

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

**HODNOCENÍ CHŮZE PACIENTŮ S PARKINSONOVOU NEMOCÍ
VYBRANÝMI KLINICKÝMI TESTY A POMOCÍ SYSTÉMU
REHAGAIT: FOLLOW-UP STUDIE**

Diplomová práce

Autor: Bc. Šárka Chroustová

Studijní program: Aplikovaná fyzioterapie

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

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Bc. Šárka Chroustová

Název práce: Hodnocení chůze pacientů s Parkinsonovou nemocí vybranými klinickými testy a pomocí systému RehaGait: Follow-up studie

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

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Rok obhajoby: 2024

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce bylo sledování vybraných charakteristik chůze a klinických testů u pacientů s Parkinsonovou nemocí s časovým odstupem 13-18 měsíců. Výzkumný soubor tvořilo 10 pacientů s Parkinsonovou nemocí (7 mužů a 3 ženy, průměrný věk $66 \pm 9,9$ let) ve stadiu 2-3 dle Hoehnové a Yahra. Pro analýzu chůze byl využit systém RehaGait Analyzer Pro. Analyzovány byly následující parametry: trvání dvojkroku, délka kroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stojné fáze levé dolní končetiny (LDK) a pravé dolní končetiny (PDK), švihové fáze LDK a PDK, jednooporové fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK, časová a prostorová variabilita chůzového cyklu. Tyto parametry chůze byly hodnoceny pro běžnou a subjektivně maximální rychlost chůze. Dále byly změřeny vybrané klinické testy. Pro porovnání dat prvního a druhého měření byl využit neparametrický Wilcoxonův test. U porovnání mediánů výsledných hodnot klinických testů byl zaznamenán statisticky významný rozdíl v pěti případech. Jednalo se o zvýšení maximální rychlosti chůze měřené u 10MWT (10 Metre Walk Test), zvýšení vzdálenosti u 6MWT (6 Minute Walk Test), snížení vzdálenosti u FRT (Functional Reach Test) a snížení doby trvání 360 DTT (360 Degree Turn Test) na obě strany. Při srovnání mediánů vybraných charakteristik chůze při běžné i subjektivně maximální rychlosti chůze nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením.

Klíčová slova:

RehaGait, Parkinsonova nemoc, časoprostorové parametry, poruchy chůze, inerciální senzory

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Bc. Šárka Chroustová
Title: Assessment of gait of patients with Parkinson's disease by selected clinical tests and using the RehaGait system: A follow-up study

Supervisor: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.D.
Department: Department of Physiotherapy
Year: 2024

Abstract:

The aim of this thesis was to monitor selected gait characteristics and clinical tests in patients with Parkinson's disease with a time interval of 13-18 months. The research group consisted of 10 patients with Parkinson's disease (7 men and 3 women, average age 66 ± 9.9 years) in stage 2-3 according to Hoehn and Yahr. The RehaGait Analyzer Pro system was used for gait analysis. The following parameters were analyzed: two-step cycle duration, step length, walking speed, cadence, percentage duration of the standing phase of the left lower limb (LLL) and right lower limb (RLL), swing phase of LLL and RLL, single-support phases of LLL and RLL, double-support phases of LLL and RLL, temporal and spatial variability of the gait cycle. These walking parameters were assessed for normal and subjective maximum walking speed. Furthermore, selected clinical tests were measured. The non-parametric Wilcoxon test was used to compare the data of the first and second measurements. When comparing the median values of the clinical test results, a statistically significant difference was recorded in five cases. These were an increase in the maximum walking speed measured in the 10MWT (10 Meter Walk Test), an increase in the distance in the 6MWT (6 Minute Walk Test), a decrease in the distance in the FRT (Functional Reach Test) and a decrease in the duration of the 360 DTT (360 Degree Turn Test) on both sides. When comparing the median values of selected gait characteristics at normal and subjective maximum walking speeds, no statistically significant difference was found between the first and second measurements.

Keywords:

RehaGait, Parkinson's disease, spatiotemporal parameters, gait disorders, inertial sensors

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

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

V Olomouci dne 24. dubna 2024

.....

Děkuji své vedoucí práce Mgr. Dagmar Dupalové, Ph.D. za odborné vedení a pomoc s vypracováním této diplomové práce. Dále děkuji Mgr. Lucii Bizovské, Ph.D. za statistické zpracování dat. Také chci poděkovat své rodině za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	9
1 PARKINSONOVA NEMOC (PN)	10
1.1 Symptomy PN	10
1.1.1 Motorické symptomy	11
1.1.2 Non-motorické symptomy	11
1.2 Progrese nemoci	11
1.2.1 Hodnocení progrese symptomů	12
1.2.2 Progrese symptomů	13
1.2.3 Rozdíly progrese nemoci mezi pohlavím	13
1.2.4 Efekt fyzioterapie na progresi PN	14
1.3 Mortalita	14
2 VLIV PANDEMIE COVID-19 NA ŽIVOT PACIENTŮ S PN	15
3 ANALÝZA CHŮZE PACIENTŮ S PN	17
3.1 Analýza poruch chůze pomocí inerciálních senzorů	17
3.2 Poruchy chůze u pacientů s PN	19
3.3 Analýza chůze systémem RehaGait	21
3.4 Klinické testy pro hodnocení chůze a rovnováhy	23
3.4.1 10 Metre Walk Test	23
3.4.2 6 Minute Walk Test	24
3.4.3 Timed Up and Go	24
3.4.4 Five Times Sit-to-Stand Test	25
3.4.5 Functional Reach Test	25
3.4.6 360 Degree Turn Test	25
4 CÍLE	26
4.1 Hlavní cíl	26
4.2 Výzkumné otázky a hypotézy	26
5 METODIKA	28
5.1 Charakteristika výzkumného souboru	28
5.2 Průběh měření	29

5.3	Statistické zpracování dat	31
6	VÝSLEDKY	32
6.1	Výzkumná otázka VO1	32
6.1.1	Hypotéza H ₀₁	35
6.1.2	Hypotéza H ₀₂	35
6.1.3	Hypotéza H ₀₃	36
6.2	Výzkumná otázka VO2	36
6.2.1	Hypotéza H ₀₄	39
6.2.2	Hypotéza H ₀₅	39
6.2.3	Hypotéza H ₀₆	40
6.3	Výzkumná otázka VO3	40
6.3.1	Hypotéza H ₀₇	41
6.3.2	Hypotéza H ₀₈	42
6.3.3	Hypotéza H ₀₉	43
7	DISKUZE.....	45
7.1	Diskuze k první výzkumné otázce	45
7.2	Diskuze k druhé výzkumné otázce	49
7.3	Diskuze k třetí výzkumné otázce.....	50
7.4	Limity práce.....	53
	ZÁVĚR.....	55
	SOUHRN	57
	SUMMARY	58
	REFERENČNÍ SEZNAM	59
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	77
	PŘÍLOHY.....	78

ÚVOD

Parkinsonova nemoc je pokládána za jedno z nejčastějších neurodegenerativních onemocnění a kvůli stárnutí populace se její incidence bude stále zvyšovat (Bartoníková et al., 2020). Jedním z hlavních motorických symptomů Parkinsonovy nemoci jsou poruchy chůze, které výrazně ovlivňují kvalitu života pacienta. Některé poruchy chůze jsou zapříčiněny stárnutím jedince, jiné jsou specifické pro Parkinsonovu nemoc (Wilson et al., 2020). Využití objektivních a reliabilních přístrojů pro měření chůze umožňuje včasnou diagnostiku nemoci, hodnocení progresu symptomů či nastavení vhodné terapie (Bouça-Machado et al., 2020). Jedna z možností je využití kinematické analýzy v laboratorním prostředí. Finančně i časově dostupnější možnost je však analýza pomocí inerciálních senzorů. Měření chůze pak může probíhat v ambulantním ale i v domácím prostředí (Jakob et al., 2021; Schlachetzki et al., 2017).

U pacientů s Parkinsonovou nemocí se častěji objevují sklony k pohybové inaktivitě než u zdravé populace. Udržení fyzické kondice je však pro pacienty nezbytné. Doporučení pro optimální úroveň týdenní pohybové aktivity jsou stejná u pacientů s Parkinsonovou nemocí jako u zdravé populace (Keus et al., 2014). Týdenní pohybová aktivita se skládá z aerobního a odporového tréninku. Jako aerobní fyzická aktivita se doporučuje chůze, běh, jízda na kole a plavání. Chůze je také vhodná aktivita pro zvýšení přirozené pohybové aktivity (World Health Organisation [WHO], 2010). Chůze je tedy důležitá součást života pacientů s Parkinsonovou nemocí.

Negativní vliv pandemie COVID-19 na množství pohybové aktivity u neurologických pacientů je zřejmý (Abasiyanik et al., 2022). Hodnocení chůze u pacientů s Parkinsonovou nemocí je tedy velmi aktuální problematika. V této diplomové práci je první měření prováděno na začátku roku 2021, kdy v České republice platila protipandemická opatření a ve veřejných prostorech bylo třeba využívat ochranné pomůcky jako například respirátory. Druhé měření probíhalo s časovým odstupem 13-18 měsíců, kdy již protipandemická opatření nebyla přítomna.

Cílem této diplomové práce je porovnání výsledků měření vybraných charakteristik chůze a klinických testů u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců. K analýze chůze je použit systém RehaGait Analyzer Pro. Na základě systematické review Brognara et al. (2019) byly vybrány rychlost chůze, kadence, délka a trvání dvojkroku jako hlavní parametry hodnocení chůze.

1 PARKINSONOVA NEMOC (PN)

Parkinsonova nemoc (PN) patří mezi neurodegenerativní onemocnění. Charakterizovat ji lze jako hypokineticko-hypertonický syndrom, jehož symptomy jsou vymezeny dále. Jedná se o presynaptické postižení, tudíž je pro medikamentózní léčbu využíván prekurzor dopaminu (L-DOPA) (Kolář, 2009). I přes tuto skutečnost se u PN jedná spíše o symptomatickou léčbu (Bartoníková et al., 2020).

Je třeba rozlišit mezi PN a parkinsonským syndromem (PS), protože u PS se jedná o postižení postsynaptické a odpověď na léčbu není tak výrazná (Kolář, 2009). PS se liší také rychlejší progresí kognitivního deficitu či výskytem četných pádů již v rané fázi onemocnění (Keus et al., 2014).

Někteří autoři dělí PN na subtyp tremor-dominantní (TD) a subtyp s převažujícími poruchami stability a chůze (Postural Imbalance and Gait Disorder – PIGD) (Mestre et al., 2021; Zuo et al., 2017). Evropské guidelines z roku 2014 k tomu přidávají ještě podtyp dřívějšího začátku nemoci, což je definováno jako rozvoj PN u mladších jedinců než je 55 let, a také podtyp rychlé progresie onemocnění bez demence (Keus et al., 2014). Další dělení nemoci je vyžadováno především kvůli léčbě, která by byla díky specifikaci hlavního problému pacienta více specializovaná. Z literatury však zatím není jisté, jak se tyto subtypy chovají v delším časovém odstupu (Mestre et al., 2021). Zatím je možné pozorovat hlavně proměnu TD subtypu na PIGD, a to z důvodu progresie nemoci a změny chůzových a rovnovážných parametrů za přítomnosti téměř žádné změny v závažnosti třesu (von Coelln et al., 2021).

Studie z roku 2015 sledovala chůzi u 108 pacientů s PN s odstupem 18 měsíců po stanovení diagnózy. U PIGD pacientů byly přítomny již od začátku větší poruchy chůze než u TD pacientů. U TD došlo po 18 měsících k mírnému zkrácení kroku a zkrácení doby švihu. PIGD pacienti neměli po 18 měsících signifikantní změnu v chůzových parametrech. Výsledky mohou mít různé vysvětlení, jedno z autorů zmiňovaných je fakt, že vývoj PN není lineární a rozdělení na subtypy v brzkém stadiu nemoci může být nepřesné (Galna et al., 2015).

1.1 Symptomy PN

PN se diagnostikuje pomocí anamnézy a klinických příznaků stanovených na základě neurologického vyšetření. Začátek nemoci bývá často ztěžka pozorovatelný a příznaky jsou typicky asymetrické (Kolář, 2009).

1.1.1 Motorické symptomy

Motorické symptomy jsou nejčastěji vyjádřeny tzv. tetradou. Jedná se o bradykinezi, klidový třes, rigiditu a posturální instabilitu (Bartoníková et al., 2020). V případě bradykineze jde o celkové zpomalení pohybu, které je doplněné sníženým rozsahem a neschopností začátku vykonávaných pohybů. Taktéž se připojuje motorická chudost. Z důvodu těchto příznaků je PN označena jako hypokinetický syndrom. Klidový třes je typicky akrální a vyskytuje se u všech pacientů s PN v různých stadiích nemoci. Rigidita je definována jako zvýšení svalového tonu při provádění jak aktivního, tak i pasivního pohybu, a to v celém jeho rozměru. Může být původcem bolestivých stavů pacienta a pojmenovává PN jako hypertonický syndrom. K posturální instabilitě dochází na základě postupného zhoršení posturálních reflexů. Jedná se o poruchu změny a udržení postury (Keus et al., 2014; Kolář, 2009).

Sekundární motorické příznaky jsou tzv. freezing, dystonie, šouravá chůze, festinace a flexe trupu při chůzi, snížená aktivita mimických svalů, dysartrie a dysfagie, nadměrné vylučování slin a mikrografie (Jankovic, 2008).

1.1.2 Non-motorické symptomy

Typické non-motorické příznaky jsou vyjádřeny autonomními dysfunkcemi, poruchami spánku, kognitivními změnami a bolestí (Jankovic, 2008). Konkrétně mezi ně patří snížení čichových vjemů, zácpa, zvýšené slinění a nadměrné pocení (Bartoníková et al., 2020). Jedná se také o změny exekutivních funkcí, například poruchy koncentrace, porozumění sociálních interakcí nebo neschopnosti řešit dva úkoly zároveň (Keus et al., 2014).

1.2 Progrese nemoci

Progrese onemocnění probíhá u každého pacienta velmi individuálně a rozvoj dalších symptomů závisí na klinickém obrazu pacienta (Keus et al., 2014). U pacientů, u kterých se PN objeví dříve než normálně, toť jest před dovršením 50 let, trvá dosažení stadia 3-5 dle Hoehnové a Yahra (H&Y) déle. Pacienti se subtypem TD mají pomalejší progresi onemocnění než pacienti se subtypem PIGD. Také se u nich tak brzy neobjevuje fenomén wearing-off (opětovné objevení se symptomů PN spojené se sníženým účinkem farmakologické léčby) (Jankovic, 2008; Sato et al., 2006).

1.2.1 Hodnocení progresu symptomů

Hodnocení stadií nemoci je standardně prováděno pomocí stupnice dle H&Y z roku 1967. Existuje i modifikovaná stupnice, ve které se rozlišují i půl stupně (Růžička & Roth, 1998). Jednotlivé stupně dle H&Y jsou znázorněny v Obrázku 1.

Obrázek 1

Stupnice dle Hoehnové a Yahra

- stadium 1 – jednostranné minimální postižení, bez funkčního omezení, ...
- stadium 2 – oboustranné postižení, minimální disabilita (funkční postižení), poruchy postury a chůze
- stadium 3 – významné zpomalení pohybů, lehké poruchy rovnováhy, středně těžké generalizované dysfunkce
- stadium 4 – rigidita, bradykinéza, chůze na omezenou vzdálenost, ztráta úplné soběstačnosti, ...
- stadium 5 – neschopnost stoje a chůze, úplná závislost na trvalé péči druhé osoby, ...

Poznámka. (Opavský, 2003, s. 81)

Další možnost pro hodnocení neurologických projevů PN je hodnocení podle Webstera z roku 1968 (Webster, 1968), které je znázorněno v Obrázku 2.

Obrázek 2

Hodnocení podle Webstera

I.	Bradykinéza rukou – včetně psaní	0–3
II.	Rigidita	0–3
III.	Držení těla (postura)	0–3
IV.	Souhyby horních končetin	0–3
V.	Chůze	0–3
VI.	Tremor	0–3
VII.	Mimika (grimasování)	0–3
VIII.	Seborea	0–3
IX.	Řeč	0–3
X.	Soběstačnost	0–3

Sumární hodnocení:

- 0–10 bodů – počáteční parkinsonské symptomy
- 11–20 bodů – středně vyjádřená symptomatika
- 21–30 bodů – těžké postižení

Poznámka. (Opavský, 2003, s. 81)

Unifikovaná škála pro hodnocení PN (UPRDS, Unified Parkinson's Disease Rating scale) je často využívána lékaři pro hodnocení disability pacienta s PN. Má šest základních kategorií a při hodnocení progresu lze využívat pouze vybrané kategorie škály pro úsporu času. Existuje také novější verze této škály (Keus et al., 2014; Kolář, 2009).

Dále existují jednotlivé dotazníky, škály a testy na hodnocení stability, chůze, transferů, manuální zručnosti, fyzické kondice a také hodnotící zamrznutí při chůzi či strachu z pádů (Keus et al., 2014). Nevýhoda některých dotazníků je především časová náročnost (Maetzler et al., 2016). V této diplomové práci však budou popsány pouze ty testy, které jsou dále využity v praktické části.

