticky významný rozdíl před terapií a po ní (Giardini et al., 2018; Conradsson et al., 2015).

Balanční trénink na přístroji Biodex Balance System tak může být považován za relativně přínosný pro pacienty s Parkinsonovou nemocí v rámci snížení strachu z pádu během každodenních aktivit. Z důvodu malého výzkumného souboru v této práci ale není možné vyslovit jednoznačný závěr, který by efektivitu tohoto typu tréninku jasně potvrdil.

Práce dále porovnávala výsledky provedených klinických testů s výsledky získanými v testu LOS na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí. K tomuto hodnocení byly využity hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu. Statisticky významné závislosti byly nalezeny mezi některými směry testu LOS a testem FTSSST. Konkrétně jde o negativní střední závislost u směrů doprava, dozadu doleva a dozadu doprava. To by znamenalo, že dosažení větších úhlů náklonů může vést ke zkrácení času potřebného k provedení testu. Další statisticky významné závislosti byly prokázány mezi směrem dozadu doleva a dozadu doprava a testem 10MWT, ale pouze ve standardní variantě chůze. Opět šlo o závislosti negativní, což znamená pozitivní výsledek. Čím větších náklonů byli pacienti schopni dosáhnout, tím rychlejší bylo tempo jejich chůze. Žádné statisticky významné závislosti nebyly nalezeny mezi testem LOS a klinickým testem TUG R. Johnson et al. (2013) ve své studii popisují pozitivní nízkou míru závislosti mezi testem LOS a testem TUG, v naší studii jde o závislosti negativní, avšak statisticky nevýznamné. Mezi testem LOS a testem 6MWT nebyly prokázány žádné statisticky významné závislosti. Zde naše studie došla k odlišným výsledkům než Kubina (2021), který odhalil vyšší počet zejména pozitivních vysokých závislostí mezi těmito dvěma testy. Harro & Garascia (2019) ve své studii také prokazují určitou míru závislosti mezi testem LOS a testem 6MWT; využívali však přístroj Neuro Com. Srovnávání parametrů získaných při posturografickém vyšetření (jako je právě test LOS) a parametrů získaných v rámci klinických testů však nelze považovat za zcela relevantní, jelikož jde o dva odlišné hodnotící nástroje podávající informace o posturální stabilitě z jiného pohledu.

Kromě porovnání výsledků testu LOS na přístroji Biodex Balance System a výsledků získaných v klinických testech se jedna z výzkumných otázek zabývala porovnáním výsledků testu LOS na přístroji Biodex Balance System a vybraných parametrů chůze, které byly měřeny pomocí přístroje RehaGait Analyzer Pro. K tomuto hodnocení byly využity hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu. Zajímaly nás tedy

korelace mezi velikostí úhlů náklonů v testu LOS a trváním dvojkroku, délkou dvojkroku, rychlostí chůze a kadencí chůze jak při standardní, tak při rychlé variantě chůze. Zahraniční studie, kterou provedli Yang et al. (2008) poukazuje na klíčové souvislosti mezi některými parametry chůze (hlavně rychlostí chůze) a hodnotami náklonů směrem dopředu. V naší studii však v tomto ohledu nebyla žádná statisticky významná závislost nalezena. Statisticky významné závislosti však byly naopak prokázány mezi parametry chůze a testem LOS ve směrech dozadu doleva a dozadu doprava. Tyto závislosti byly nalezeny mezi trváním a délkou dvojkroku, dále i u rychlosti a kadence chůze. To potvrzují i některé zahraniční odborné publikace. Např. Brusse et al. (2005) poukazuje právě na význam schopnosti náklonu dozadu, který dle nich může různými mechanismy pozitivně ovlivnit zejména parametr rychlosti chůze. Celkově byl zjištěn vyšší počet statisticky významných závislostí mezi testem LOS ve směrech doprava (přímo doprava, dozadu doprava) a parametry chůze než mezi testem LOS ve směrech doleva a parametry chůze. Zde by tak mohlo být zajímavé vzít v úvahu lateralitu končetin jednotlivých probandů a vyhodnotit, jak se tento aspekt projeví ve výsledných korelacích. Nejvyšší míra závislosti je patrná mezi testem LOS (konkrétně ve směrech dozadu, doprava, dozadu doleva, dozadu doprava a v celkové velikosti úhlů) a rychlostí chůze.

7.3 Diskuze k limitům studie

Nejvýznamnějším limitem tohoto výzkumu je velikost výzkumného souboru, který tvoří jen malý počet probandů. I přestože byl doplněn o probandy výzkumného souboru loňské diplomové práce (Kubina, 2021), stále jej nelze považovat za dostatečný vzorek pro relevantní statistické zpracování. Výzkum také tvořila pouze experimentální skupina a neobsahoval skupinu kontrolní, která by terapii nepodstoupila. Na tomto základě tak nelze zcela jednoznačně určit, zda balanční trénink s využitím přístroje Biodex Balance System opravdu ovlivňuje parametry posturální stability.

V rámci vyšetření pacienti podstupovali relativně velké množství testů. Mezi jednotlivými testy a pokusy byly vždy zařazeny pauzy, aby měli pacienti možnost si odpočinout, i tak ale pro ně celé testování mohlo být náročné a vzniklá únava mohla vést k negativnímu ovlivnění výsledků. Kromě toho mohlo dlouhé měření pro pacienta také být po nějakém čase již nezajímavé a mohl upadat jeho zájem a tím i snaha o co nejlepší provedení. Měření na přístroji Biodex Balance System bylo navíc prováděno až jako

poslední z celé série testů. Celkově se výzkum mohl pro pacienta zdát časově náročný, jelikož bylo nutné docházet pravidelně po dobu čtyř týdnů.