1.2.2 Progrese symptomů

V mírném stadiu nemoci jsou symptomy unilaterální (Mirelman et al., 2019; Vila et al., 2021). Mezi motorické příznaky značící progresi nemoci patří především poruchy chůze. Poruchy chůze jsou podrobněji popsány v dalších kapitolách. U pacientů s PN se později často objevují pády, které mohou způsobit prolongovanou hospitalizaci. Strach z pádů může způsobit sníženou pohybovou aktivitu, která může vyústit v úplnou inaktivitu (Keus et al., 2014). Pohybová inaktivita je u zdravé populace jedním z hlavních důvodů rozvoje velkého množství chronických onemocnění, jako například inzulinová rezistence či osteoporóza. Inaktivita je u zdravé populace také následkem častějších pádů a řídnutí kostí (Booth et al., 2012).

Výše zmíněná osteoporóza je jeden z přidružených problémů pacientů s PN. Může být důvodem častých fraktur kyčelních kloubů, pokud u pacienta dojde k pádu (Bhattacharya et al., 2012). Geriatrická křehkost je pokles zdraví podmíněný vícero faktory. Vztah mezi PN a geriatrickou křehkostí je v poslední době více studován. Je zjištěna spojitost mezi křehkostí a ženským pohlavím, depresí, závislostí na jiné osobě v aktivitách denního života (Activities of Daily Living – ADL), vyšším stadiem dle H&Y a vyšším UPDRS skóre. Křehkost také koreluje s opakujícími se pády. Je důležité také zmínit, že křehkost se může objevit i u mladších pacientů s PN (McMillan et al., 2021).

Další zmiňovanou komplikací u pacientů s PN je zvýšená únavnost, která je jedním z vysoce omezujících faktorů pro ADL. S progresí nemoci se únavnost také významně zvyšuje oproti stejně starým zdravým subjektům (Ongre et al., 2021). V rámci non-motorických příznaků se v pozdějších stadiích nemoci objevuje močová inkontinence, poruchy sexuálních funkcí, demence a může se objevit i deprese (Keus et al., 2014). Pravidelný delší spánek u pacientů s PN je také spojen s poklesem kognitivních funkcí a mortalitou (Keener et al., 2018).

1.2.3 Rozdíly progrese nemoci mezi pohlavím

Obecně se PN vyskytuje 1,5x častěji u mužů než u žen. Ženy mají také pozdější průměrný začátek nemoci o jeden a půl roku (Elbaz et al., 2016). Japonská studie autorského kolektivu Sato et al. (2006) zjistila, že ženy jsou také rizikovější pro rychlejší progresi nemoci do stadia 3 dle

H&Y. U žen se také dřív objevují motorické komplikace jako například freezing (Sato et al., 2006). Naproti tomu muži udávají horší Health-Related Quality of Life (HRQoL) a více symptomů deprese než ženy (Abraham et al., 2023).

1.2.4 Efekt fyzioterapie na progresi PN

Dle systematické review z roku 2021 má dlouhodobá fyzioterapie pozitivní efekt na motorické symptomy PN, a to i v OFF stavu (Okada et al., 2021). Systematická review z roku 2023 však pozitivní vliv cvičení na progresi PN nepodporuje. Autoři tvrdí, že důkazy jsou v tomto ohledu limitovány a do budoucnosti je třeba ve studiích lépe diferencovat efekty různého typu a objemu cvičení na různá stadia PN (Li et al., 2023). Obecně pro všechna stadia PN má však fyzioterapie za cíl podporu soběstačnosti a pohybové aktivity, zmírnění progresy symptomů a snížení rizika pádu pomocí tréninku stability a pohybových strategií (Keus et al., 2014).

1.3 Mortalita

Obecně platí, že pacienti s PN mají zvýšenou mortalitu oproti zdravé populaci (Fall et al., 2003; Posada et al., 2011). Studie z roku 2003 uvádí 12,8 roku jako průměrnou délku nemoci ukončenou smrtí. Je třeba však přihlídnout k faktu, že pacienti s PN jsou většinou vyššího věku. Dle jedné studie je zápal plic nejhojnější příčinou úmrtí pacienta s PN, pokud je pacient trvale upoután na lůžko či vozík (Fall et al., 2003). Pro západní Evropu zase platí, že nejčastější příčina úmrtí pacienta s PN je kardiovaskulární onemocnění. Pokud je k PN přidružena i demence, znamená to pro pacienty vyšší úmrtnost (Posada et al., 2011).

2 VLIV PANDEMIE COVID-19 NA ŽIVOT PACIENTŮ S PN

Pandemie nemoci COVID-19 vypukla v prosinci 2019. COVID-19 je infekční onemocnění způsobené koronavirem SARS-CoV-2. Do rizikové skupiny pro vážný průběh nemoci patří pacienti nad 60 let a lidé s přidruženými komorbiditami jako je vysoký krevní tlak, diabetes mellitus a dalšími chronickými onemocněními (World Health Organisation [WHO], 2023). Pacienti s PN mají často přidružené komorbidity jako například rigidita respiračních svalů či zhoršený kašlací reflex, což může podpořit závažnost průběhu nemoci (Putri et al., 2021). Další komorbidity jsou například hypertenze, obezita, diabetes mellitus, astma a podobné (Jaiswal et al., 2021).

Přibližně 32 % pacientů s neurologickým onemocněním, do kterých patří i PN, zaznamenalo zhoršení svých symptomů jako následek prodělání nemoci COVID-19 (Kubota & Kuroda, 2021). Systematická review z roku 2021 taktéž udává zhoršení motorických symptomů PN jako následek prodělání nemoci COVID-19 a procentuálně se články liší s hodnotami od 19 % do 100 %. U výše zmíněných motorických symptomů se jedná o bradykinezi, poruchy chůze a tremor. Mortalita hospitalizovaných pacientů s PN na COVID-19 se pohybuje od 5,7 % až po 100 %. Dlouhodobé dopady pandemie COVID-19 na nervový systém pacientů s PN však zatím nejsou známy (Jaiswal et al., 2021).

Důvodem dalšího ovlivnění pacientů s PN pandemií COVID-19 bylo sociální distancování. V roce 2020 se na východě Číny konala studie v podobě dotazníků pro pacienty s PN. Jako největší problém byla stanovena nemožnost pravidelné návštěvy lékaře, rehabilitačních center a účasti na sociálních aktivitách. Zmiňuje se zde také nutnost změny medikační dávky pacientem z důvodu nedostatečné dostupnosti léků. Toto vedlo ke zhoršení symptomů nemoci (Guo et al., 2020).

Autoři další studie, která se zaměřila na nemotorické symptomy pacientů s PN, zjistili, že se symptomy jako apatie a anhedonie zmírnily. Tento výsledek je překvapivý, ale úzce souvisí s typem vyšetřovaných pacientů. Všichni zúčastnění pacienti byli v domácí péči zdravotního personálu a nemuseli docházet na rehabilitaci. Díky pandemii COVID-19 cítili menší sociální tlak a užívali si jednodušší a pomalejší život doma. Bohužel se však nejedná o reprezentativní vzorek pacientů s PN (D'Iorio et al., 2022). Ve studii z roku 2023 se u pacientů s PN zhoršil jediný symptom, a to právě apatie a dle autorů to nebylo přímo ovlivněno pandemií COVID-19, ale spíše progresí nemoci. Sběr dat proběhl dvakrát s odstupem čtyř let a srovnávaly se výsledky před a během pandemie. Deprese a úzkost zůstaly nezměněny (Kinger et al., 2023). Naopak studie z roku 2020 udává, že pacienti pociťovali zhoršení ve stresových a úzkostlivých stavech a zhoršení deprese (Shalash et al., 2020). Rozporuplné výsledky zhoršení či zlepšení non-

motorických symptomů u pacientů s PN jsou popsány také v systematické review z roku 2022. Důvodem je heterogenita respondentů a také subjektivní hodnocení pacienta při vyplňování dotazníků, které využívala většina rozebíraných studií (Nabizadeh et al., 2022).

Motorické symptomy jsou rozebírány v systematické review z roku 2022. U všech sedmi studií zaměřených na pacienty s PN bylo zjištěno snížení fyzické aktivity kvůli omezením spojenými s pandemií COVID-19 (Abasiyanik et al., 2022).

Snížení objemu fyzické aktivity během pandemie oproti stavu před pandemií zaznamenalo také více než 75 % respondentů z Brazílie. Více než 60 % respondentů muselo přerušit další terapeutické intervence zahrnující návštěvy logopedie, psychologie a podobně (Silva-Batista et al., 2021). Většina pacientů měla strach z návštěvy lidmi přeplněných míst jako například nemocnice či ambulance. Udávali také, že je pandemie ochudila o adekvátní fyzioterapii a došlo u nich ke snížení fyzické aktivity (Martini et al., 2022).

Hodnocení motorických symptomů PN probíhá například pomocí testu Berg Balance Scale nebo testu Timed Up and Go testu (TUG). Jedna ze studií potvrdila zhoršení dosaženého skóre v obou testech po šesti měsících při srovnání skupin měřených před pandemií a během ní (Shalash et al., 2022).

Pandemie pomohla také rozvoji telerehabilitace. Druhy telerehabilitace jsou různé, například lze využít virtuální reality či videoher, videohovorů nebo inerciálních senzorů. Limitace však mohou být v symptomech jako například třes při ovládní programu nebo freezing při chůzi. Limitací pro indikaci telerehabilitace je také stadium nemoci, kdy většina programů a studií vylučuje pacienty s PN ve stadiu 4 a 5 dle H&Y. Důležité jsou také zachované kognitivní funkce pacienta. Telerehabilitace oproti prezenční terapii je naopak výhodná jako úspora času a financí pro pacienta i terapeuta, možnost častější evaluace terapie a větší adherence a konzistence pacientů k terapii. Obecně lze telerehabilitaci pro počáteční stadium PN doporučit (Bianchini et al., 2022; Flynn et al., 2023; Vellata et al., 2021).

3 ANALÝZA CHŮZE PACIENTŮ S PN

3.1 Analýza poruch chůze pomocí inerciálních senzorů

Chůze je velmi stereotypní pohyb, který lze díky tomu dobře analyzovat. Analýzu je dobré provádět s určitým cílem a s využitím do klinické praxe. Například jako nástroj vyhodnocení progresu nemoci či terapeutického efektu. Vyplývá z toho také fakt, že ne všechny parametry chůze by měly být měřeny a vyhodnocovány. Měly by být vybrány ty, které mají určitý význam pro měřeného pacienta nebo terapii (Maetzler et al., 2016). Poté by měly být změřené parametry porovnány s výsledky klinických testů jako je například TUG (Bouça-Machado et al., 2020). Analýza by také měla být prováděna vždy ve stejných podmínkách. Rozdíl ve výsledcích může zavinit rozdílné obutí pacientů, chůze naboso či jiný povrch, na kterém test probíhá (Pau et al., 2018).

3D kamerová analýza je brána jako zlatý standard analýzy chůze (Chen et al., 2013). Je však velmi časově a finančně náročná a vyžaduje laboratorní prostředí. Analýza chůze pomocí inerciálních senzorů je naproti tomu časově i místně výhodnější a může probíhat i v domácím prostředí (Bonanno et al., 2023; Jakob et al., 2021).

Analýzu chůze pomocí inerciálních senzorů a kamerových systémů hodnotila studie Kluge et al. (2017) a zjistili výbornou test-retest reliabilitu jednotlivých měření se senzory. Byly použity dva senzory a umístěny na botu přímo pod laterální malleolus. Bohužel se této studii účastnili pouze čtyři pacienti s PN v mírném stadiu nemoci, proto autoři studie uznávají, že při těžším stadiu nemoci by výsledky měření mohly vypadat jinak (Kluge et al., 2017).

Na technickou validitu inerciálních senzorů vůči 3D kamerové analýze se zaměřila také německá studie, která měřila 37 probandů s PN. Parametry jako rychlost chůze, délka kroku, trvání dvojkroku a míjení nohy ve švihové fázi byly schopny odlišit pacienta s PN od zdravého jedince pomocí obou způsobů analýzy, ale pouze od stadia 3 dle H&Y a dále (Jakob et al., 2021). Jedním z parametrů změněným již v brzkých stádiích nemoci jsou pohyby trupu a horních končetin. Pro pozorování vymizení souhybů horních končetin a pohyb trupu „en block“ místo fyziologické rotace je však třeba využít senzory i pro trup a horní polovinu těla (Zampieri et al., 2010).

Diagnostikou PN na základě rozpoznání vzorce chůze se zabývala pilotní studie z roku 2013. Data byla sbírána pomocí gyroskopů, akcelometrů a vložek do bot s tlakovými senzory umístěných na obuvi pacienta. Jako pozitivní hodnotili autoři objektivnost měření při klasifikaci jednotlivých stadií PN dle H&Y a schopnost správně klasifikovat pacienta s PN či zdravého jedince

s úspěšností nad 80 %. Tato analýza by měla být brána jako doplnění globálního klinického vyšetření či potvrzení diagnózy (Klucken et al., 2013).

Inerciální senzory lze využít i při detekci freezingu. Dle systematické review dosahuje senzitivita 73-100 % a specifická 67-100 %. Je však nutné podotknout, že freezing se může objevovat v mnoha podobách a autoři studií, z nichž se senzitivita a specifická vypočítávala, započítávali pouze delší epizody freezingu. Pro detekci pádů zatím nejsou dostatečná data (Silva de Lima et al., 2017). Další možnost pro detekci rizika pádů je analýza počtu kroků v otočce a rychlosti otáčení (Mirelman et al., 2019).

Existuje velké množství různých druhů inerciálních senzorů pro analýzu chůze. Liší se mimo jiné počtem a umístěním senzorů, hmotností, množstvím zaznamenávaných dat a velikostí paměti (Channa et al., 2020).

Nové studie se zaměřují na analýzu chůze u pacientů s PN mimo laboratoř a pro lepší přenositelnost výsledků do reálného života se měří při pacientových aktivitách denního života. Sběr dat probíhá přes den neustále a pacient má za úkol kdykoliv během dne provést různou rychlostí tři pokusy 10MWT. Algoritmus pak tyto pokusy rozpozná a vyhodnotí (Ullrich et al., 2021, 2023). Studie se také zaměřují na rozdílnost parametrů chůze doma a mimo domov pro pacienty s PN. Výsledky shrnuje systematická review z roku 2021, jejíž autoři vidí v rozboru dat naměřených v pacientově každodenním prostředí možnost mít komplexnější a ucelenější výsledky. Také upozorňují, že je díky tomu prodloužena doba sledování pacienta s PN, což je výhodné z důvodu například raritních epizod freezingu či ON/OFF fenoménu (Sica et al., 2021). Pilotní studie z roku 2020 ukazuje rozdílné výsledky při měření chůze v prostorech nemocnice a v domácím prostředí pacienta s PN. Chůze měřená v domácím prostředí je pomalejší než v nemocničním prostředí. Doma dělají pacienti s PN kratší kroky a je více přítomna šouravá chůze. Zejména v užších prostorech se chůze ještě zpomaluje (Gaßner et al., 2020).

Výzkum se zaměřuje i na automatickou detekci pozice inerciálních senzorů. Při vyšetřování chůze pacienta bez dohledu odborníka se může senzor mírně posunout a ovlivnit tak měřená data. Autoři studie navrhují připevnit senzor na nárt, kde nedojde k častému zavadění o objekty v prostoru jako je tomu například při umístění senzoru na laterální straně boty (Maier et al., 2013).

Inerciální senzory se využívají také pro hodnocení TUG a 6 Minute Walk Test (6MWT) (E. Smith et al., 2016; Storm et al., 2020). TUG s využitím inerciálních senzorů se nazývá iTUG. Tento způsob testování nabízí další relevantní data než jen časový údaj (Uem et al., 2016). S technologickým pokrokem a vývojem algoritmů, které výsledky vyhodnocují, je tendence přesunout tradiční funkční testy do domácího prostředí. Například pro TUG existuje varianta bez dohledu vyšetřujícího (uTUG), kterou pacient provádí v kteroukoliv denní dobu v domácím

prostředí. Test má vysokou senzitivitu, bohužel však nízkou specificitu, na které však autoři studie již vznesli návrhy na zlepšení (Tavares et al., 2023).

Důležité je také vzít v úvahu komfort při použití jednotlivých přístrojů a senzorů. Jednoduchost při přípravě měření a jasné instrukce pro používání v domácím prostředí jsou nutné, protože systémy budou často využívány staršími lidmi z různých sociálních oblastí (Sica et al., 2021).

Hodnocení progresu motorických symptomů přístrojovou technikou a inerteními senzory nabízí lékařům a fyzioterapeutům objektivní data a zpřesňuje tak jejich vyšetření (Lu et al., 2020). Nelze však plně prokázat efektivnost v diagnostice a terapii ve všech aspektech u pacientů s PN. Problém je ve vysoké heterogenitě studií a malému počtu probandů s PN (Mate et al., 2023).

3.2 Poruchy chůze u pacientů s PN

Poruchy chůze jsou jedním z nejvíce omezujících symptomů PN. Obecně při srovnání poruch chůze pacientů u jednotlivých stadií PN dochází při progresi nemoci ke zpomalení rychlosti chůze a ke zvýšení kadence chůze (Vila et al., 2021).

Ve stadiu 1 a 2 dle H&Y dochází ke snížení rychlosti chůze a zvýšení variability chůze oproti stejně starým zdravým jedincům. Dále jsou charakteristické nedostatečné synkinézy horních končetin a asymetrické motorické příznaky. Také začínají poruchy posturální stability i dual-taskingu.