Jako další limit výzkumu můžeme považovat určitou „monotónnost“ terapie. Pacient při každé terapeutické intervenci prováděl ta stejná cvičení, která se tak pro něj postupem času mohla stávat stále méně a méně atraktivní a zajímavá. Jednotlivá měření ani terapeutické jednotky nebylo možno – především z časových důvodů pacienta, obsazenosti laboratoře apod., provádět stále ve stejnou denní dobu a v pravidelných intervalech. Občasným vynecháním balančního tréninku pacientem, a tím pádem posunutím terapie např. o týden, mohou být také ovlivněny výsledky.

Kromě limitů vzniklých působením „lidského faktoru“ je potřeba zmínit i určité komplikace související s přístrojovou technikou, která byla v rámci této práce využita. Konkrétně se tedy jednalo o přístroje Biodex Balance System a RehaGait Analyzer Pro.

Co se týče přístroje RehaGait Analyzer Pro, šlo o občasně problematické propojení senzorů se softwarem v tabletu. I když senzory připevněné na pacientovy dolní končetiny svítily zeleně a zdály se jako aktivní, v tabletu se bez zjevné příčiny jevíly jako nepřipojené. Dále byl někdy problém s kalibrací přístroje a vlastním měřením parametrů chůze. Senzory někdy (z neznámého důvodu) nebyly schopny snímat pacientovy kroky nebo se samovolně vypnuly, i když byly plně nabité. Po každém měření tak bylo nutno překontrolovat, zda se data naměřila, případně se musel celý pokus opakovat znovu. V některých případech docházelo k tomu, že data sice byla naměřena, ale pak nebylo možné provést analýzu a uložit je. To jednak prodlužovalo už tak celkem dlouhé testování, a také přispívalo k větší únavě až frustraci a ztrátě zájmu pacienta. Problematické bylo občas také samotné připevnění senzorů k pacientovým nohám. Konkrétně se jednalo hlavně o senzory, které se připevňovaly kolem pacientových bot. Pásky pro upevnění nebyly příliš dlouhé, tudíž nastával problém v případě, kdy pacient měl větší nohu či rozměrnější obuv.

Jeden z hlavních limitů přístroje Biodex Balance System se týká právě vyšetření Limits of Stability, které bylo zásadní pro tuto práci. Testovaný má za úkol přenést své COP co nejdále v přístrojem náhodně zvoleném směru. Jakmile dosáhne maximální možné vzdálenosti, musí COP vrátit zpět do středu a dojde k náhodnému označení dalšího

směru. Jelikož pacienti, kteří byli součástí tohoto výzkumu, měli ve větší či menší míře narušenou posturální stabilitu a kontrolu svého COP, mohlo jim činit potíže vrátit se do výchozí polohy a rovnou se v ní udržet. Když tedy došlo k „přestřelení“, přístroj může situaci vyhodnotit tak, že přesun COP v dalším směru pacient již vykonal a zvolí další směr. Další problém souvisí pravděpodobně s nějakou konstrukční vadou kruhové platformy. Ve statických režimech platforma občas problematicky snímala pohyb, při kterém pacient prováděl náklon dopředu a dopředu doprava, v plném rozsahu. Tím opět mohly být ovlivněny výsledky vyšetření LOS.

8 ZÁVĚR

V rámci dosaženého tréninkového skóre v režimech Random Control Training a Motor Control Training lze pozorovat průměrné zlepšení po čtyřtýdenní terapii ve formě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System. V průběhu terapeutické intervence lze vidět pozitivní trend v hodnotách dosaženého tréninkového skóre.

V testu Limits of Stability byl po absolvování čtyřtýdenní terapie ve formě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System prokázán statisticky významný rozdíl velikosti úhlů náklonů ve směrech dopředu doprava a dozadu doleva. V průměrných hodnotách úhlů náklonů došlo ke zlepšení ve všech směrech. Výjimkou je směr dopředu doprava, kde nedošlo v průměru k žádné změně.

V rámci hodnocení dosaženého celkového skóre v dotazníku FES-I nedošlo po terapii k žádnému statisticky významnému rozdílu. V průměru se pacienti v dosaženém celkovém skóre zlepšili o 1,2 bodu, což činí 3,7 %.

Mezi vybranými klinickými testy a parametry posturální stability měřenými pomocí přístroje Biodex Balance System (test Limits of Stability) byly prokázány statisticky významné závislosti. Konkrétně jde o test FTSST a směry doprava, dozadu doleva a dozadu doprava. Další statisticky významné závislosti byly zjištěny mezi směry dozadu doleva a dozadu doprava a testem 10MWT S. Zlepšení schopnosti přesunu těžiště vzad tak vedlo k dosažení lepších výsledků v rámci těchto dvou testů.

Mezi vybranými parametry chůze měřenými pomocí přístroje RehaGait Analyzer Pro a parametry posturální stability měřenými pomocí přístroje Biodex Balance System (test Limits of Stability) byly prokázány statisticky významné závislosti. Ty byly nalezeny mezi testem LOS a trváním a délkou dvojkroku, rychlostí chůze i kadencí chůze. Opět šlo o statisticky významné závislosti zejména u směrů dozadu doleva a dozadu doprava. Při zlepšení schopnosti přesunu těžiště dozadu tak dochází ke zrychlení chůze, vyšší kadenci a prodloužení délky kroku.

Z výsledků získaných tímto výzkumem lze předpokládat, že balanční trénink s využitím přístroje Biodex Balance System může být pozitivním přínosem pro pacienty

s Parkinsonovou nemocí v rámci zlepšení parametrů jejich posturální stability. Tato práce se však potýká s určitými limity, tudíž není možné vyslovit jednoznačný závěr, který by efektivitu tohoto typu tréninku jasně potvrzoval, a bylo by tedy nutné provést další výzkum.

9 SOUHRN

Teoretická část práce shrnuje základní poznatky týkající se Parkinsonovy nemoci, posturální stability a jejich vzájemného vztahu.

Ve výzkumné části je hodnocena efektivita čtyřtýdenního balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí a jeho vliv na parametry posturální stability.

Výzkumný soubor tvořilo celkem 7 pacientů ve věku 59-85 let. Všichni trpěli Parkinsonovou nemocí a nacházeli se ve stadiu onemocnění 2-3 dle škály H&Y. Výzkumné měření sestávalo z měření vstupního a výstupního. K hodnocení parametrů posturální stability byly zvoleny vybrané klinické testy a testování pomocí přístroje Biodex Balance System. Zde byl vybrán test Limits of Stability (LOS). Kromě toho byl hodnocen také strach z pádů v rámci běžných denních aktivit, k čemuž byl využit dotazník Falls Efficacy Scale-International (FES-I). Terapie probíhala ve formě balančního tréninku na přístroji Biodex Balance System dvakrát týdně po dobu celkově čtyř týdnů. Z tréninkových režimů byly vybrány režimy Random Control Training a Motor Control Training.

Výsledky ukazují na pozitivní trend v hodnotách dosaženého tréninkového skóre v tréninkových režimech Random Control Training a Motor Control Training. V rámci testování LOS byl po absolvování čtyřtýdenního balančního tréninku prokázán statisticky významný rozdíl velikosti úhlů náklonů ve směru dozadu doleva a v celkové velikosti úhlů. V průměrných hodnotách došlo po terapii ke zlepšení ve všech směrech kromě směru dopředu doprava. V celkovém dosaženém skóre v dotazníku FES-I nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Byly zjištěny statisticky významné závislosti mezi vybranými klinickými testy a testem LOS provedeným na přístroji Biodex Balance System. Další významné závislosti byly prokázány i mezi směry náklonů v testu LOS na přístroji Biodex Balance System a vybranými parametry chůze, které byly měřeny přístrojem RehaGait Analyzer Pro. Nejvíce závislostí lze pozorovat mezi testem LOS a rychlostí chůze v rychlé variantě.

Z výsledků získaných tímto výzkumem lze předpokládat, že balanční trénink s využitím přístroje Biodex Balance System může být pozitivním přínosem pro pacienty s Parkinsonovou nemocí v rámci zlepšení parametrů jejich posturální stability. Tato práce se potýká s určitými limity, tudíž není možné vyslovit jednoznačný závěr, který by efektivitu tohoto typu tréninku jasně potvrdil, a bylo by tedy nutné provést další výzkum.

10 SUMMARY

The theoretical part of the thesis summarises the basic knowledge concerning Parkinson's disease, postural stability and their interrelationship.

The research section evaluates the effectiveness of the four-week balance training using the Biodex Balance System in patients diagnosed with Parkinson's disease and its effect on postural stability parameters.

The cohort consisted of seven patients between 59 and 85 years of age. All of them suffered from Parkinson's disease and were in stages 2-3 of the disease as defined by the H&Y scale. The research measurements consisted of input and output assessments. Selected clinical tests and assessments using the Biodex Balance System instrument were chosen to evaluate postural stability parameters. The Limits of Stability (LOS) test was applied in this case. Furthermore, the fear of falls during everyday activities was also assessed using the Falls Efficacy Scale-International (FES-I) questionnaire. The therapy consisted of balance training on a Biodex Balance System apparatus twice a week for four weeks. Random Control Training and Motor Control Training were selected from different training modes.

The results have indicated a positive trend in the values of the training scores achieved in the Random Control and Motor Control trainings modes. A statistically significant difference in the magnitude of the back-to-left and overall magnitude of tilt angles was demonstrated in the LOS testing after completing four weeks of balance training. The mean values improved in all directions except the direction forward right after the therapy. We did not detect any statistically significant difference in the total score of the FES-I questionnaire. Statistically significant correlations were determined between the selected clinical tests and the LOS test performed on the Biodex Balance System apparatus. Additional significant dependencies were demonstrated between tilt directions in the LOS test on the Biodex Balance System device and selected gait parameters measured by the RehaGait Analyzer Pro. Most dependencies were observed between the LOS test and gait speed in the fast variation.

The research results suggest that balance training using the Biodex Balance System device may be beneficial for patients diagnosed with Parkinson's disease in terms of improving their postural stability parameters. The present thesis encounters certain limitations; thus, it is impossible to draw any unequivocal conclusions that would conclusively confirm the effectiveness of this type of training. Therefore, further research needs to be conducted.