Ve stadiu 3 dle H&Y je přítomno další zhoršení výše zmíněných symptomů, přidává se posturální instabilita a postupně se vyrovnává počáteční asymetrie příznaků. Je zvýrazněna bradykineze a dochází ke zvýšení kadence. Chůze má šouravý charakter a jedinci mají často problém s iniciací pohybu. Objevují se festinace, freezing a pády.

Ve stadiu 4 a 5 dle H&Y jsou časté výskyty freezingu a zhoršuje se posturální stabilita a rovnováha. Postupně dochází ke zhoršení všech kvalit chůze a pro přesuny je třeba využít invalidní vozík (Mirelman et al., 2019).

V rámci chůzových parametrů se tedy jedná o sníženou rychlost chůze, sníženou délku dvojkroku, zkrácenou dobu švihové fáze, zvýšenou dobu trvání dvojkroku a zvýšenou dobu trvání fáze dvojí opory (Bouça-Machado et al., 2020). S postupnou progresí nemoci se snižuje také výška zvednutí nohy od podložky. V tomto parametru byl nalezen rozdíl také mezi pacienty ve stadiu nemoci 1 dle H&Y a kontrolní skupinou, je to tedy parametr, který je ovlivněn již v brzkých stadiích nemoci. Délka kroku se jeví jako jeden z možných parametrů, díky kterému by bylo možné hodnotit progresi PN (Welzel et al., 2021).

Obecně je chůze pacientů s PN charakteristická nedostatečnými synkinézami horních končetin spolu s flekčním držením trupu a semiflexí v kolenních a loketních kloubech (Kolář, 2009). Rozsah pohybu souhybu horních končetin při chůzi je zmenšen asi o 7° oproti zdravé populaci (Navarro-López et al., 2022). Je také zmenšen rozsah pohybu v kyčlích a chůze bývá označena jako šouravá (Levine et al., 2012). Dále je narušena schopnost axiální rotace a pacienti se otáčejí „en block“ (Mirelman et al., 2019).

Pacienti s PN mají také poruchu dual-taskingu, tedy provádění určité aktivity současně s chůzí. Pokud jsou i tak schopni provádět aktivitu současně s chůzí, často to negativně ovlivňuje časoprostorové parametry chůze (Yamada et al., 2020). Poruchy chůze také souvisí se stárnutím. Obecně se se zvyšujícím věkem (přibližně od 60 let) rychlost chůze zpomaluje a zkracuje se délka kroku. Na rozdíl od typické chůze pacienta s PN však dochází ke snížení kadence (Levine et al., 2012). Oproti zdravé stárnoucí populaci ve stejném věku jsou změny v chůzi u pacientů s PN spojeny s vyšší variabilitou chůze (di Biase et al., 2022; Mirelman et al., 2019). Variabilita chůze je charakteristika chůze, která vyjadřuje kolísání časoprostorových parametrů krok vůči kroku. Ukazuje právě tu nekonzistenci v provádění jednotlivých kroků a zvyšuje se s progresí nemoci (M. D. Smith et al., 2021).

Poruchy chůze se mohou dělit na kontinuální a epizodické. Kontinuální poruchy jsou přítomny v určitém časovém období (měsíců či roků), dají se předvídat a dochází u nich k určité progresi. Tento teoretický model není však vždy pravdivý, protože v praxi se míra poruchy chůze může lišit u pacienta například v ON a OFF stavu. Mezi kontinuální poruchy patří snížená rychlost chůze, vymizení synkinéz horních končetin a snížení délky kroku. Epizodické poruchy chůze se objevují nepředvídatelně a vyvinout strategie pro jejich zvládnutí je proto velmi náročné. Jedná se například o festinace či freezing (Giladi et al., 2013; M. D. Smith et al., 2021). Existují různé kompenzační strategie, které pomáhají pacientům s PN k plynulejší chůzi či při freezingu. Jedná se například o vnější a vnitřní podněty či představování si pohybu v mysli. Nejčastěji jde o sluchový či vizuální podnět (Nonnekes et al., 2019).

Poruchy chůze výrazně zvyšují pacientovu závislost na jiných osobách (Maetzler et al., 2016) a jsou asociované se sníženou HRQoL (Channa et al., 2020; Schlachetzki et al., 2017). Poruchy chůze mohou být také způsobeny přidruženými komorbiditami jako například periferní neuropatie či osteoartróza. Progresi nemoci může také ovlivňovat subtyp nemoci. TD subtyp má progresi nemoci pomalejší i přes dřívější vypuknutí nemoci. Pacienti s PIGD subtypem mají často pomalejší chůzi, kratší kroky a vysokou tendenci k pádu (Mirelman et al., 2019).

Minimální detekovatelná změna (MDC) je hodnota, která určuje nejmenší možný rozdíl mezi jednotlivými hodnotami, který lze považovat za větší než je chyba měření (Keus et al., 2014). Pro chůzi pacientů s PN je MDC 0,18 m/s pro běžnou rychlost a pro rychlou chůzi je to

hodnota 0,25 m/s (Steffen & Seney, 2008). MDC pro kadenci je 15,1 kroků za minutu pro běžnou rychlost chůze a 17,4 kroků za minutu pro rychlou chůzi. Tyto hodnoty byly však stanoveny pomocí zrakového pozorování výzkumníků (Lang et al., 2016). Další hodnoty MDC pro chůzi u populace s PN chybí (Robinson et al., 2019). Minimální klinicky důležitá změna (MCID) je hodnota, která ukazuje nejmenší možnou změnu mezi dvěma měřeními, kterou zaznamenává i pacient nebo vyšetřující například v symptomech jedince. Zatím neexistuje standardní způsob výpočtu této hodnoty (Keus et al., 2014; Mishra et al., 2024). Studie kolektivu Baudendistel et al. (2024) popisuje hodnoty MCID pro běžnou chůzi u pacientů s PN. Pro rychlost chůze je MCID 0,08 m/s a pro délku kroku 0,03 m (Baudendistel et al., 2024).

3.3 Analýza chůze systémem RehaGait

Systém RehaGait byl vyvíjen v letech 2012-2015 v Německu. Prvotním cílem vývojářů byl přístroj, který je schopen vydávat akustickou či vibrační zpětnou vazbu a dává tím pacientovi najevo odchylku od ideálního stereotypu chůze a s jeho pomocí možnost ho upravit. Pokud pacient úpravu zvládne, odměnou je motivující a pozitivní zpětná vazba od systému. Přístroj byl koncipován jak pro domácí terapii, tak i jak nástroj pro vyhodnocení pokroku terapie (Glöckner et al., 2015).

Senzory systému RehaGait Analyzer Pro se stávají z triaxiálního akcelerometru, triaxiálního gyroskopu a triaxiálního magnetometru (HASOMED, 2016). Kombinace těchto tří složek je výhodná hlavně pro analýzu chůze. Tyto přístroje mají výhodu, že jsou malé a lehké a neomezují proto probandy při pohybu během sběru dat (Celik et al., 2021). Výsledky měření chůze jsou ihned zpracovány a zobrazeny v tabletu v aplikaci RehaGait. Výsledek měření je zobrazen na Obrázku 3.

Obrázek 3

Výsledné hodnoty měření běžné rychlosti chůze pomocí systému RehaGait Analyzer Pro

Parameter	Left	Right	Reference value
Basic parameters			
Measurement duration		9.37 s	--
Analysed steps	4	6	--
Analysed distance		3.85 m	--
Stride duration		1.06 s	0.99..1.23 s
Stride length		0.77 m	0.97..1.31 m
Velocity		0.73 m/s	--
Cadence		113.54 /min	96.54..110.21 /min
Foot touch		Heel foot	--
Pronation type	Neutral	Overpronation	--
Variability			
Gait cycle variability spatial		21.79	0.00..2.73
Gait cycle variability time		7.97	0.00..2.62
Gait phases general			
Stance	61.51 %	66.77 %	57.31..64.15 %
Swing	38.49 %	33.23 %	35.90..41.90 %
Single support	33.23 %	38.49 %	35.90..41.90 %
Double support	17.00 %	31.32 %	9.49..13.38 %
Angles			
Heel strike angle	15.32 °	7.79 °	12.99..24.22 °
Toe off angle	-32.95 °	-43.73 °	-57.90..-34.72 °
Min. Ankle joint angle	-8.57 °	-10.03 °	-30.43..-7.33 °
Max. Ankle joint angle	10.50 °	7.23 °	5.57..17.34 °
Min. Knee joint angle	-0.31 °	-0.34 °	-6.66..-0.80 °
Max. Knee joint angle	39.83 °	31.20 °	34.17..50.72 °
Min. Hip joint angle	-16.47 °	-26.56 °	-35.40..-21.27 °
Max. Hip joint angle	5.47 °	9.28 °	1.09..11.07 °

Poznámka. (Archiv autorky, 2023)

Validita a reliabilita dvousenzorového systému RehaGait pro časoprostorové chůzové parametry byla hodnocena pomocí srovnání s běžeckým pásem Zebris. Senzory systému RehaGait umístěné na botách (pozice nárt – laterální) lehce nadhodnocují délku a dobu dvojkroku a mírně podhodnocují kadenci. Rychlost chůze změřená systémem RehaGait se takřka shoduje s nastavením rychlosti na pásu. Systém je validní a reliabilní hlavně pro chůzi po rovině (Donath et al., 2016).

Systém RehaGait byl poté využit ve vzorku 15 seniorů se zvýšeným rizikem pádu a pěti pacientů s PN. Testy pro hodnocení úspěšnosti terapie byly TUG a 10MWT. Nejčastější parametr, který byl systémem vyhodnocován jako nejvíce vzdálený od normy, byl úhel iniciálního kontaktu paty. Tento parametr byl také využit pro akustickou či vibrační zpětnou vazbu, která byla systémem sdělována pacientovi při provádění testu. Výzkum trval tři dny a obě skupiny pacientů během toho vykazovaly schopnost zlepšovat vybrané parametry pokus od pokusu. Testy pro hodnocení úspěšnosti terapie (TUG, 10MWT) však zlepšení neukázaly, důvodem může být krátké trvání terapie či malá baterie testů pro hodnocení úspěšnosti. Především pacienti s PN byli však dle dotazníku po ukončení výzkumu se systémem RehaGait všeobecně spokojeni (Glöckner et al., 2015).

V literatuře je dvousenzorový systém RehaGait využit například pro měření parametrů chůze vztahujícím se ke strachu z pádu u pacientů s PN. Parametr délky kroku byl dán do souvislosti se strachem z pádu spolu se sníženou rychlostí chůze (Prell et al., 2022).

Také pomocí něho lze měřit efekt určitého typu terapie na chůzové parametry. U pacientů s PN je v jedné studii hodnocena úspěšnost terapie Lee Silvermann Voice Treatment-BIG® therapy po dobu čtyř týdnů s četností čtyřikrát až pětkrát týdně. Systémem RehaGait byla měřena chůze po rovném povrchu ve vzdálenosti 10 metrů (m) pacientovi příjemným tempem před a po ukončení bloku terapií. Do studie byl počítán průměr hodnot pacienta ze tří pokusů. Signifikantně narostla extenze v kyčelním kloubu a díky tomu došlo k prodloužení kroku a zvýšení rychlosti chůze (Matsushima et al., 2022).

Systém RehaGait byl také využit pro reedukaci chůze u pacientů po centrální mozkové příhodě, pacientů s nekompletním spinálním zraněním a seniorů. Všichni pacienti absolvovali tři terapie na základě zpětné vazby systému. Největšího zlepšení bylo dosaženo po první terapii a stav se dále neměnil. Parametry, na které se tato studie zaměřila, byly úhel nohy a země při iniciálním kontaktu paty, délka kroku, délka oporné fáze a délka švihové fáze. Pro zpětnou vazbu byl vždy individuálně vybrán parametr, který měl největší odchylku od normy. Zpětná vazba vybraného parametru v reálném čase může být dle této studie výborný způsob pro úpravu abnormalit chůze (Schließmann et al., 2018).

Parametr HRQoL tedy hodnocení kvality života na základě zdravotního stavu u chronicky nemocných pacientů je zkoumán i na pacientech s PN. Nebyla však nalezena významná korelace při hodnocení HRQoL a kinematických parametrů chůze na 20 m v laboratorním prostředí pomocí systému RehaGait se třemi senzory (na obuvi a v oblasti bederní páteře ve výšce čtvrtého bederního obratle). Autoři navrhují při opakování studie prodloužit délku analyzované chůze a změnit prostředí pro měření (Bettecken et al., 2017).

Firma HASOMED vydala prohlášení platné od prosince 2021, že produkt RehaGait Analyzer Pro nebude dále vyrábět (HASOMED, 2021).

3.4 Klinické testy pro hodnocení chůze a rovnováhy

3.4.1 10 Metre Walk Test

10 Metre Walk Test (10MWT) je často využívaný test pro měření rychlosti chůze u pacientů s PN. Standardně se měří ve dvou variantách, běžnou a subjektivně maximální rychlostí chůze. Pro každou z těchto variant se měří tři pokusy, které se pak průměrují. Měření probíhá na 14 m, na kterých je kuželi označen start, 2 m, 12 m a cíl. Měřený časový úsek je tedy mezi kuželem na 2 a 12 m. Pokud je při provedení 10MWT běžnou rychlostí rychlost chůze pomalejší

než 1,1 m/s, je to spojeno s rizikem možných pádů v budoucnosti (Lindholm et al., 2018). 10MWT má vysokou test-retest reliabilitu pro pacienty s PN jak pro variantu s pohodlnou rychlostí chůze, tak i se subjektivně maximální rychlostí chůze (Combs et al., 2014). Pro stadia PN 2-3 dle H&Y není nutné pro běžnou chůzi měřit vícero pokusů. Při dodržení identických podmínek při provádění dalšího testu jsou výsledky stejné (Lindholm et al., 2018).

10MWT má definované různé hodnoty MDC pro různé rychlosti provedení testu. Při pohodlné rychlosti provedení je MDC 0,18 m/s a při rychlém provedení jde o 0,24 m/s při hodnocení pacientů ve stadiu 1-4 dle H&Y (Keus et al., 2014). Autoři studie o větším počtu pacientů s PN uvádí nižší hodnoty MDC. Pro pohodlné provedení 10MWT je to 0,09 m/s a pro rychlou variantu je to 0,13 m/s (Combs et al., 2014).

3.4.2 6 Minute Walk Test

6MWT je test objektivně hodnotící vzdálenost, kterou pacient ujde po rovném povrchu za dobu šesti minut. Cílem testu je ujít co největší vzdálenost. Měření probíhá na 30 m dlouhé chodbě a začátek a konec úseku je označen kužely. Je možné také využít chodbu dlouhou 20 nebo 50 m. Pacient může při testu využívat své obvyklé kompenzační pomůcky a měl by mít na sobě vždy stejnou obuv. Vyšetřující musí dodržovat formulace a povzbuzovat pacienta vždy stejně. Pro stanovení úrovně námahy je doporučeno využít Borgovu škálu (6-20) (Keus et al., 2014; Neumannová et al., 2015).

6MWT má také výbornou reliabilitu u pacientů s PN (Moore et al., 2018; Steffen & Seney, 2008). Pro 6MWT u pacientů ve stadiu 1–4 dle H&Y je hodnota MDC 82 m (Keus et al., 2014).

3.4.3 Timed Up and Go

TUG slouží jako test hodnotící funkční mobilitu. Začíná vsedě na židli. Po odstartování proband vstane ze židle, ujde tři metry ke kuželu, otočí se a jde zpět k židli. Čas se stopuje až po dosednutí probanda na židli (Keus et al., 2014). TUG má další tzv. single-task variantu, a to provedení testu subjektivně maximální rychlostí chůze. Dále se jedná o tzv. dual-task variantu. Při testu je zároveň prováděn motorický nebo kognitivní úkol. U motorické varianty pacient drží hrnek nebo sklenici s vodou a při kognitivním úkolu často odečítá náhodné číslo od 100 a nahlas říká výsledky (E. Smith et al., 2016).

U TUG testu je signifikantní rozdíl v rychlosti provedení mezi zdravou populací a pacienty s PN (di Biase et al., 2022). TUG má vysokou test-retest reliabilitu (Huang et al., 2011). Základní verze TUG, která je často měřena ručními stopkami, však není senzitivní nástroj na zjištění abnormalit u chůze u mírného stadia PN (Zampieri et al., 2010). Studie z roku 2016 proto

doporučuje subjektivně maximální rychlost provedení kognitivní varianty TUG jako výhodný nástroj pro detekci pohybových nedostatků u raných stadií PN (Uem et al., 2016).

Pro test TUG prováděný běžnou rychlostí chůze v rámci pacientů s PN v mírném až středním stadiu nemoci je hodnota MDC 3,5 sekund (s) (Huang et al., 2011). Různé zdroje uvádí různé MDC pro TUG test běžnou rychlostí u pacientů ve stadiu 1-3 dle H&Y. Hodnoty MDC jsou v rozmezí od 0,67 s po 4,85 s (Keus et al., 2014).

3.4.4 Five Times Sit-to-Stand Test

Jeden z funkčních testů pro hodnocení svalové síly dolních končetin a rizika pádu je Five Times Sit-to-Stand Test (FTSST). Výsledkem testu je čas potřebný na co nejrychlejší vykonání pěti sednutí a zvednutí se ze židle. Při začátku testu pacient sedí na židli s područními opěrkami, která má sedadlo přibližně 45 centimetrů (cm) od země (Muñoz-Bermejo et al., 2021). Zde se provedení testu déle než 16 s dává do souvislosti s vyšším rizikem pádů (Whitney et al., 2005). FTSST má výbornou reliabilitu měření (Muñoz-Bermejo et al., 2021; Paul et al., 2012).