11 SEZNAM ZKRATEK

10MWT – 10 Meter Walk Test

10MWT R – 10 Meter Walk Test, varianta s rychlou chůzí

10MWT S – 10 Meter Walk Test ve standardní variantě

360DTT – 360-degree Turn Test

6MWT – 6 Minute Walk Test

BBS – Berg Balance Scale

BESTest – Balance Evaluation Systems Test

CNS – centrální nervový systém

COP – center of pressure, těžiště

DBS – Deep Brain Stimulation

FES-I – Falls Efficiency Scale-International

FGA – Functional Gait Assessment

FRT – Functional Reach Test

FTSST – Five Times Sit to Stand Test

H&Y – Hoehnová a Yahr

LOS – Limits of Stability

m. – musculus

mm. - muscoli

TUG – Timed Up and Go Test

TUG R – Timed Up and Go Test, varianta s rychlou chůzí

UPDRS – Unified Parkinson's Disease Rating Scale

VR – virtuální realita

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Pohybové strategie (Horak, 2006).....	18
Obrázek 2. Biodex Balance System.....	28
Obrázek 3. Kruhová platforma se souřadnicovou mřížkou.	29
Obrázek 4. Test Limits of Stability (Biodex Balance System, 2021b).....	36
Obrázek 5. Program Random Control Training (Biodex Balance System, 2021c).....	38
Obrázek 6. Program Motor Control Training (Biodex Balance System, 2021c).	39
Obrázek 7. Hodnoty dosažené pro jednotlivé směry v testu LOS před a po čtyřtýdenní terapii (pacient č. 1).	42
Obrázek 8. Dosažené tréninkové skóre pacienta 1 v programu Random Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.	43
Obrázek 9. Dosažené tréninkové skóre pacienta 1 v programu Motor Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.	43
Obrázek 10. Hodnoty dosažené pro jednotlivé směry v testu LOS před a po čtyřtýdenní terapii (pacient č. 2).....	46
Obrázek 11. Dosažené tréninkové skóre pacienta 2 v programu Random Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.	47
Obrázek 12. Dosažené tréninkové skóre pacienta 2 v programu Motor Control Training v průběhu čtyřtýdenní terapie.	47

13 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Charakteristika výzkumného souboru.	33
Tabulka 2. Výsledky klinických testů před a po čtyřtýdenní terapii	41
Tabulka 3. Výsledky klinických testů před a po čtyřtýdenní terapii	45
Tabulka 4. Porovnání vstupních a výstupních hodnot velikosti úhlů pro jednotlivé směry v testu LOS na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 5).....	49
Tabulka 5. Porovnání dosaženého celkového skóre v dotazníku FES-I při vstupním a výstupním vyšetření u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 5)	50
Tabulka 6. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu mezi výsledky vybraných klinických testů a testu LOS prováděném na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 19)	52
Tabulka 7. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu mezi výsledky vybraných parametrů chůze měřených přístrojem RehaGait Analyzer Pro a testu LOS prováděném na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 19).....	54
Tabulka 8. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu mezi výsledky vybraných parametrů chůze měřených přístrojem RehaGait Analyzer Pro a testu Limits of Stability prováděném na přístroji Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí (n = 19).....	55

14 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abbas, M. M., Xu, Z., & Tan, L. C. (2018). Epidemiology of Parkinson's Disease - East versus West. *Mov Disord Clin Pract*, 5, 14-28. doi: 10.1002/mdc3.12568
- Agarwala, P., & Salzman, S. H. (2020). Six-Minute Walk Test: Clinical Role, Technique, Coding, and Reimbursement. *Chest*, 157(3), 603 - 611. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.10.014>
- AIDMOVING. (2022). *Hasomed – RehaGait*. Retrieved from <https://www.aidmoving.com/es/rehabilitacion/13/hasomed-rehagait.html>
- Allam, M. F., Del Castillo, A. S., & Navajas, R. F.-C. (2005). Parkinson's disease risk factors: genetic, environmental, or both? *Neurological Research*, 27(2), 206 - 208. doi:10.1179/016164105x22057
- Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 6., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Galén.
- Bae, H.-J., Cheon, S.-M., & Kim, J. W. (2011). Orthostatic hypotension in drug-naive patients with Parkinson's disease. *Journal of Movement Disorders*, 4, 33-37. doi: 10.14802/jmd.11005
- Bastlová, P., Jurutková, Z., Tomsová, J., & Zelená, A. (2015). *Výběr klinických testů pro fyzioterapeutu*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Belvisi, D., Pellicciari, R., Fabbrini, G., Tinazzi, M., Berardelli, A., & Defazio, G. (2020). Modifiable risk and protective factors in disease development, progression and clinical subtypes of Parkinson's disease: What do prospective studies suggest?. *Neurobiology of disease*, 134. doi: 10.1016/j.nbd.2019.104671
- Berger, J., Kalita, Z., & Ulč, I. (2000). *Parkinsonova choroba*. Praha, Česká republika: Maxdorf
- Biodex Medical Systems. (2022a). *Balance System SD – Instructions for use*. Shirley, NY: Author. Retrieved from https://www.biodex.com/sites/default/files/950440man_ifu_eng_19092clr_rev.c.pdf
- Biodex Medical Systems. (2022b). *Biodex Balance System – Sample Screens – Six Standardized Testing Modes* [Image]. Retrieved from <https://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/balance-system-sd/testing-modes>
- Biodex Medical Systems. (2022c). *Biodex Balance System – Sample Screens – Training Modes: Interactive, Static and Dynamic* [Image]. Retrieved from

<https://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/balance-systemsd/training-modes>