Pro test FTSST se pro stadia 1–3 dle H&Y jedná o hodnotu MDC 10,3 s (Petersen et al., 2017).

3.4.5 Functional Reach Test

Dalším testem je Functional Reach Test (FRT), který je zaměřen na hodnocení semistatické rovnováhy. Pacient stojí vzpřímeně bokem u zdi. Jeho úkolem je dosáhnout co nejdále svojí předpaženou horní končetinou, avšak za předpokladu udržení stabilní pozice zbytku těla. Předpažená končetina se nesmí dotýkat zdi. Výsledek je změřen krejčovským metrem. Pokud výsledná hodnota přesáhne 25,4 cm, pacient se ocitne mimo rizikovou skupinu na pády. Když však výsledek činí méně než 15 cm, riziko pro pád je vysoké (Behrman et al., 2002; Brusse et al., 2005). Hodnota MDC je pro FRT 11,5 cm (Lim et al., 2005).

3.4.6 360 Degree Turn Test

360 Degree Turn Test (360 DTT) je test pro vyšetření dynamické rovnováhy. Test spočívá v otočení se kolem osy svého těla. Je zaznamenán čas a počet kroků. Pro pacienty s PN je ideální provést otočku do 3,8 s (Schenkman et al., 2011). V dostupné literatuře se však výsledky pohybují od 2 do 43 s (Soyuer et al., 2018). Pacienti s PN dělají kratší a pomalejší otočku s větším počtem kroků (Sica et al., 2021). Právě počet kroků může dále pomoci při rozdělení pacientů na subtypy. Subtyp PIGD bude mít větší počet kroků a bude potřebovat delší čas k provedení testu na rozdíl od TD subtypu (Prime et al., 2018).

4 CÍLE

4.1 Hlavní cíl

Sledování vybraných charakteristik chůze a klinických testů u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců.

4.2 Výzkumné otázky a hypotézy

VO1: Jaký je rozdíl mezi prvním a druhým měřením s časovým odstupem 13-18 měsíců ve vybraných charakteristikách chůze u pacientů s Parkinsonovou nemocí naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro při chůzi po rovině běžnou rychlostí? (Vybrané charakteristiky chůze: trvání dvojkroku, délka dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stejné fáze levé dolní končetiny (LDK) a pravé dolní končetiny (PDK), švihové fáze LDK a PDK, jednooporové fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK, časová a prostorová variabilita chůzového cyklu.)

H₀₁: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časových charakteristikách chůze (trvání dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stejné fáze, švihové fáze, jednooporové fáze, dvouoporové fáze) u pacientů s PN při chůzi po rovině běžnou rychlostí.

H₀₂: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v prostorových charakteristikách chůze (délka kroku) u pacientů s PN při chůzi po rovině běžnou rychlostí.

H₀₃: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časové a prostorové variabilitě chůze u pacientů s PN při chůzi po rovině běžnou rychlostí.

VO2: Jaký je rozdíl mezi prvním a druhým měřením s časovým odstupem 13-18 měsíců ve vybraných charakteristikách chůze u pacientů s Parkinsonovou nemocí naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí?

(Vybrané charakteristiky chůze: trvání dvojkroku, délka dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stejné fáze LDK a PDK, švihové fáze LDK a PDK, jednooporové fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK, časová a prostorová variabilita chůzového cyklu.)

H₀4: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časových charakteristikách chůze (trvání dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stojné fáze, švihové fáze, jednooporové fáze, dvouoporové fáze) u pacientů s PN při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí.

H₀5: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v prostorových charakteristikách chůze (délka kroku) u pacientů s PN při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí.

H₀6: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časové a prostorové variabilitě chůze u pacientů s PN při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí.

VO3: Jaký je rozdíl mezi prvním a druhým měřením vybraných klinických testů u pacientů s Parkinsonovou nemocí s časovým odstupem 13-18 měsíců?

(Vybrané klinické testy: TUG, 10MWT, 6MWT, FTSST, FRT, 360 DTT)

H₀7: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením u rychlosti chůze naměřené při testech 10MWT u pacientů s PN.

H₀8: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením u doby trvání testu při provádění TUG, FTSST a 360 DTT u pacientů s PN.

H₀9: Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením u naměřené vzdálenosti při testu FRT a 6MWT u pacientů s PN.

5 METODIKA

Zadání diplomové práce byla schváleno vedoucím pracoviště a Etickou komisí FTK UP (Příloha 1). Výzkumná část se uskutečnila v RRR Centru Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Sběr dat probíhal od ledna 2021 do října 2023. Jde o follow-up studii. Převedená data se mnou sbírala kolegyně Mgr. Vitová.

Od září 2022 do února 2024 bylo vyhledáno 110 relevantních studií a článků v elektronických databázích PubMed, Elsevier, ResearchGate a Google Scholar. Byly využity různé kombinace klíčových slov: Parkinson's disease, gait analysis, RehaGait, spatiotemporal parameters, inertial sensor, wearable sensor, symptom progression, TUG, 6MWT, 10MWT, FRT, FTSST, 360 DTT. Jako rozšiřující znaky byly použity *, AND, OR, NOT.

5.1 Charakteristika výzkumného souboru

Celkově se výzkumu účastnilo 10 probandů. Jednalo se o sedm mužů a tři ženy. Všichni zúčastnění probandi byli na konci výzkumu ve stadiu 2-3 dle H&Y, přesněji ve stadiu 2 dle H&Y byly tři jedinci a ve stadiu 3 dle H&Y bylo sedm jedinců. Průměrný věk probandů ve výzkumu byl $66 \pm 9,9$ let. Průměrná délka onemocnění byla $14 \pm 5,9$ let. Farmakoterapie byla přítomna u všech probandů a hluboká mozková stimulace u pěti pacientů. Kompenzační pomůcky využívali tři probandi. Freezing se objevoval u pěti probandů. Pravidelnou pohybovou aktivitu či účast na individuální a skupinové fyzioterapii mělo sedm probandů.

Kritéria pro zařazení do výzkumu byla:

- věk 46 a více let
- diagnostikovaná Parkinsonova nemoc ve stadiu 1-3 dle H&Y
- stabilní stav
- schopnost ujít samostatně alespoň 15 m (možnost využít kompenzační pomůcku)
- orientovanost jedince a schopnost porozumět a vykonat fyzioterapeutovy pokyny
- podepsání informovaného souhlasu (Příloha 2)

Kritéria pro vyřazení z výzkumu byla:

- vysoká disabilita v důsledku PN
- jiná dekompenzovaná onemocnění
- jiná neurodegenerativní onemocnění
- operace a závažná zranění dolních končetin v posledním roce

- neschopnost spolupráce s fyzioterapeutem
- nepodepsání informovaného souhlasu (Příloha 2)

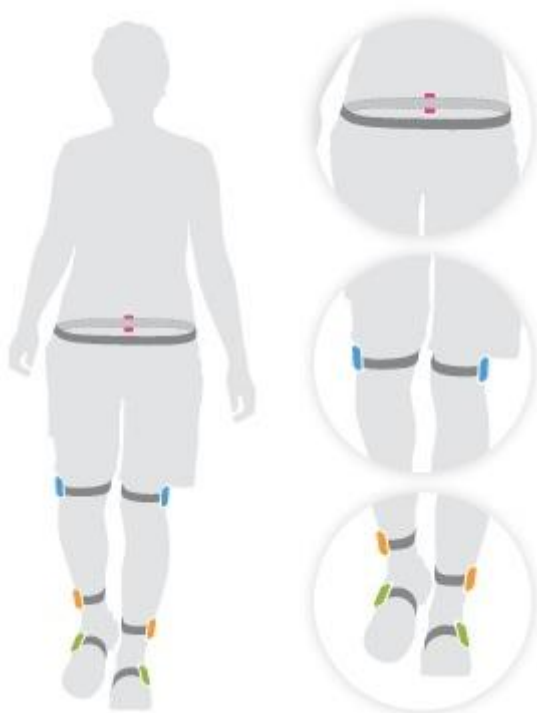
5.2 Průběh měření

Měření probanda bylo zahájeno odebráním anamnestických dat a podpisem informovaného souhlasu (Příloha 2). Dále následovalo měření chůze systémem RehaGait Analyzer Pro a poté byly provedeny klinické testy.

Měření probíhalo v dopoledních či brzkých odpoledních hodinách a vždy v ON stavu. Probandi měli možnost měření kdykoliv přerušit či ukončit. Pokud nebylo možné zajistit bezpečnost pacienta při chůzi bez kompenzační pomůcky, měření následně probíhala s dopomocí pomůcky.

Obrázek 4

Umístění senzorů systému RehaGait Analyzer Pro



Poznámka. (HASOMED, 2016)

Měření systémem RehaGait Analyzer Pro probíhalo na chodbě RRR centra. Senzory systému RehaGait Analyzer Pro je třeba připevnit na končetiny a trup na předem definovaná místa. Senzory se připevňují na obuv (pozice nárt – laterální), nad hlezenní klouby (pozice holeň

– laterální), nad kolenní klouby (pozice stehno – laterální) a do oblasti bederní páteře ve výšce čtvrtého bederního obratle (pozice páteř – dorzální). Schématické umístění senzorů lze vidět na Obrázku 4.

Probandi měli na sobě uzavřenou obuv vlastního výběru a pohodlné oblečení. Kalibrace systému RehaGait Analyzer Pro proběhla za dvou situací. Pro kalibraci systému bylo třeba, aby proband zvládl 10 s bez hnutí stát. Poté byl po dobu dalších 10 s v sedu na židli prováděn záklon trupu a flexe jedné z končetin, která byla držena v 90° flexi v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu. Končetiny byly tímto způsobem střídány po dobu kalibrace.

Samotné měření probíhalo na chodbě RRR Centra o délce 20 m. Pacient šel třikrát svojí pohodlnou rychlostí chůze a třikrát subjektivně maximální rychlostí chůze. Měřená vzdálenost chůze systémem byla 10-15 m. Mezi jednotlivými pokusy byla možnost odpočinku a pacient si mohl sednout na židli. Proband mohl využít kompenzační pomůcky, pokud nebylo možné zajistit bezpečnost chůze bez berlí. Vyšetřující sledoval pacienta v těsném závěsu a zajišťoval tak bezpečnost probanda. U žádného z probandů se při měření neobjevil freezing či jiné epizodické poruchy chůze. U dvou probandů byl problém s délkou fixačních pásek pro senzor a jeho umístění na botě z důvodu velkého nebo malého obvodu nohy. Fixační pásky a senzory jsou zobrazeny na Obrázku 5.

Obrázek 5

Senzory systému RehaGait Analyzer Pro



Poznámka. (Archiv autorky, 2023)

Systém RehaGait Analyzer Pro hodnotí velké množství charakteristik chůze. Pro porovnání jednotlivých měření byly vybrány následující charakteristiky: trvání dvojkroku, délka dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stojné fáze LDK a PDK, švihové fáze LDK a PDK, jednooporové fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK, časová a prostorová variabilita chůzového cyklu.

Klinické testy byly prováděny v laboratoři a na chodbě RRR Centra. Jednalo se o čtyři varianty TUG testu, dále FRT, FTSST, 360 DTT, 10MWT v běžné a rychlé variantě a 6MWT. Jako první byl vyšetřován standardní TUG, u kterého je hodnocena chůze běžnou rychlostí. Následovala rychlá varianta TUG testu, kdy se proband snaží o subjektivně maximální rychlost chůze. Další byl na řadě manuální TUG, kdy proband nesl hrnek naplněný vodou. Jeho úkolem bylo zvládnout test co nejrychleji a zároveň nevylít vodu z hrnku. Poslední varianta je kognitivní TUG, při které má proband za úkol nahlas odečítat například číslo 7 od 100. V každé z těchto variant byl měřen čas vykonání testu. Po krátké pauze se měřily dva pokusy FTSST a proband byl instruován, aby test provedl co nejrychleji a pokusil se nepoužít horní končetiny pro dopomoc. Následovalo měření FRT u stěny pomocí upevněného krejčovského metru. Každý proband měl vždy dva pokusy. V laboratoři byl vyšetřován také 360 DTT. Začínalo se otočkou doleva a byly provedeny vždy dva pokusy, které byly zprůměrovány. Následovaly dvě měření otočky doprava.

Na chodbě RRR centra byla dále vyšetřována varianta 10MWT běžnou chůzí. Pacient startoval pohyb dva metry před začátkem měřené části. Měřená vzdálenost 10 m byla označena kužely. Byly změřeny tři pokusy běžnou rychlostí, následovala krátká pauza a navazovalo měření tří pokusů subjektivně maximální rychlostí. Na závěr byl změřen 6MWT na dráze dlouhé 20 m na chodbě RRR centra. Začátek a konec dráhy byl označen kužely a proband byl upozorněn, aby se v otočce nezastavoval. Pokud by bylo třeba odpočinku, proband měl možnost usednout na židli. Během testu byla pomocí prstového oxymetru sledována saturace a tepová frekvence a hodnoty byly průběžně zapisovány dle standardního vyšetření testu. Po dokončení testu byl proband tázan na úroveň dušnosti a vnímaného úsilí dle Borgovy škály dušnosti (0-10) a Borgovy škály vnímaného úsilí (6-20) při provádění testu. Také byl zaznamenán čas, za který se tepová frekvence probanda vrátila do stavu před testem.

5.3 Statistické zpracování dat

Výsledky měření a charakteristiky výzkumného souboru byly zpracovány do tabulky. Statistické zpracování těchto dat provedla Mgr. Lucia Bizovská, Ph.D. v programu Statistica. Byl využit neparametrický Wilcoxonův test z důvodu malého počtu probandů. Hladina statistické významnosti byla stanovena jako $p \leq 0,05$.

6 VÝSLEDKY

6.1 Výzkumná otázka VO1

Jaký je rozdíl mezi prvním a druhým měřením s časovým odstupem 13-18 měsíců ve vybraných charakteristikách chůze u pacientů s Parkinsonovou nemocí naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro při chůzi po rovině běžnou rychlostí? (Vybrané charakteristiky chůze: trvání dvojkroku, délka dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stojné fáze LDK a PDK, švihové fáze LDK a PDK, jednooporové fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK, časová a prostorová variabilita chůzového cyklu.)

Tabulka 1

Porovnání mediánů vybraných charakteristik chůze naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců při chůzi po rovině běžnou rychlostí (n=10)

Vybrané charakteristiky chůze	První měření – medián	Druhé měření – medián	p
Trvání dvojkroku [s]	1,03	1,11	0,109
Délka kroku [m]	1,13	1,07	0,374
Rychlost chůze [m/s]	1,06	0,98	0,202
Kadence [krok/minutu]	116,39	107,63	0,074
Stojná fáze LDK [%]	64,02	64,85	0,386
Stojná fáze PDK [%]	63,42	64,95	0,241
Švihová fáze LDK [%]	35,97	35,14	0,386
Švihová fáze PDK [%]	36,57	35,04	0,241
Jednooporová fáze LDK [%]	36,55	35,04	0,241
Jednooporová fáze PDK [%]	35,99	36,21	0,878
Dvouoporová fáze LDK [%]	14,29	16,57	0,092
Dvouoporová fáze PDK [%]	14,03	15,68	0,284
Časová variabilita chůze [%]	2,71	2,50	0,798
Prostorová variabilita [%]	3,87	2,42	0,284

Poznámka. p – hodnota statistické významnosti; *p ≤ 0,05.

Při využití neparametrického Wilcoxonova testu a stanovení statisticky významné hladiny o hodnotě $p \leq 0,05$ nedošlo ve výzkumném souboru (n = 10) ke zjištění statisticky významného rozdílu mezi prvním a druhým měřením chůze po rovině běžnou rychlostí. Výsledky měření a

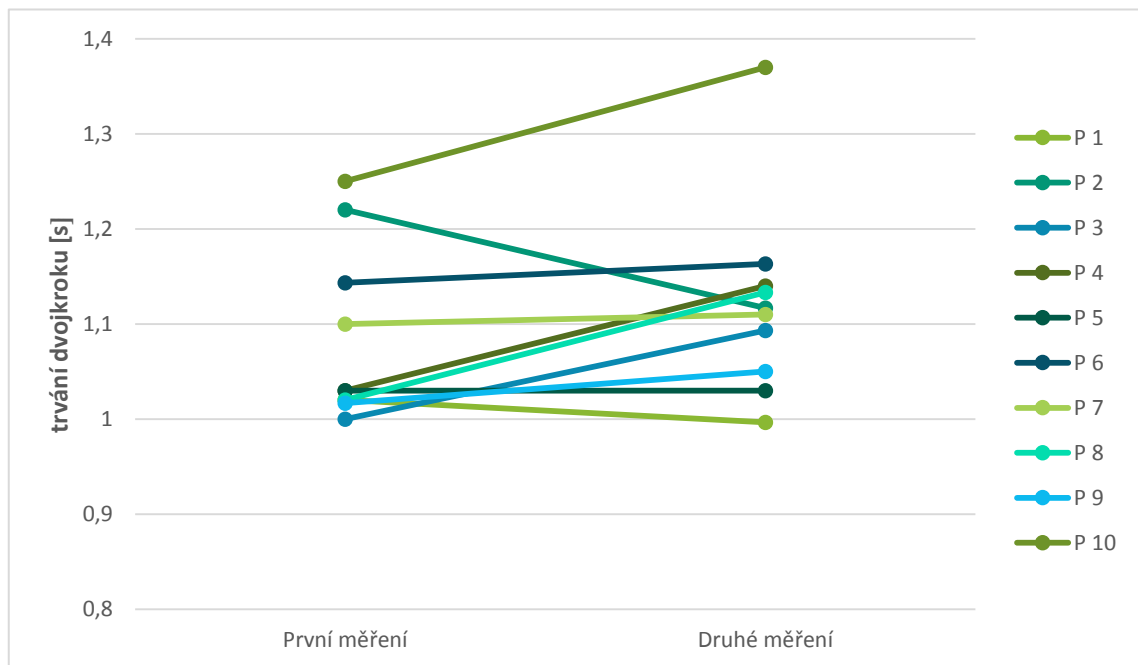
hodnoty hladiny statistické významnosti p jsou znázorněny v Tabulce 1. Tabulka 1 je pro přehlednost zkrácena a plné zobrazení tabulky i s hodnotami kvartilů je dostupné v Příloze 6.