- Bizovská, L., Janura, M., Míková, M., & Svoboda, Z. (2017). *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Blaszczyk, J. W., Bacik, B., & Juras, G. (2003). Clinical Assessment of Postural Stability. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 03(02), 135 - 144. doi:10.1142/s0219519403000715
- Brusse, K. J., Zimdars, S., Zalewski, K. R., & Steffen, T. M. (2005). Testing functional performance in people with Parkinson disease. *Physical Therapy*, 85(2), 134–141. doi: 10.1093/ptj/85.2.134
- Cachupe, W. J. C. C., Shifflett, B., Kahanov, L., & Wughalter, H. E. (2001) Reliability of Biodex Balance System Measures, *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 5(2), 97-108, doi: 10.1207/S15327841MPEE0502_3
- Caird, F. (1991). *Rehabilitation in Parkinson's disease*. USA, Singular Publishing Group.
- Carini, F., Mazzola, M., Fici, C., Palmeri, S., Messina, M., Damiani, P., & Tomasello, G. (2017). Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: overview and current state of art. *Acta bio-medica: Atenei Parmensis*, 88(1), 11–16. doi: 10.23750/abm.v88i1.5309
- Carr, J. (2002). Tremor in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 8(4), 223–234. doi: 10.1016/s1353-8020(01)00037-2
- Chen, J. H., Chien, F., Francato, D. C. V., Barbosa, A. F., Souza, C. O., Voos, M. C., Greve, J. M. A., & Barbosa, E. R. (2021). Effects of resistance training on postural control in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 79(6), 511-520. doi:10.1590/0004-282x-anp-2020-0285
- Chen, W., Hopfner, F., Becktepe, J. S., & Deuschl, G. (2017). Rest tremor revisited: Parkinson's disease and other disorders. *Transl Neurodegener*, 6, 16. doi: 10.1186/s40035-017-0086-4
- Chen, Z., Li, G., & Liu, J. (2020). Autonomic dysfunction in Parkinson's disease: Implications for pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Neurobiology of disease*, 134, 104700. doi: 10.1016/j.nbd.2019.104700
- Conradsson, D., Löfgren, N., Nero, H., Hagströmer, M., Ståhle, A., Lökk, J., & Franzén, E. (2015). The Effects of Highly Challenging Balance Training in Elderly With

- Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(9), 827–836. doi: 10.1177/1545968314567150
- Cruickshank, T. M., Reyes, A. R., & Ziman, M. R. (2015). A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease. *Medicine*, 94(4), e411. doi: 10.1097/MD.0000000000000411
- Cuccia, A., & Caradonna, C. (2009). The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 64(1), 61–66. doi: 10.1590/s1807-59322009000100011
- Delamarre, A., & Meissner, W. G. (2017). Epidemiology, environmental risk factors and genetics of Parkinson's disease. *Presse Medicale*, 46(2), 175–181. doi: 10.1016/j.lpm.2017.01.001
- Dewan, N., & MacDermid, J. C. (2014). Fall Efficacy Scale-International (FES - I). *Journal of physiotherapy*, 60(1), 60. doi: 10.1016/j.jphys.2013.12.014
- Di Biase, L., Summa, S., Tosi, J., Taffoni, F., Marano, M., Cascio Rizzo, A., Vecchio, F., Formica, D., Di Lazzaro, V., Di Pino, G., & Tombini, M. (2018) Quantitative Analysis of Bradykinesia and Rigidity in Parkinson's Disease. *Front. Neurol.* 9, 121. doi: 10.3389/fneur.2018.00121
- Donath, L., Faude, O., Lichtenstein, E., Nüesch, C., & Mündermann, A. (2016). Validity and reliability of a portable gait analysis system for measuring spatiotemporal gait characteristics: comparison to an instrumented treadmill. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 13, 6. doi: 10.1186/s12984-016-0115-z
- Downs S. (2015). The Berg Balance Scale. *Journal of physiotherapy*, 61(1), 46. doi: 10.1016/j.jphys.2014.10.002
- Duncan, R. P., Leddy, A. L., & Earhart, G. M. (2011). Five times sit-to-stand test performance in Parkinson's disease. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(9), 1431–1436. doi: 10.1016/j.apmr.2011.04.008
- Dupalová, D., Šlachťová, M., Neumannová, K., Doleželová, E., Magátová, M., & Sečkařová, L. (2017). Klinické hodnocení rovnováhy u pacientů s Parkinsonovou nemocí ve fyzioterapeutické praxi. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 24(4), 243 - 249.
- Elbalawy, Y. M., Elrewainy, R. M., Taha, S. I., Fahmy, E. M., Mohammed, S. S., ElSerougy, H. R., & El Sherbini, A. E.-H. I. (2020). Comparative effect of visual feedback training versus sensory integration on risk of falling in Parkinson's disease patients: Randomized controlled trial. *Polish Journal of Physiotherapy*, 20(3), 1–7

- Feller, K. J., Peterka, R. J., & Horak, F. B. (2019). Sensory Re-weighting for Postural Control in Parkinson's Disease. *Front. Hum. Neurosci.* 13,126. doi: 10.3389/fnhum.2019.00126
- Feng, H., Li, C., Liu, J., Wang, L., Ma, J., Li, G., Gan, L., Shang, X., & Wu, Z. (2019). Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 25, 4186–4192. doi: 10.12659/MSM.916455
- Ferreira-Sánchez, M., Moreno-Verdú, M., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2020). Quantitative Measurement of Rigidity in Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Sensors*, 20(3), 880. doi:10.3390/s20030880
- Franchignoni, F., Horak, F., Godi, M., Nardone, A., & Giordano, A. (2010). Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini - BESTest. *Journal of rehabilitation medicine*, 42(4), 323 - 331. doi: 10.2340/16501977-0537
- Frydryšek, K. (2019). *Biomechanika 1: Biomechanics 1*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, Fakulta strojní
- Giardini, M., Nardone, A., Godi, M., Guglielmetti, S., Arcolin, I., Pisano, F., & Schieppati, M. (2018). Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson's Disease. *Neural plasticity*, 2018, 5614242. doi: 10.1155/2018/5614242
- Greenwald, B. D., & Gurley, J. M. (2013). Balance and vestibular function. *NeuroRehabilitation*, 32(3), 433–435. doi: 10.3233/NRE-130865
- Harro, C. C., & Garascia, C. (2019). Reliability and validity of computerized force platform measures of balance function in healthy older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 42(3), 57–66. doi: 10.1519/JPT.0000000000000175
- Hasan, S. M., Alshafie, S., Hasabo, E. A., Saleh, M., Elnaiem, W., Qasem, A., Alzu'bi, Y. O., Khaled, A., Zaazouee, M. S., Ragab, K. M., Nourelden, A. Z., & Doheim, M. F. (2022). Efficacy of dance for Parkinson's disease: a pooled analysis of 372 patients. *Journal of neurology*, 269(3), 1195–1208. doi: 10.1007/s00415-021-10589-4
- HASOMED. (2016). *RehaGait – Uživatelský manuál*. Magdeburg, Německo: Author

- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, *35*(2), 7– 11. doi: 10.1093/ageing/afl077
- Horak, F. B., Wrisley, D. M., & Frank, J. (2009). The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Physical therapy*, *89*(5), 484–498. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080071>
- Howcroft, J. D., Kofman, J., Lemaire, E. D., & McIlroy, W. E. (2015). Static Posturography of Elderly Fallers and Non-Fallers with Eyes Open and Closed. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, June 7-12, 2015, Toronto, Canada, 966–969. doi:10.1007/978-3-319-19387-8_235
- Ibrahim, M. S., Mattar, A. G., & Elhafez, S. M. (2016). Efficacy of virtual reality-based balance training versus the Biodex balance system training on the body balance of adults. *Journal of physical therapy science*, *28*(1), 20–26. doi: 10.1589/jpts.28.20
- Ivanenko, Y., & Gurfinkel, V. S., (2018). Human Postural Control. *Front. Neurosci.* *12*, 171. doi: 10.3389/fnins.2018.00171
- J. L., Perera, T., McGinley, J. L., Yohanandan, S., Brown, P., & Thevathasan, W. (2018). Neurophysiological analysis of the clinical pull test. *Journal of neurophysiology*, *120*(5), 2325–2333. doi: 10.1152/jn.00789.2017
- Johnson, L., James, I., Rodrigues, J., Stell, R., Thickbroom, G., & Mastaglia, F. (2013). Clinical and posturographic correlates of falling in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, *28*(9), 1250–1256. doi: 10.1002/mds.25449
- Kalf, J. G., de Swart, B. J., Bloem, B. R., & Munneke, M. (2012). Prevalence of oropharyngeal dysphagia in Parkinson's disease: a meta-analysis. *Parkinsonism & related disorders*, *18*(4), 311–315. doi: 10.1016/j.parkreldis.2011.11.006
- Kaminishi, K., Chiba, R., Takakusaki, K., & Ota, J. (2021). Increase in muscle tone promotes the use of ankle strategies during perturbed stance. *Gait & posture*, *90*, 67–72. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.08.003
- Keus, S., Munneke, M., Graziano, M., Paltamaa, J., Pelosin, E., Domingos, J., ... Bloem, B. (2014). *Evropské doporučené postupy pro fyzioterapeutickou léčbu Parkinsonovy nemoci*. Nizozemsko: KNGF/ParkinsonNet. Retrieved from https://www.parkinsonnet.nl/app/uploads/sites/3/2019/11/doporu_en__postupy_pr_o_fyzioterapeutickou_l__bu_parkinsonovy_nemoci_fin_81277__-_kop_rovat.pdf

- Kim, S. D., Allen, N. E., Canning, C. G., & Fung, V. S. C. (2013). Postural instability in patients with Parkinson's disease. *CNS Drugs*, 27(2), 97–112. doi: 10.1007/s40263-012-0012-3
- Kittnar, O. (2011). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.
- Kolář, P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha, Česká republika: Galén.
- Králíček, P. (2011). *Úvod do speciální neurofyziologie*. Praha, Česká republika: Galén.
- Kubina, L. (2021). *Vliv balančního tréninku na vybrané parametry posturální stability s využitím přístroje Biodex Balance System u pacientů s Parkinsonovou nemocí*. Olomouc, 2021. diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury
- Leddy, A. L., Crowner, B. E., & Earhart, G. M. (2011). Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for identifying individuals with Parkinson disease who fall. *Physical therapy*, 91(1), 102–113. doi: 10.2522/ptj.20100113
- Lei, C., Sunzi, K., Dai, F., Liu, X., Wang, Y., Zhang, B., He, L., & Ju, M. (2019). Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. *PloS one*, 14(11), e0224819. doi: 10.1371/journal.pone.0224819
- Lopes, L., Scianni, A. A., Lima, L. O., de Carvalho Lana, R., & Rodrigues-De-Paula, F. (2020). The Mini-BESTest is an independent predictor of falls in Parkinson Disease. *Brazilian journal of physical therapy*, 24(5), 433 - 440. doi: 10.1016/j.bjpt.2019.07.006
- Marsh, L. (2013). Depression and Parkinson's disease: current knowledge. *Current neurology and neuroscience reports*, 13(12), 409. doi: 10.1007/s11910-013-0409-5
- Mirelman, A., Herman, T., Nicolai, S., Zijlstra, A., Zijlstra, W., Becker, C., Chiari, L., & Hausdorff, J. M. (2011). Audio-Biofeedback training for posture and balance in Patients with Parkinson's disease. *J NeuroEngineering Rehabil*, 8(35). doi: 10.1186/1743-0003-8-3
- Munhoz, R. P., & Teive, H. A. (2014). Pull test performance and correlation with falls risk in Parkinson's disease. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 72(8), 587–591. doi: 10.1590/0004-282x20140082