Při porovnání hodnot mediánů došlo ke zvýšení naměřených hodnot u trvání dvojkroku, stejné fáze LDK a PDK, jednooporové fáze PDK a dvouoporové fáze LDK i PDK mezi prvním a druhým měřením. K poklesu hodnot došlo u zbylých charakteristik.

V Grafech 1-4 lze pozorovat změnu průměrů vybraných chůzových charakteristik u jednotlivých probandů s časovým odstupem 13-18 měsíců.

Graf 1

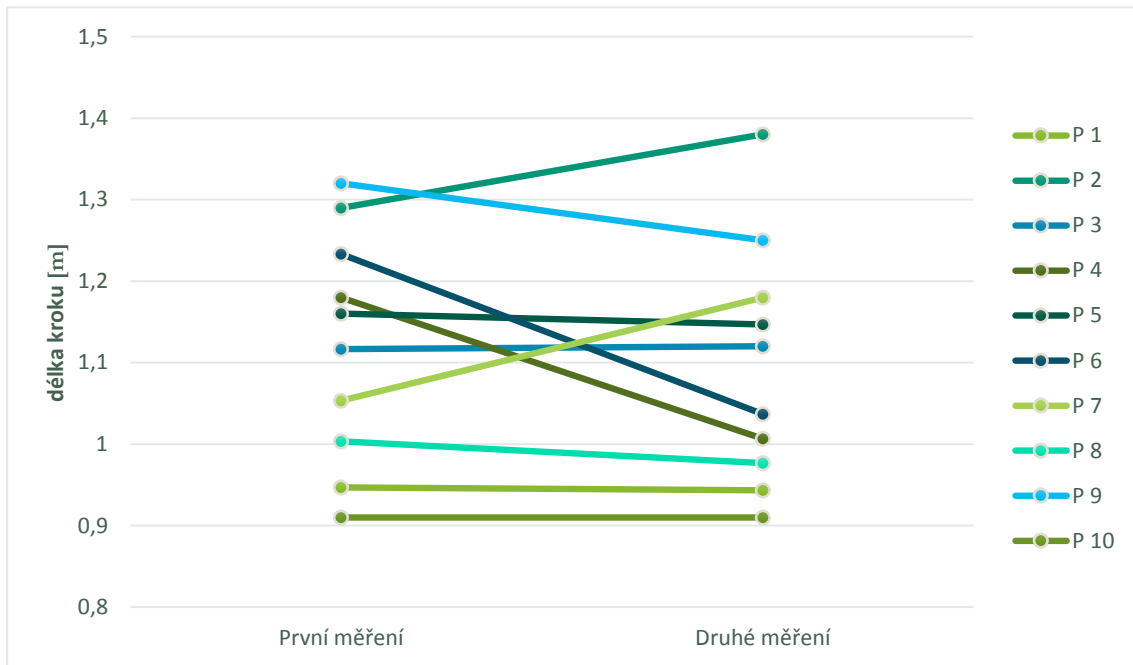
Porovnání průměrných hodnot trvání dvojkroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

Graf 2

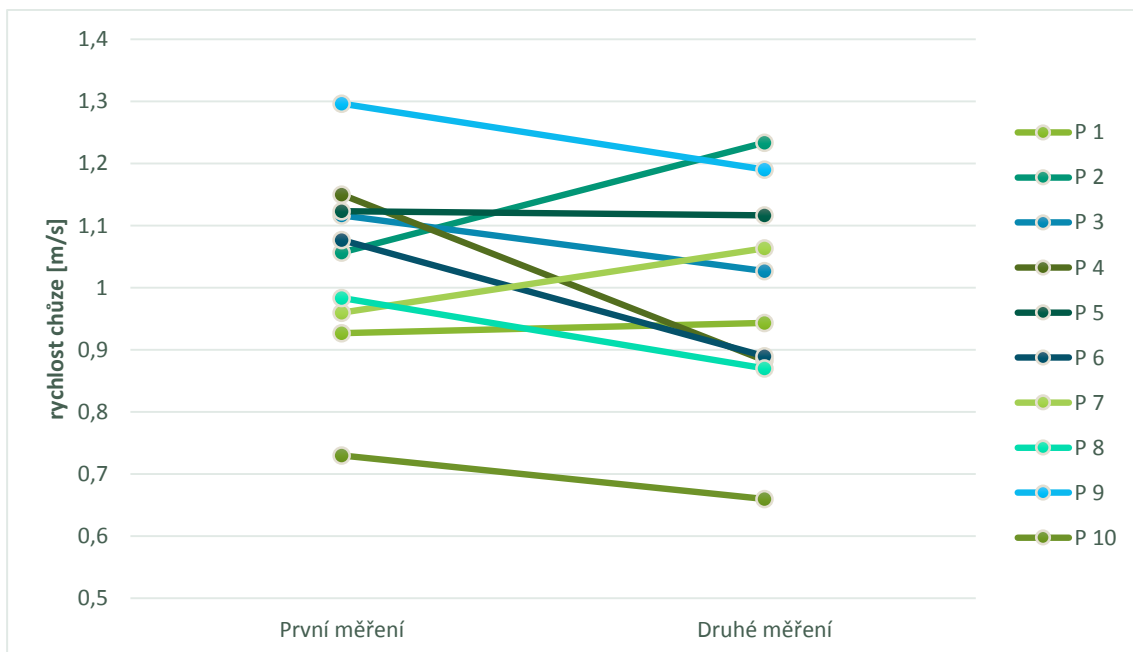
Porovnání průměrných hodnot délky kroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

Graf 3

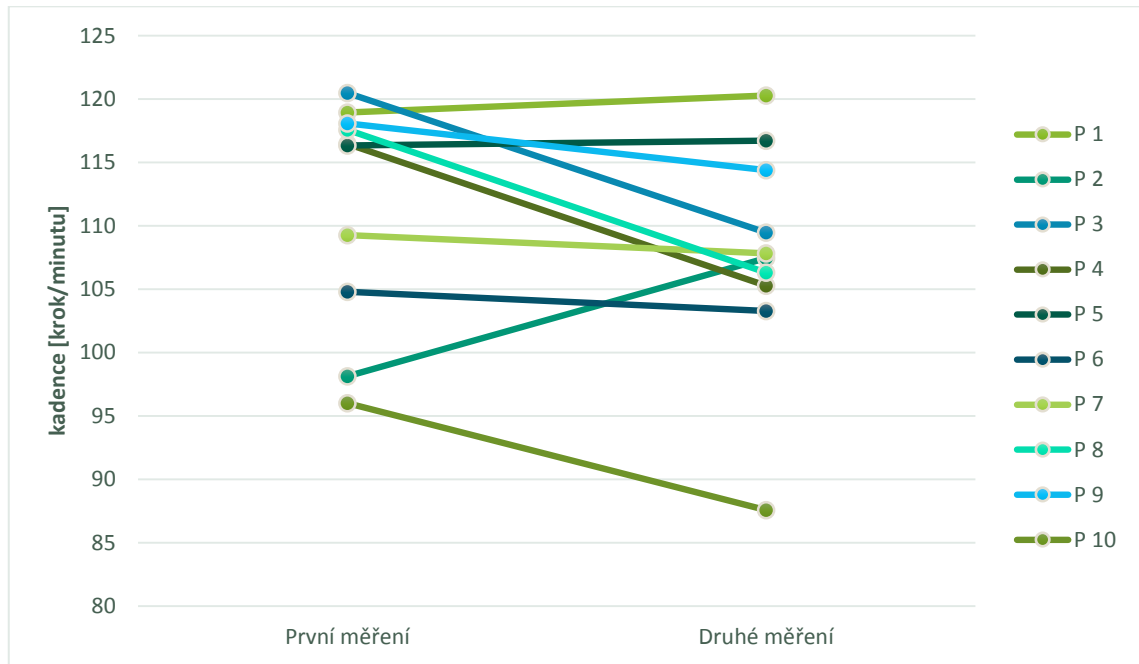
Porovnání průměrných hodnot rychlostí chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

Graf 4

Porovnání průměrných hodnot kadence chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

6.1.1 Hypotéza H_{01}

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časových charakteristikách chůze (trvání dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stejné fáze, švihové fáze, jednooporové fáze, dvouoporové fáze) u pacientů s PN při chůzi po rovině běžnou rychlostí.

U žádného z parametrů chůze jako trvání dvojkroku, rychlost chůze, kadence, stejná fáze, švihová fáze, jednooporová fáze, dvouoporová fáze nebyl nalezen statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti ($p \leq 0,05$). Hypotézu H_{01} nelze zamítnout.

6.1.2 Hypotéza H_{02}

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v prostorových charakteristikách chůze (délka kroku) u pacientů s PN při chůzi po rovině běžnou rychlostí.

U parametru délky kroku nebyl nalezen statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti ($p \leq 0,05$) mezi prvním a druhým měření. Hypotézu H_{02} nelze zamítnout.

6.1.3 Hypotéza H₀₃

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časové a prostorové variabilitě chůze u pacientů s PN při chůzi po rovině běžnou rychlostí.

U časové ani prostorové variability chůze nebyl nalezen statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti ($p \leq 0,05$) mezi prvním a druhým měření. Hypotézu H₀₃ nelze zamítnout.

6.2 Výzkumná otázka VO2

Jaký je rozdíl mezi prvním a druhým měřením s časovým odstupem 13-18 měsíců ve vybraných charakteristikách chůze u pacientů s Parkinsonovou nemocí naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí? (Vybrané charakteristiky chůze: trvání dvojkroku, délka dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stojné fáze LDK a PDK, švihové fáze LDK a PDK, jednooporové fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK, časová a prostorová variabilita chůzového cyklu.)

Při využití neparametrického Wilcoxonova testu a stanovení statisticky významné hladiny o hodnotě $p \leq 0,05$ nedošlo ve výzkumném souboru ($n = 10$) ke zjištění statisticky významného rozdílu mezi prvním a druhým měřením chůze po rovině subjektivně maximální rychlostí. Výsledky měření a hodnoty hladiny statistické významnosti p jsou znázorněny v Tabulce 2.

Tabulka 2

Porovnání mediánů vybraných charakteristik chůze naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí (n=10)

Vybrané charakteristiky chůze	První měření – medián	Druhé měření – medián	p
Trvání dvojkroku [s]	0,93	0,95	0,575
Délka kroku [m]	1,30	1,25	0,959
Rychlost chůze [m/s]	1,40	1,39	0,721
Kadence [krok/minutu]	128,49	126,86	0,575
Stojná fáze LDK [%]	61,74	62,90	0,878
Stojná fáze PDK [%]	60,37	64,92	0,092
Švihová fáze LDK [%]	38,25	37,10	0,878
Švihová fáze PDK [%]	39,62	35,08	0,092

Jednooporová fáze LDK [%]	39,60	35,89	0,092
Jednooporová fáze PDK [%]	38,31	38,31	0,721
Dvouoporová fáze LDK [%]	11,31	14,36	0,074
Dvouoporová fáze PDK [%]	11,91	14,66	0,441
Časová variabilita chůze [%]	2,98	2,89	0,798
Prostorová variabilita [%]	5,39	5,65	0,959

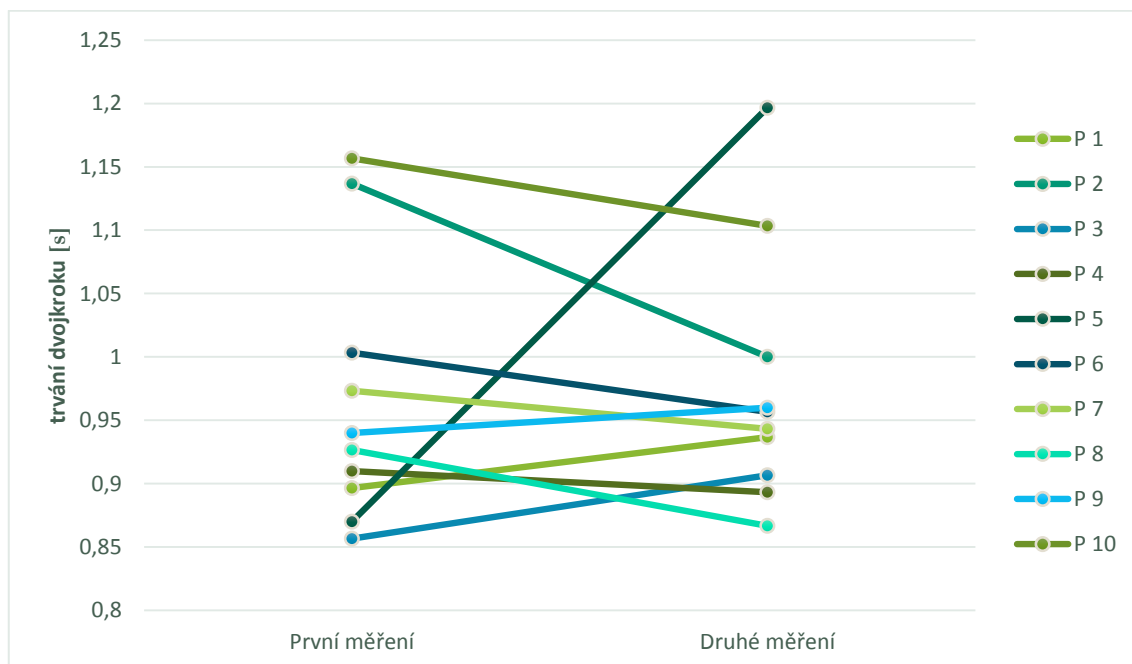
Poznámka. p – hodnota statistické významnosti; *p ≤ 0,05.

Při porovnání hodnot mediánů došlo ke zvýšení u trvání dvojkroku, stejné fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK a prostorové variability chůze. U zbylých charakteristik došlo ke snížení změřených hodnot mediánů. Tabulka 2 je pro přehlednost zkrácena a plné zobrazení tabulky i s hodnotami kvartilů je dostupné v Příloze 7.

V Grafech 5-8 lze pozorovat změnu průměrů vybraných chůzových charakteristik u jednotlivých probandů s časovým odstupem 13-18 měsíců.

Graf 5

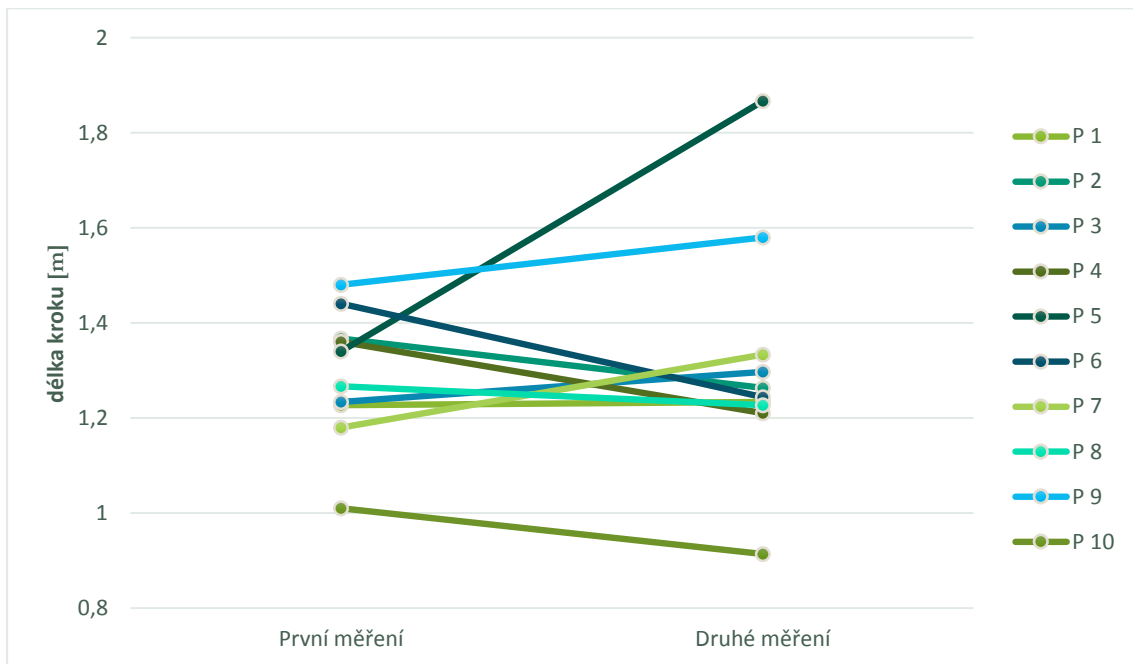
Porovnání průměrných hodnot trvání dvojkroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

Graf 6

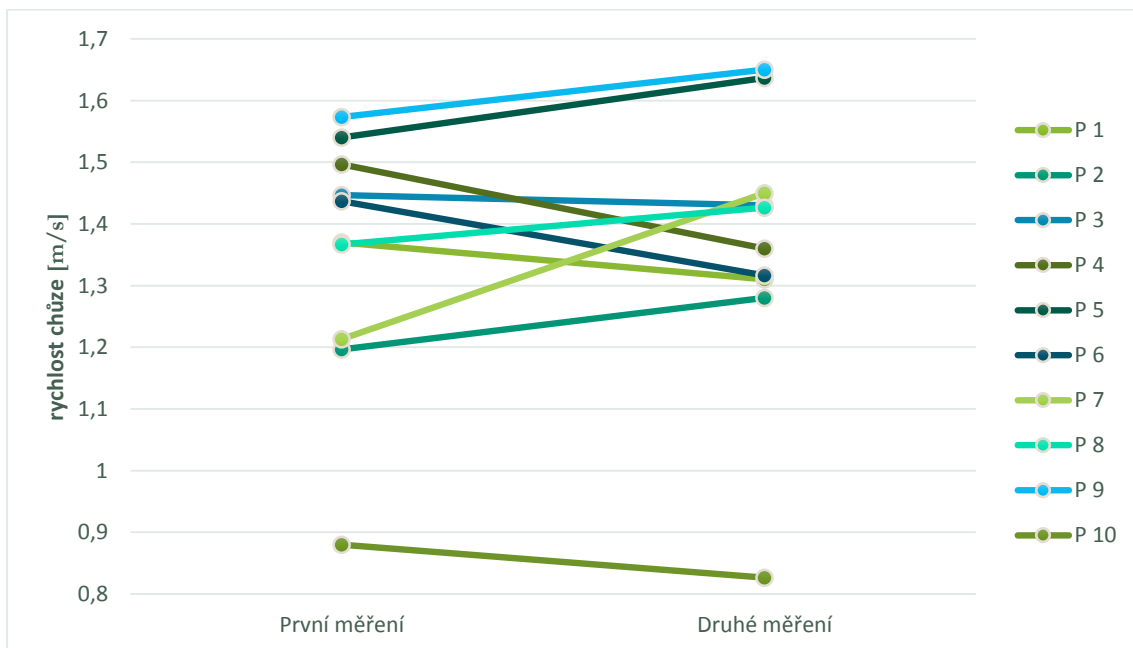
Porovnání průměrných hodnot délky kroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

Graf 7

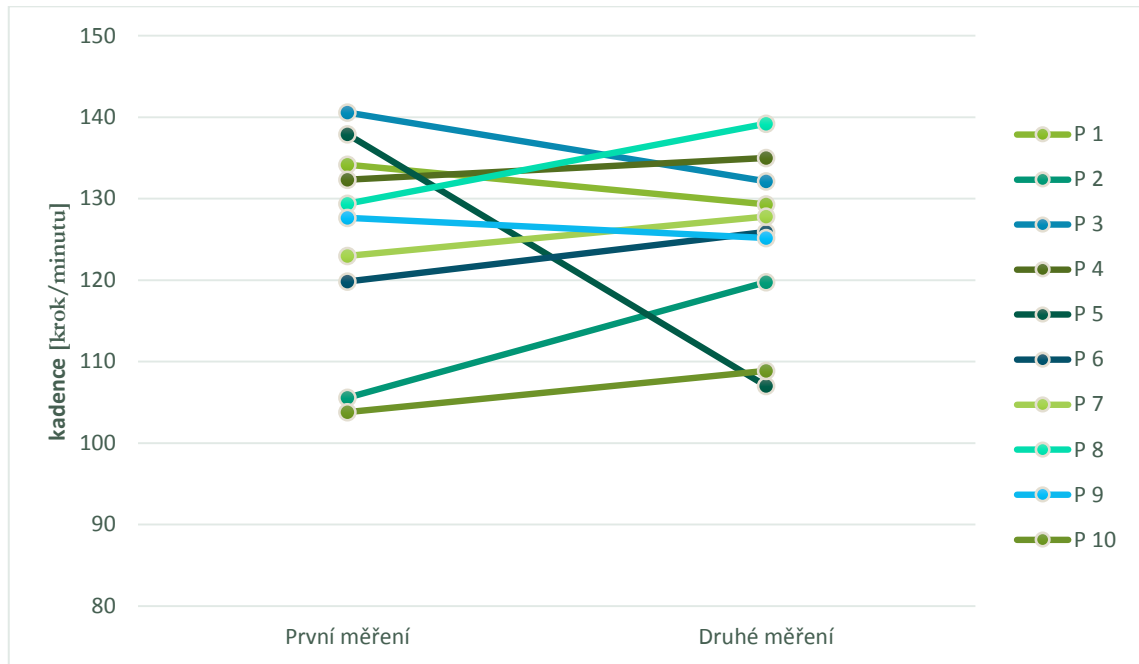
Porovnání průměrných hodnot rychlosti chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

Graf 8

Porovnání průměrných hodnot kadence chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze



Poznámky. P – proband

6.2.1 Hypotéza H₀₄

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časových charakteristikách chůze (trvání dvojkroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stejné fáze, švihové fáze, jednooporové fáze, dvouoporové fáze) u pacientů s PN při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí.

U žádného z parametrů chůze jako trvání dvojkroku, rychlost chůze, kadence, stejná fáze, švihová fáze, jednooporová fáze, dvouoporová fáze nebyl nalezen statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti ($p \leq 0,05$). Hypotézu H₀₄ nelze zamítnout.

6.2.2 Hypotéza H₀₅

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v prostorových charakteristikách chůze (délka kroku) u pacientů s PN při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí.

U parametru délky kroku nebyl nalezen statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti ($p \leq 0,05$) mezi prvním a druhým měřením. Hypotézu H₀₅ nelze zamítnout.

6.2.3 Hypotéza H₀₆

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením v časové a prostorové variabilitě chůze u pacientů s PN při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí.

U časové ani prostorové variability chůze nebyl nalezen statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti ($p \leq 0,05$) mezi prvním a druhým měření. Hypotézu H₀₆ nelze zamítnout.

6.3 Výzkumná otázka VO3

Jaký je rozdíl mezi prvním a druhým měřením vybraných klinických testů u pacientů s Parkinsonovou nemocí s časovým odstupem 13-18 měsíců? (Vybrané klinické testy: TUG, 10MWT, 6MWT, FTSST, FRT, 360 DTT.)

Tabulka 3

Porovnání mediánů vybraných klinických testů u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců (n=10)

Klinické testy	První měření – medián	Druhé měření – medián	p
TUGS [s]	8,12	9,08	0,858
TUGR [s]	7,12	6,61	0,386
TUGM [s]	8,85	7,14	0,207
TUGK [s]	10,95	10,16	0,262
10MWTS [m/s]	1,08	1,26	0,085
10MWTR [m/s]	1,62	1,78	0,015*
6MWT [m]	405	465	0,028*
FTSST [s]	11,76	9,57	0,202
FRT [cm]	29	21	0,050*
360 DTT L [s]	4,8	2,31	0,007*
360 DTT P [s]	4,78	2,13	0,007*

Poznámka. TUG – Timed Up and Go, varianta S – standardní, R – rychlá, M – manuální, K – kognitivní; 10MWT – 10 Metre Walk Test, varianta S – standardní, R – rychlá; 6MWT – 6 Minute Walk Test; FTSST – Five Times Sit to Stand Test; FRT – Functional Reach Test; 360 DTT – 360 Degree Turn Test, varianta L – doleva, P – doprava; p – hodnota statistické významnosti; * $p \leq 0,05$, prvního měření klinických testů se účastnilo pouze 9 probandů.

Při využití neparametrického Wilcoxonova testu a stanovení statisticky významné hladiny o hodnotě $p \leq 0,05$ došlo ke zjištění statisticky významného rozdílu mezi prvním a druhým měřením ve výzkumném souboru ($n = 10$) u rychlé varianty 10MWT, 6MWT, FRT a 360 DTT doprava i doleva. Výsledky měření a hodnoty hladiny statistické významnosti p jsou znázorněny v Tabulce 3. Tabulka 3 je pro přehlednost zkrácena a plné zobrazení tabulky i s hodnotami kvartilů je dostupné v Příloze 8.

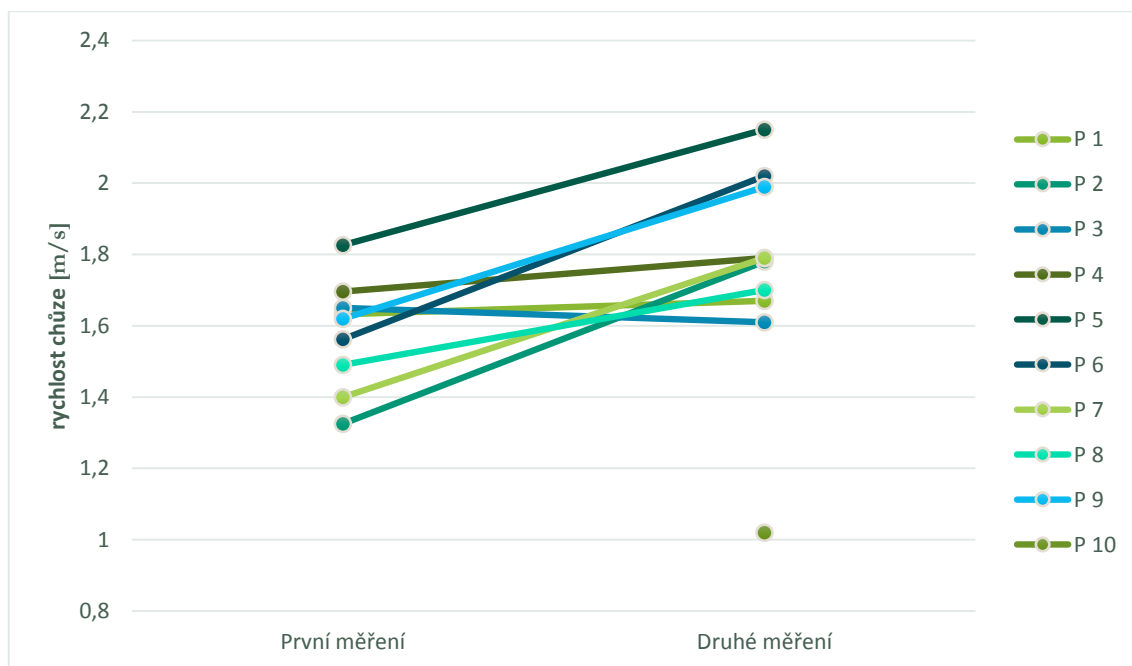
V případě standardní varianty TUG došlo ke zhoršení času při druhém měření oproti prvnímu. U rychlé, manuální i kognitivní varianty TUG bylo druhé měření rychlejší než první měření. U 10MWT prováděného běžnou i subjektivně maximální rychlostí chůze bylo taktéž dosaženo zlepšení času u druhého měření. Ve druhém měření 6MWT byla změřena větší vzdálenost než u prvního měření. Naopak pokles hodnot při druhém měření zaznamenaly testy FTSST, FRT a 360 DTT v obou variantách.

6.3.1 Hypotéza H_07

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením u rychlosti chůze naměřené při testech 10MWT u pacientů s PN.

Graf 9

Porovnání průměrných rychlostí chůze změřených v rychlé variantě 10MWT pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření



Poznámky. P – proband

U standardní varianty 10MWT nedošlo ke statisticky významnému rozdílu hodnot. U rychlé varianty 10MWT je změna statisticky významná (Tabulka 3). Hypotézu H_07 nelze zamítnout. Změna hodnot u rychlé varianty 10MWT je zobrazena na Grafu 9. Proband 10 se účastnil pouze druhého měření.

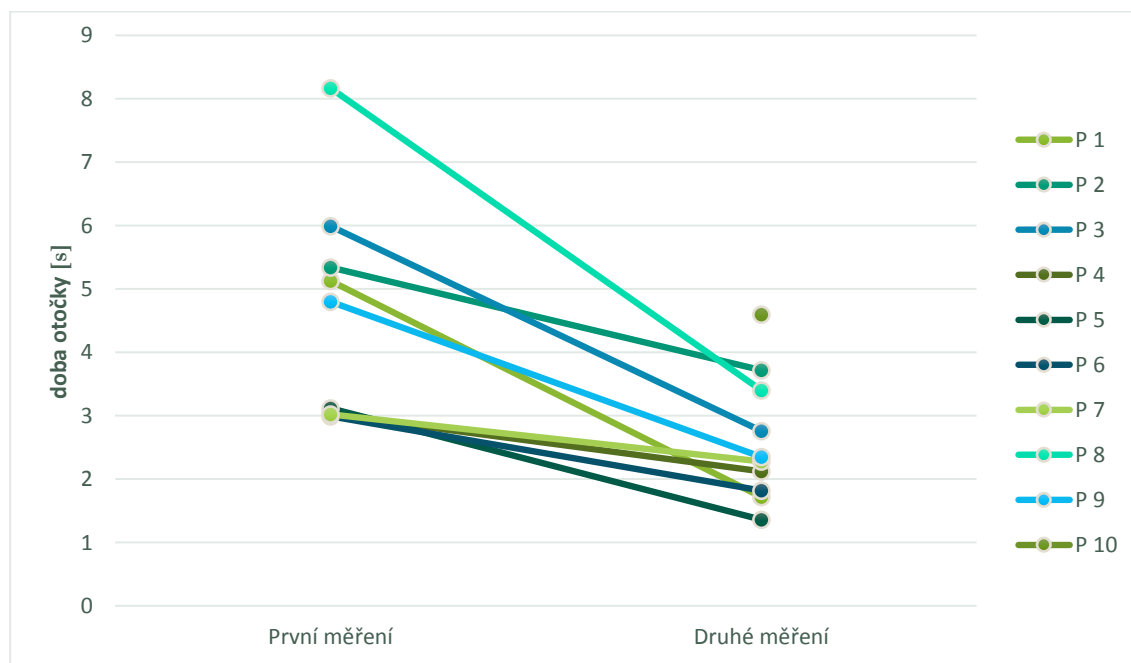
6.3.2 Hypotéza H_08

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením u doby trvání testu při provádění TUG, FTSST a 360 DTT u pacientů s PN.

TUG test ve všech variantách (standardní, rychlá, manuální, kognitivní) a FTSST nemají statisticky významný rozdíl hodnot prvního a druhého měření. 360 DTT doleva i doprava vykazuje statisticky významné změny hodnot prvního a druhého měření (Tabulka 3). Hypotézu H_08 nelze zamítnout. Změna hodnot pro 360 DTT doleva je zobrazena na Grafu 10 a pro 360 DTT doprava na Grafu 11. Probandi číslo 4 a 6 dosáhli podobných hodnot v prvním a druhém měření, proto se jejich přímkou překrývají na Grafu 11. Proband 10 se byl schopen účastnit pouze druhého měření.