- Ni, X., Liu, S., Lu, F., Shi, X., & Guo, X. (2014). Efficacy and safety of Tai Chi for Parkinson's disease: a systematic review and meta - analysis of randomized controlled trials. *PLoS one*, 9(6), e99377. doi: 10.1371/journal.pone.0099377
- Opara, J., Malecki, A., Małeczka, E., Socha, T. (2017). Motor assessment in Parkinson's disease. *Ann Agric Environ Med.*, 24(3), 411 - 415. doi: 10.5604/12321966.1232774
- Ozinga, S. J., Machado, A. G., Miller Koop, M., Rosenfeldt, A. B., & Alberts, J. L. (2015). Objective assessment of postural stability in Parkinson's disease using mobile technology. *Mov Disord.*, 30. 1214 - 1221. doi: 10.1002/mds.26214
- Pachana, N. A., Egan, S. J., Laidlaw, K., Dissanayaka, N., Byrne, G. J., Brockman, S., Marsh, R., & Starkstein, S. (2013). Clinical issues in the treatment of anxiety and depression in older adults with Parkinson's disease. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 28(14), 1930–1934. doi: 10.1002/mds.25689
- Paul, S. S., Canning, C. G., Song, J., Fung, V. S., & Sherrington, C. (2014). Leg muscle power is enhanced by training in people with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 28(3), 275 - 288. doi: 10.1177/0269215513507462
- Pelicioni, P. H. S., Menant, J. C., Latt, M. D., & Lord, S. R. (2019). Falls in Parkinson's Disease Subtypes: Risk Factors, Locations and Circumstances. *Int J Environ Res Public Health*, 16(12). doi: 10.3390/ijerph16122216.
- Pfeiffer, R. F. (2020). Autonomic Dysfunction in Parkinson's Disease. *Neurotherapeutics: the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 17(4), 1464–1479. doi: 10.1007/s13311-020-00897-4
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. doi: 10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x
- Pringsheim, T., Jette, N., Frolkis, A., & Steeves, T. D. (2014). The prevalence of Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 29(13), 1583–1590. doi: 10.1002/mds.25945
- Raethjen, J., Raethjen, P., Schmalbach, B., & Wasner, G. (2020). Dynamic posturography and posturographic training for Parkinson's disease in a routine clinical setting. *Gait & Posture*, 82, 281–286. doi: 10.1016/j.gaitpost.2020.09.013

- Radhakrishnan, D. M., & Goyal, V. (2018). Parkinson's disease: A review. *Neurology India*, *66*, 26–35. doi: 10.4103/0028-3886.226451
- Roth, J., Sekyrová, M., & Růžička, E. (2009). *Parkinsonova nemoc*. Praha, Česká republika: Maxdorf
- Saftari, L. N., & Kwon, O. S. (2018). Ageing vision and falls: a review. *Journal of physiological anthropology*, *37*(1), 11. doi: 10.1186/s40101-018-0170-1
- Santos, S. M., da Silva, R. A., Terra, M. B., Almeida, I. A., de Melo, L. B., & Ferraz, H. B. (2017). Balance versus resistance training on postural control in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, *53*(2), 173–183. doi: 10.23736/S1973-9087.16.04313-6
- Shen, X., & Mak, M. K. (2014). Technology-assisted balance and gait training reduces falls in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Neurorehabilitation and neural repair*, *29*(2), 103–111. doi: 10.1177/1545968314537559
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2011). *Motor control: Translating research into clinical practice* (4th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins
- Siddiqui, F. A., & Masood, T. (2018). Training on Biodex Balance System improves balance and mobility in elderly. *Journal of the Pakistan Medical Association*, *68*(11), 1655-1659.
- Simonsen, U., Comerma-Steffensen, S., & Andersson, K.-E. (2016). Modulation of Dopaminergic Pathways to Treat Erectile Dysfunction. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, *119*, 63-74. doi: 10.1111/bcpt.12653
- Smith, B. A., Carlson-Kuhta, P., & Horak, F. B. (2016). Consistency in Administration and Response for the Backward Push and Release Test: A Clinical Assessment of Postural Responses. *Physiotherapy research international: the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, *21*(1), 36–46. doi: 10.1002/pri.1615
- Soke, F., Guclu-Gunduz, A., Ozkan, T., Ozkul, C., Gulsen, C., & Kocer, B. (2020). Reliability and validity of the timed 360° turn test in people with Parkinson's disease. *European Geriatric Medicine*, *11*(3), 417–426. doi: 10.1007/s41999-019-00285-y
- Spina, S., Facciorusso, S., Cinone, N., Armiento, R., Picelli, A., Avvantaggiato, C., Ciritella, C., Fiore, P., & Santamato, A. (2021). Effectiveness of robotic balance training on postural instability in patients with mild Parkinson's disease: A pilot,