Graf 10

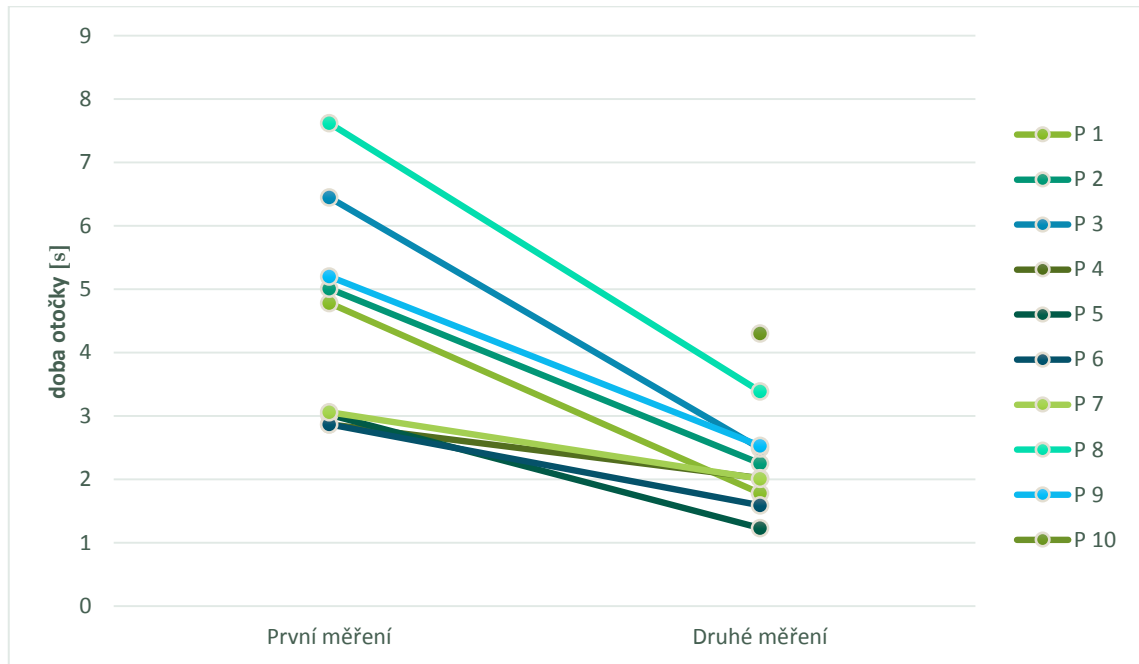
Porovnání průměrné doby otočky změřené u 360 DTT doleva pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření



Poznámky. P – proband

Graf 11

Porovnání průměrné doby otočky změřené u 360 DTT doprava pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření



Poznámky. P – proband

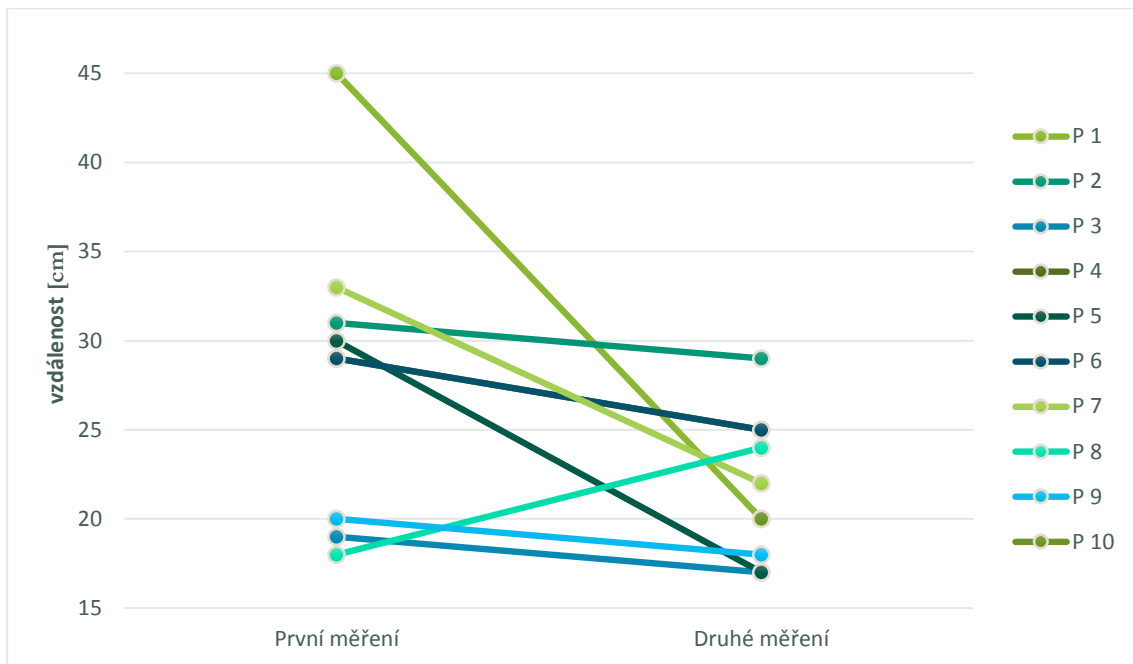
6.3.3 Hypotéza H_09

Není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením u naměřené vzdálenosti při testu FRT a 6MWT u pacientů s PN.

FRT i 6MWT zaznamenaly statisticky významnou změnu mezi prvním a druhým měřením (Tabulka 3). Hypotézu H_09 lze zamítnout. Změna hodnot pro FRT je zobrazena na Grafu 12. Probandi číslo 4 a 6 dosáhli rovnocenných hodnot v prvním a druhém měření, proto se jejich přímkami překrývají. Proband 10 se byl schopen účastnit pouze druhého měření. Výsledek jeho druhého měření byl 20 cm a bod je překryt probandem číslo 1. Graf 13 zobrazuje změnu hodnot pro 6MWT. Proband 10 se účastnil pouze druhého měření.

Graf 12

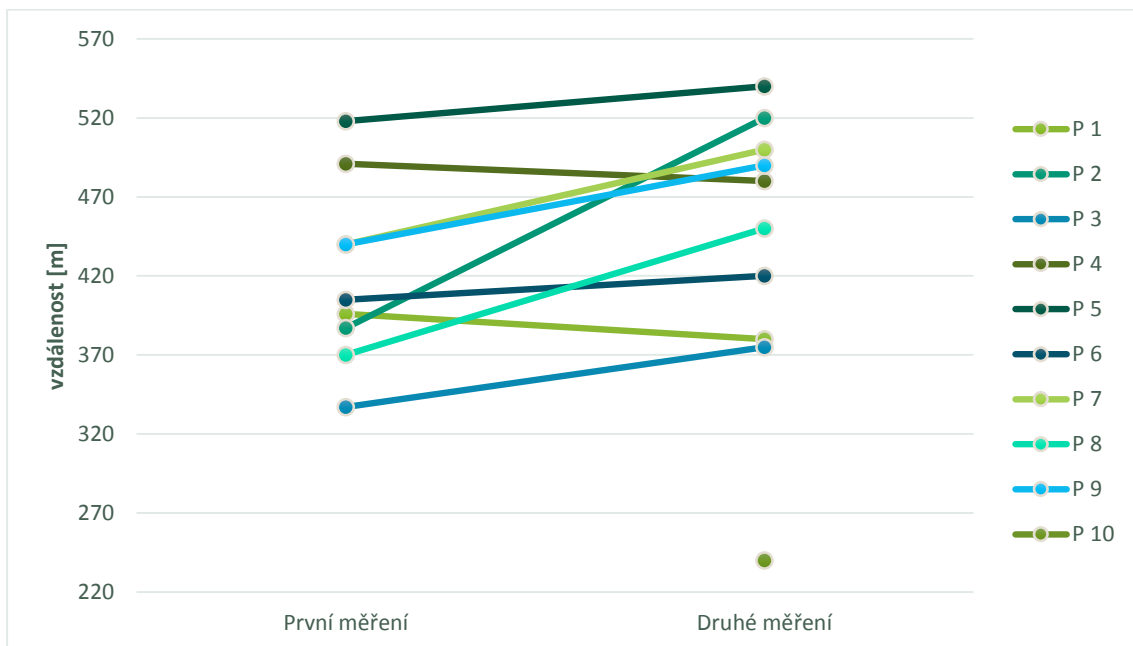
Porovnání průměrné vzdálenosti změřené u FRT pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření



Poznámky. P – proband

Graf 13

Porovnání průměrné vzdálenosti změřené u 6MWT pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření



Poznámky. P – proband

7 DISKUZE

Změny chůzových parametrů u pacientů s PN jsou ovlivněny progresí nemoci, stárnutím, výskytem dalších onemocnění a terapií (Pistacchi et al., 2017). V této diplomové práci je výzkumný soubor složen pouze z pacientů s PN, proto jsou výsledky zaměřeny hlavně na progresi PN.

Tato diplomová práce porovnává výsledky měření chůze a klinických testů od autorky této diplomové práce a kolegyně Mgr. Vitové (Vitová, 2021). Z dostupných studií vyplývá, že podmínky analýzy by měly být vždy stejné. Rozdílné výsledky může zavinit i jiná obuv pacientů (Pau et al., 2018). V rámci metodiky práce byla snaha podmínky druhého měření přiblížit co nejvíce podmínkám prvního měření. Obuv pacienta však nebylo možné vždy replikovat a to z různých důvodů. Někteří probandi například změnili sportovní obuv použitou v prvním měření kvůli dlouhému časovému odstupu obou měření.

Klinické testy mají vysokou test-retest reliabilitu. Jedná se například o TUG (Huang et al., 2011), variantu 10MWT při pohodlné i subjektivně maximální rychlosti chůze (Combs et al., 2014), FTSST (Muñoz-Bermejo et al., 2021; Paul et al., 2012) a 6MWT (Moore et al., 2018; Steffen & Seney, 2008). Proto jsou výsledky měřené jiným výzkumníkem při zachování standardních instrukcí a provedení reliabilní.

Reliabilita systému RehaGait Analyzer Pro byla hodnocena v jedné z předešlých diplomových prací. U jedinců s PN je opakovatelnost měření chůzových charakteristik dobrá, pouze u kadence vyšla nízká opakovatelnost. U kontrolní skupiny byla reliabilita výborná (Navrátilová, 2020). Synkinézy horních končetin nejsou vyhodnocovány systémem RehaGait Analyzer Pro a proto nejsou hodnoceny ani v této práci.

Jedna ze studií sledovala chůzi pacientů s PN ve stadiu 1-4 dle H&Y a kontrolní skupiny po dobu pěti let. Senzor byl každému pacientovi připevněn do oblasti bederní páteře. Bylo zjištěno, že chůze pro pacienta běžnou rychlostí je senzitivnější pro poruchy chůze než chůze subjektivně maximální rychlostí. Při snaze o vyvinutí maximální rychlosti může dojít podle autorů k zvýšené variabilitě pohybu jako důsledek náročnosti úkolu. Proto doporučují zařadit vyšetření chůze běžnou rychlostí do klinického vyšetření pro stanovení progresu PN (Hobert et al., 2019).

7.1 Diskuze k první výzkumné otázce

Symptomy progresu PN jsou zpomalení rychlosti chůze a zvýšení variability chůze (Mirelman et al., 2019). S progresí PN se také snižuje délka kroku, zkracuje se doba švihové fáze, zvyšuje se doba trvání dvojkroku a trvání fáze dvojí opory (Bouça-Machado et al., 2020). Jiné

sledování pacientů s PN ve stadiu 1 dle H&Y se striktně jednostrannými symptomy s ročním odstupem ukázalo, že nevznikla změna v robustních parametrech, jako je rychlost chůze či délka kroku. Naopak se zkrátila doba švihové fáze a prodloužila se fáze dvojí opory. Tyto změny jsou pozorovány na obou stranách těla (Marković et al., 2022). Při porovnání mediánů obou měření běžné rychlosti, variability chůze, délky kroku, švihové fáze, trvání dvojkroku a fáze dvojí opory z Tabulky 1 nebyly zjištěny rozdíly výsledných hodnot, které by byly statisticky významné. Proto nelze výše zmíněné parametry progresu nemoci srovnat s měřeními probandů této diplomové práce.

Na Grafu 1 lze vidět průměrné hodnoty trvání dvojkroku pro jednotlivé probandy u běžné rychlosti chůze. U sedmi probandů došlo ke zvýšení doby trvání dvojkroku a pouze u tří se hodnota snížila. Zvýšení doby trvání dvojkroku může poukazovat na progresi PN.

Graf 2 zobrazuje průměrné hodnoty délky kroku pro jednotlivé probandy. Pokud dojde ke snížení u tohoto parametru, může to být dáno do souvislosti s progresí PN. V této diplomové práci došlo ke snížení parametru délky kroku u šesti probandů, u zbylých čtyřech probandů se parametr zvýšil. Pro délku kroku je MCID 0,03 m (Baudendistel et al., 2024). Průměrná hodnota délky kroku výzkumného souboru se mezi dvěma měřeními lišila o 3 cm, což dosahuje hodnoty MCID pro běžnou chůzi (Příloha 3). Rozdíl hodnot mezi prvním a druhým měřením u jednotlivých probandů na úrovni MCID je přítomen u šesti probandů. U dvou probandů se jedná o zvýšení hodnoty délky kroku. U čtyřech probandů se parametr naopak snížil o více než 3 cm, což může poukazovat na progresi symptomů PN viditelnou pro probandy či ošetřující osoby. Zbylí probandi nemají vyšší rozdíl hodnot, než je literaturou stanovená MCID (Příloha 9). Rozdíly parametrů na úrovni MCID jsou barevně označeny zelenou a oranžovou barvou v Příloze 9.

Graf 3 ukazuje průměrnou rychlost chůze. U sedmi probandů došlo ke snížení rychlosti chůze, což může naznačovat progresi PN. MDC pro běžnou rychlost chůze pacientů s PN je 0,18 m/s (Steffen & Seney, 2008). Z Přílohy 3 je zřejmé, že změna průměrné rychlosti běžné chůze všech probandů dohromady byla menší než určená MDC. Při bližším pohledu na rozdíly průměrných hodnot jednotlivých probandů pro rychlost chůze při běžné rychlosti chůze v Příloze 9 lze vidět, že u dvou z probandů se hodnoty snížily více, než je stanovená MDC. Zde lze tedy hovořit o možné progresi parametru rychlosti chůze. V Příloze 9 je tato skutečnost zvýrazněna červeným označením parametrů v tabulce.

MCID rychlosti chůze při běžné rychlosti chůze je 0,08 m/s (Baudendistel et al., 2024). Výsledky této diplomové práce ukazují, že u naší sledované skupiny došlo k rozdílu průměrných hodnot rychlostí chůze pouze o 0,06 m/s (Příloha 3). Detailní pohled na rozdíly mezi měřeními jednotlivých probandů však ukazuje, že změna parametrů na úrovni MCID je přítomna u sedmi probandů. U dvou se jedná o zvýšení rychlosti chůze (zelená barva) a u pěti probandů se

rychlost chůze snížila (oranžová a červená barva). Hodnota MDC pro rychlost chůze je vyšší než hodnota MCID, proto se do této změny počítají i červeně označení probandi. U třech probandů nedošlo k žádné změně parametrů mezi prvním a druhým měřením, které by bylo větší než 0,08 m/s.

Kadenci chůze lze vidět na Grafu 4, kde se u sedmi probandů snížila a pouze u tří probandů zvýšila. S progresí PN by však mělo docházet ke zvýšení kadence (Mirelman et al., 2019). MDC pro kadenci je 15,1 kroku za minutu pro běžnou rychlost chůze (Lang et al., 2016), v této diplomové práci však došlo k poklesu průměrných hodnot kadence pouze o 3,75 kroku za minutu (Příloha 3). Ke zvýšení či snížení kadence běžné chůze o více než je stanovená MDC (15,1 kroku za minutu) však nedošlo ani u žádného z probandů (Příloha 9).

Ve studii Prell et al. (2022) bylo zkoumáno 40 pacientů s PN ve stadiu 1 až 4 dle H&Y. Polovinu zkoumaného vzorku tvořili pacienti ve stadiu 3 dle H&Y, šest pacientů bylo ve stadiu 1 dle H&Y, dalších šest pacientů ve stadiu 2 dle H&Y a osm pacientů bylo ve stadiu 4 dle H&Y. Při chůzi běžnou rychlostí byly změřeny následující průměrné hodnoty: pro rychlost chůze 0,86 m/s, kadenci 103,95 kroků za minutu, délku kroku 0,99 m a trvání dvojkroku 1,17 s. Dále byla měřena prostorová variabilita chůze, která dosahovala průměrně na 9,01 % a časová variabilita byla stanovena na 5,13 % (Prell et al., 2022). Při srovnání průměrných hodnot mají probandi této diplomové práce vyšší rychlost chůze, delší krok a nižší prostorovou i časovou variabilitu chůze. Průměrné hodnoty jsou dostupné v Příloze 3. Doba trvání dvojkroku je kratší než výše zmíněná hodnota, což ale souvisí s vyšší kadencí i rychlostí chůze.

Vila et al. (2021) rozřadili pacienty s PN do dvou skupin, a to na stadium 1-2 a 3-4 dle H&Y, pro zkoumání různých chůzových charakteristik. Byla testována chůze běžnou rychlostí na vzdálenosti 3 m. Rychlost chůze skupiny pacientů s PN ve stadiu 1-2 dle H&Y byla stanovena na 1,03 m/s, kadence na 84,8 kroků/minutu, délka kroku na 1,08 m a trvání dvojkroku na 1,24 s (Vila et al., 2021). Při srovnání s průměrnými hodnotami probandů této diplomové práce z prvního měření (Příloha 3) je rychlost chůze totožná (1,04 m/s). Průměrná kadence (111,6 kroků/minutu) i délka kroku (1,12 m) je vyšší, a trvání dvojkroku má nižší průměrnou hodnotu (1,08 s).

Při zhodnocení rychlosti běžné chůze vůči jednotlivým stadiím dle H&Y jsou dostupné průměrné hodnoty ze studie Hass et al. (2014). Pro stadium 1 dle H&Y se jedná o 1,11 m/s, pro stadium 2 jde o 1,02 m/s, u stadia 2,5 jde o hodnotu 0,89 m/s a u stadia 3 dle H&Y o 0,82 m/s (C. Hass et al., 2014). Výsledky z Přílohy 3 ukazují, že rychlost běžné chůze byla stanovena na hodnotu 1,04 m/s a 0,98 m/s. Z toho vyplývá, že probandi této diplomové práce vykazují podobné výsledky jako skupina ve stadiu 2 dle H&Y.

Normativní data pro stadium 2-2,5 dle H&Y jsou dostupná také ve studii Hass et al. (2012). Data byla změřena pomocí tlakového chodníku. Průměrná rychlost běžné chůze byla stanovena na 0,97 m/s, kadence byla 104 kroků za minutu, délka kroku 1,12 m, stojná fáze 65,9 %, švihová fáze 34,1 %, jednooporová fáze 34,1 % a fáze dvojí opory 32,4 % (C. J. Hass et al., 2012). Průměrné hodnoty druhého měření dostupné v Příloze 3 se kromě fáze dvojí opory shodují s výše zmíněnými výsledky. U dvouoporové fáze mohl nastat rozdíl v parametrech například z důvodu měření jinými přístroji.

Studie kolektivu Schlachetzki et al. (2017) zjišťovala změnu chůzových parametrů u pacientů s PN s odstupem průměrně 16 měsíců pomocí inerciálních senzorů. Výzkumný soubor byl tvořen 63 pacienty, nebylo však specifikováno stadia nemoci dle H&Y. Probandům bylo také stanoveno UPDRS-III skóre. Dle výsledků UPDRS-III skóre se z výzkumného souboru 63 pacientů u 13 jedinců poruchy chůze zvýraznily, u 37 pacientů se chůze výrazně nezměnila a u 13 jedinců se prvotně změřené poruchy chůze zlepšily. Změna hodnot rychlosti chůze a délky kroku naměřených senzory nebyly statisticky významné, ale hodnoty odpovídaly výsledkům změřeným v UPDRS-III skóre. Změna hodnot švihové fáze a fáze dvojí opory také nebyla statisticky významná. Tato studie tedy potvrzuje, že změna různých charakteristik chůze i přes progresi nemoci nemusí být statisticky významná. Autoři studie poukazují na to, že mezi jednotlivými probandy s PN existují individuální rozdíly (Schlachetzki et al., 2017).