- single blind, randomized controlled trial. *Journal of rehabilitation medicine*, 53(2). doi: 10.2340/16501977-2793
- Tan, J. L., Perera, T., McGinley, J. L., Yohanandan, S., Brown, P., & Thevathasan, W. (2018). Neurophysiological analysis of the clinical pull test. *Journal of neurophysiology*, 120(5), 2325–2333. doi: 10.1152/jn.00789.2017
- Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Vyd. 4., přeprac. a dopl. Praha: Grada.
- Tysnes, O.-B., & Storstein, A. (2017). Epidemiology of Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 124(8), 901–905. doi:10.1007/s00702-017-1686-y
- Valverde-Guijarro, E., Alguacil-Diego, I. M., Vela-Desojo, L., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2020). Effects of contemporary dance and physiotherapy intervention on balance and postural control in Parkinson's disease. *Disability and rehabilitation*, 1–8. Advance online publication. doi: 10.1080/09638288.2020.1839973
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (2. část) – Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 9(4), 122–129
- Velseboer, D. C., de Haan, R. J., Wieling, W., Goldstein, D. S., & de Bie, R. M. (2011). Prevalence of orthostatic hypotension in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Parkinsonism & related disorders*, 17(10), 724–729. doi: 10.1016/j.parkreldis.2011.04.016
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2. Praha: Triton.
- Wilczynski, J., Pedrycz, A., Zielinski, E., Ambrozy, T., & Mucha, D. (2017). Postural instability in Parkinson's disease patients. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 19(4), 135-141. doi: 10.5277/ABB-00909-2017-04
- Wrisley, D. M., Marchetti, G. F., Kuharsky, D. K., & Whitney, S. L. (2004). Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Physical therapy*, 84(10), 906–918
- Yang, Y.-R., Lee, Y.-Y., Cheng, S.-J., Lin, P.-Y., & Wang, R.-Y. (2008). Relationships between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. *Gait & Posture*, 27(4), 611–615. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.08.003
- Yang, Y., Li, X. Y., Gong, L., Zhu, Y. L., & Hao, Y. L. (2014). Tai Chi for improvement of motor function, balance and gait in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 9(7). doi: 10.1371/journal.pone.0102942
- Yitayeh, A., & Teshome, A. (2016). The effectiveness of physiotherapy treatment on balance dysfunction and postural instability in persons with Parkinson's disease: a

- systematic review and meta-analysis. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 8, 17. doi: 10.1186/s13102-016-0042-0
- Yu, Y., Liang, S., Wang, Y., Zhao, Y., Zhao, J., Li, H., Wu, J., Cheng, Y., Wu, F., & Wu, J. (2021). Quantitative Analysis of Postural Instability in Patients with Parkinson's Disease. *Parkinson's disease*. 5681870. doi: 10.1155/2021/5681870
- Zakaria, H. M., & Adel, S. M. (2007). Efficacy of selected balance training program on postural instability in Parkinson's patients. *Bulletin of Faculty of Pharmacy*, 12(2), 303–312

16 PŘÍLOHY

Příloha 1. Vyjádření Etické komise FTK UP



Fakulta
tělesné kultury

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.
Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 4. 11. 2021 byl projekt diplomové práce

autor /hlavní řešitel/: **Bc. Kristýna Valíčková**

s názvem **Efektivita balančního tréninku s využitím systému Biodex u pacientů s Parkinsonovou nemocí a jeho vliv na parametry posturální stability**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **98/2021**
dne: **8. 12. 2021**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

Příloha 2. Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Název studie (projektu):

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis fyzioterapeuta pověřeného touto studií:

Datum:

Datum:

Příloha 3. Hodnotící arch - vyšetření 1, 2

Iniciály	
Datum vyšetření	
Datum narození	
Výška a hmotnost	
Délka onemocnění	
Přidružená onemocnění	
Medikace	
Příznaky onemocnění	
Největší obtíže	
Chůze	
Kompenzační pomůcky	
Historie pádů	
H&Y	
DBS	

Příloha 4. Hodnotící arch - klinické testy

TUG R	Čas
1. pokus	
2. pokus	

FTSST	Čas
1. pokus	
2. pokus	

10MWT S	Čas
1. pokus	
2. pokus	

10MWT R	Čas
1. pokus	
2. pokus	

6MWT	Čas	Vzdálenost	BSD	BSVU
1. pokus				

6MWT	0 min	2 min	4 min	6 min	Klid
TF					
SpO₂					

Příloha 5. Dotazník FES-I

Chtěli bychom vám položit několik otázek týkajících se vašich obav z možného pádu. Odpovídejte prosím podle toho, jak konkrétní činnost obvykle vykonáváte. Pokud v současnosti tuto činnost neděláte (například pro vás nakupuje někdo jiný), odpovězte prosím tak, jak byste se obával (obávala) pádu, kdybyste dělal (dělala) tuto činnost. Pro každou z následujících činností prosím označte odpověď, která je nejbližší vašemu mínění o obavě z pádu při dané činnosti.					
		Vůbec nemám obavy 1	Trochu se obávám 2	Dost se obávám 3	Velmi se obávám 4
1	Domácí uklízení (např. zametání, luxování, utírání prachu)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Oblékání nebo svlékání	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Příprava jednoduchého jídla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Koupání nebo sprchování	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Běžné nakupování	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Vstávání ze židle nebo sedání	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Chůze po schodech	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Procházka v okolí bydliště	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Dosahování věcí nad hlavou, nebo na zemi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Spěšná chůze ke zvonícímu telefonu, aby nepřestal zvonit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Chůze po kluzkém povrchu (např. mokřím nebo zledovatělém)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Návštěva přátel nebo příbuzných	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Chůze v davu lidí	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Chůze po nerovném povrchu (např. kamenitým, nezpevněným chodníku)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Chůze do nebo ze svahu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Návštěva společenské akce (například náboženské, rodinné setkání, návštěva klubu)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Příloha 6. Potvrzení o překladu abstraktu a souhrnu diplomové práce



Translated by Profiprekladatel.cz

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Profiprekladatel'.