Analýza progresu chůzových parametrů nově diagnostikovaných pacientů s PN a zdravých jedinců trvajících šest let přinesla poznatky ohledně specifických parametrů pro PN. Specifitu parametru pro PN dokládá fakt, že se signifikantně zhoršil pouze u pacientů s PN a ne u zdravých jedinců. Specifické parametry pro progresi PN jsou zvyšující se variabilita doby trvání oporné a švihové fáze, vymizení asymetrie doby trvání švihové fáze pravé a levé končetiny a zhoršení posturální kontroly při chůzi projevující se zvyšující se variabilitou šířky kroku (Wilson et al., 2020). V této diplomové práci nebyla zvláště hodnocena asymetrie jednotlivých probandů ani šířka kroku, proto nelze výsledky srovnat.

Ke zpomalení rychlosti chůze došlo po šesti letech u obou skupin, proto zpomalení chůze patří mezi faktory ovlivněné jak PN tak i stárnutím. Výzkumný soubor byl tvořen 26 probandy ve stadiu 1 dle H&Y, 65 probandy ve stadiu 2 dle H&Y a 18 probandy ve stadiu 3 dle H&Y. Průměrný věk probandů byl 67,4 roku. U probandů s PN došlo k průměrnému zpomalení chůze o 0,01 m/s každý rok, u zdravé populace byla hodnota nižší (Wilson et al., 2020). V této diplomové práci došlo k většímu průměrnému zpomalení běžné chůze při měření s časovým odstupem 13-18 měsíců, a to o 0,06 m/s (Příloha 3).

Délka kroku se signifikantně snížila u zdravé populace i u pacientů s PN, proto je tento parametr také ovlivněn stárnutím i PN. Autoři studie však upozorňují, že při měření po 36

měsíci parametr délky kroku nebyl signifikantně snížen ani u jedné ze skupin. Je však možné, že právě tento parametr je závislý na dopaminergní léčbě a s postupným snížením účinku léků je tak zvýrazněna porucha délky kroku (Wilson et al., 2020).

7.2 Diskuze k druhé výzkumné otázce

Charakteristiky subjektivně maximální rychlosti chůze také nevykazují žádnou statisticky významnou změnu hodnot. V případě rychlosti chůze, délky kroku, trvání dvojkroku a kadence jsou hodnoty téměř totožné (Tabulka 2). Z tohoto důvodu není třeba hodnotit změnu hodnot vůči MDC. U procentuálního rozložení švihové, stojné fáze, fáze jedné a dvojí opory a u časové či prostorové variability chůze také není rozdíl hodnot statisticky významný.

Graf 5 ukazuje dobu trvání dvojkroku u jednotlivých probandů. Šest probandů zaznamenalo snížení parametru a u čtyř probandů se naopak zvýšila doba trvání dvojkroku, což může značit progresi PN. Graf 6 zobrazuje změnu délky kroku u jednotlivých probandů. Pět probandů zvýšilo svoji délku kroku oproti prvnímu měření, u zbylých pěti probandů došlo ke snížení délky kroku, což může poukazovat na progresi PN. Podobně vypadá i Graf 7, který je pro průměrnou rychlost subjektivně maximální chůze. Pět probandů svoji chůzi bylo schopno zrychlit oproti prvnímu měření a pět probandů snížilo rychlost své subjektivně maximální rychlosti chůze. Snížení rychlosti chůze může naznačovat progresi PN. Pro subjektivně maximální rychlost chůze pacientů s PN je MDC 0,25 m/s (Steffen & Seney, 2008). Žádný z probandů neměl rozdíl hodnot prvního a druhého měření větší než stanovená MDC (Příloha 9).

Graf 8 zobrazuje hodnoty pro kadenci u jednotlivých probandů. U šesti probandů došlo ke zvýšení kadence, což může být v souvislosti s progresí PN. U zbylých čtyř probandů došlo ke snížení kadence u subjektivně maximální rychlosti chůze. Číselné hodnoty ke Grafům jsou k dispozici v Příloze 9. MDC pro kadenci je 17,4 kroků za minutu pro rychlou chůzi. Jeden z probandů snížil kadenci chůze o více než je stanovená MDC a je v tabulce označen modrou barvou. Ostatní probandi neměli rozdíl hodnot prvního a druhého měření na úrovni stanovené MDC pro kadenci subjektivně maximální rychlosti chůze (Příloha 9).

Studie kolektivu Peterson et al. (2020), která měla 86 % probandů s PN ve stadiu nemoci 2 dle H&Y, uvádí průměrné hodnoty pro rychlost chůze 1,21 m/s. Průměrná délka kroku je 1,15 m, kadence 124,21 kroků/min, švihová fáze 40,09 %, stojná fáze 59,91 % a fáze dvojí opory je 10,15 % (Peterson et al., 2020). Při srovnání s hodnotami prvního měření v Příloze 4 je průměr rychlosti chůze 1,35 m/s. Průměrná délka kroku je v prvním měření 1,29 m. Rychlost chůze i délka kroku se s progresí nemoci snižují (Bouça-Machado et al., 2020), proto jsou výše zmíněné výsledky probandů této diplomové práce výborné. Kadence subjektivně maximální rychlosti

chůze v této diplomové práci je srovnatelná s hodnotami z výše zmíněné studie. Průměrná procentuální délka švihové fáze v prvním měření je pro PDK srovnatelná s hodnotou zmíněnou ve studii Peterson et al. (2020), ale pro LDK se snižuje o 7,34 %. Průměrná procentuální délka fáze dvojí opory z prvního měření (Příloha 4) je rozdílná oproti hodnotám daných ve studii Peterson et al. (2020) pro LDK i PDK. V prvním měření je u LDK dvouoporová fáze 16,5 %, v druhém se však zvyšuje až na 29,6 %. Pro PDK je dvouoporová fáze snížena z počátečních 20,04 % na 16,35 %. Vysvětlením může být různorodá skupina probandů této diplomové práce s různými asymetrickými symptomy. Zvýšená doba trvání fáze dvojí opory je také dalším ukazatelem progresu PN (Bouça-Machado et al., 2020). Lze proto očekávat horší výsledky než ve studii Peterson et al. (2020), protože 70 % probandů této diplomové práce ve stadiu 3 dle H&Y.

7.3 Diskuze k třetí výzkumné otázce

Součástí pograhybu pacienta v ADL je nejen chůze, ale i otočky, zastavení a znovu odstartování pohybu a chůze do schodů (Maetzler et al., 2016). Proto je pro komplexní hodnocení pacienta důležité využívat i klinické testy.

Údaje z Přílohy 5 lze srovnat s jinými výsledky v literatuře pro standardní variantu 10MWT a 6MWT. Pro stadium 2 dle H&Y jsou uvedeny průměrné hodnoty běžné rychlosti chůze při 10MWT na 1,28 m/s a pro 6MWT je to naměřená vzdálenost 474 m. Pro stadium 3 dle H&Y se u 10MWT jedná o 1,08 m/s a pro 6MWT o 386 m (Duncan et al., 2017). Průměrné hodnoty prvního měření standardní varianty 10MWT a 6MWT v této diplomové práci se blíží výsledkům pro stadium 3 dle H&Y. Druhé měření s odstupem 13-18 měsíců odpovídá spíše výsledkům pro stadium 2 dle H&Y (Příloha 5). Jedno z možných vysvětlení může být snížená pohybová aktivita v době prvního měření z důvodu protipandemických opatření. Toto tvrzení podporuje systematická review z roku 2022 (Abasiyanik et al., 2022).

V dostupné literatuře se při rychlé variantě 10MWT jedná o hodnoty 1,78 m/s pro stadium 2 dle H&Y a o 1,48 m/s pro stadium 3 dle H&Y (Duncan et al., 2017). Výsledky průměrné rychlosti chůze probandů této diplomové práce při rychlé variantě 10MWT odpovídají při prvním měření (1,57 m/s) spíše rychlosti pro stadium 3 dle H&Y a při druhém měření (1,75 m/s) jsou totožné s hodnotami pro stadium 2 dle H&Y (Příloha 5). Důvodem mohou být znovu protipandemická opatření v době prvního měření.

Výsledky průměrných hodnot pro jednotlivé probandy při rychlé variantě 10MWT jsou zobrazeny na Grafu 9. Z grafického zobrazení lze vyčíst, že ke zvýšení průměrné rychlosti chůze došlo u osmi probandů a u jednoho se hodnota snížila. Jeden proband byl bohužel schopen absolvovat pouze druhé měření.

Studie autorů Zajac et al. (2022) hodnotí ušlou vzdálenost při 6MWT u méně a více aktivních jedinců s PN ve stadiu 2-3 dle H&Y. Průměrný věk byl 67,4 roku. Chůze byla měřena senzory po dobu sedmi dní a následovalo rozdělení do skupin dle aktivity, bylo stanoveno hranicí průměrně 7500 kroků za den. Méně aktivní skupina pacientů s PN, která měla průměrný počet kroků 5268,5 za den, dosáhla výsledku 410,8 m u 6MWT. Více aktivní skupina, která za den nachodila průměrně 10560,7 kroků, ve 6MWT ušla 485,8 m (Zajac et al., 2022). Při porovnání výsledků této studie s výsledky v Příloze 5 je zřejmé, že první (420,44 m) i druhé měření (439,5 m) odpovídá hodnotám pro méně aktivní jedince. Výsledky průměrného počtu kroků u pacientů s PN ve studii Zajac et al. (2022) jsou spíše nadprůměrné. Jiné studie uvádí průměrné hodnoty 4980 kroků za den a z dostupné literatury lze vyčíst průměrné hodnoty v rozmezí 3131-8996 kroků za den u pacientů s PN. Autoři studie také uvádějí, že pacienti s PN ujdou denně menší počet kroků než jejich zdraví vrstevníci (Adams et al., 2021). Z důvodu malého počtu probandů nebylo možné v této diplomové práci oddělit více pohybově aktivní skupinu, která se pravidelně účastní individuální fyzioterapie a skupinového cvičení od pasivnější skupiny.

Schenkman et al. (2011) uvádí hodnoty mediánů vzdálenosti v 6MWT pro stadium 2,5 dle H&Y (464,20 m) a pro stadium 3 dle H&Y (388,9 m). Při srovnání s hodnotami v Tabulce 3 lze vidět, že medián prvního měření (405 m) spíše odpovídá stadiu 3 dle H&Y. Medián druhého měření (465 m) je totožný se vzdáleností změřenou pro stadium 2,5 dle H&Y. Podporuje to výše zmíněné vysvětlení, pohybová aktivita probandů v době prvního měření mohla být snížena z důvodu protipandemických opatření.

Sledování pacientů s PN po dobu pěti let pomocí testu 6MWT ukázalo, že za první rok u 6MWT došlo ke zlepšení hodnot o průměrně 35 m. Ale postupně po dobu dalších let došlo ke zhoršení hodnot 6MWT vzhledem k progresi nemoci, a to průměrně o 29 m od původně změřené hodnoty během těchto pěti let. Pacienti s PN měli v rámci těchto pěti let výzkumu dodržovat pravidelný pohybový režim, a to minimálně 60 minut aktivity za týden (Miller et al., 2019).

Při pohledu na Graf 13 je zřejmé, že probandi této diplomové práce mají různou úroveň fyzické kondice. Nejvyšší změřená hodnota při druhém měření je více než dvojnásobná oproti té nejnižší. Vysvětlením může být fakt, že progresi nemoci je u každého jedince individuální. Také má vliv rozdílný věk, výška, přidružená onemocnění, habituální pohybová aktivita a pravidelné účasti na fyzioterapii a skupinovém cvičení.

Hodnota standardního TUG testu pro stadium 1-3 dle H&Y je průměrně 11,8 s dle studie z roku 2011 (Huang et al., 2011). Průměrné hodnoty provedení testu z Přílohy 5 jsou při prvním i druhém měření rychlejší. Kognitivní varianta TUG pro stadium 2 dle H&Y je v dostupné literatuře změřena na 11,47 s. V této studii je však rozmezí hodnot testu 7-35,2 s (Paul et al., 2012). Probandi této diplomové práce zvládli kognitivní variantu průměrně za 11,88 s při prvním

měření (rozmezí hodnot 7,7-22,9 s) a za 10,91 s při druhém měření (rozmezí hodnot 6,7-18,7 s). Kognitivní varianta TUG má dle Vance et al. (2015) časovou hranici stanovenou na 14,7 s, která predikuje budoucí riziko pádů. Pokud je čas nutný ke splnění kognitivní varianty TUG vyšší než 14,7 s, pacient je aktuálně či v budoucnosti ohrožen pády. Taktéž uvádí časovou hranici pro manuální variantu TUG, která je stanovena na 13,2 s. Manuální varianta TUG má však nízkou senzitivitu i specifitu pro zhodnocení rizika pádů, proto je lepší využít kognitivní variantu (Vance et al., 2015). Časovou hranici kognitivní varianty TUG pro hodnocení rizika pádu splnilo osm probandů této diplomové práce.

Výsledek FTSST pro stadium 2 dle H&Y s průměrnou dobou trvání nemoci 7,1 roku je přibližně 9,5 s (Paul et al., 2012) a pro stadia 1-3 dle H&Y je to 12,7 s (Petersen et al., 2017). Průměrný výsledek FTSST v této diplomové práci byl 13,11 s pro první měření a 11,97 s pro druhé měření (Příloha 5).

FRT je pro pacienty stadiu 2 dle H&Y určeno kolektivem Paul et al. (2012) průměrně na 21,35 cm. Jiné zdroje udávají průměrně 30,6 cm (Ryckewaert et al., 2015). Schenkman et al. (2011) uvádí hodnoty pro jednotlivé stadia nemoci. Průměrná hodnota FRT u stadia 1-1,5 dle H&Y je 16,07 cm. Hodnoty postupně klesají až po stadium 3 dle H&Y, které u FRT dosahuje 10,79 cm (Schenkman et al., 2011). Průměrné hodnoty FRT této diplomové práce jsou 28,22 cm při prvním měření a 21,7 cm při druhém měření.

Hodnoty změřené vzdálenosti FRT jsou znázorněny na Grafu 12. U jednoho probanda došlo ke zlepšení dosažené vzdálenosti, u osmi dalších probandů došlo ke zhoršení hodnot. U jednoho z těchto osmi probandů je snížení hodnot velmi strmé, a to ze 45 cm na 20 cm u druhého měření. Poslední proband nebyl schopen se účastnit prvního měření, proto hodnoty porovnání chybí.

Test otočky (360 DTT) vykonávají pacienti s PN různě rychle dle stadia nemoci. Průměrný věk výzkumného souboru ve studii od Schenkman et al. (2011) byl 66,1 roku, ale rozmezí věku bylo 37-92 let. Pro stadium 1-1,5 dle H&Y je čas provedení otočky 3,33 s, pro stadium 2 dle H&Y je to 3,91 s a u stadia 3 dle H&Y je to hodnota 4,81 s (Schenkman et al., 2011). Probandi této diplomové práce zvládli při prvním měření otočku doleva průměrně za 4,62 s a otočku doprava za 4,54 s. Při druhém měření byla otočka doleva průměrně za 2,61 s a doprava za 2,35 s (Příloha 5). Z celkového počtu 10 probandů je sedm z nich ve stadiu 3 dle H&Y a proto je překvapivé, že časový údaj je lepší než průměrné hodnoty pro stadium 1-1,5 dle H&Y. Vysvětlením může být chyba v měření či rozdílná instruktáž při provedení prvního a druhého měření. Grafy 10 a 11 ukazují průměrné hodnoty jednotlivých probandů pro 360 DTT doleva a doprava s časovým odstupem 13-18 měsíců. U obou grafů lze vidět čtyři probandy, u kterých zlepšení v druhém

měření není tak strmé oproti zbylým pěti probandům. U jednoho probanda byl test proveden pouze v jednom měření.

Pokud přihlídneme ke změnám hodnot při jednotlivých měření a MDC, tak u rychlé varianty 10MWT je MDC 0,24 m/s (Keus et al., 2014) a změna hodnot průměrné rychlosti v této diplomové práci je 0,18 m/s. Při detailním pohledu na jednotlivá změřená data v Příloze 9 lze vidět, že u šesti probandů bylo přítomno zvýšení průměrné rychlosti chůze u rychlé varianty 10MWT na úrovni MDC. U třech probandů této změny nebylo dosaženo a u jednoho probanda chybí údaj k prvnímu měření. Změny parametrů na úrovni MDC jsou označeny modře v tabulce v Příloze 9.

U 6MWT je MDC 82 m (Keus et al., 2014) a v této diplomové práci došlo k rozdílu průměrných hodnot všech probandů o 19,06 m (Příloha 5). Pouze u jednoho probanda byla změna vzdálenosti mezi prvním a druhým měřením vyšší než 82 m. U tohoto probanda došlo ke zvýšení vzdálenosti změřené u 6MWT, což je v tabulce v Příloze 9 označeno modrou barvou. Další změny parametrů u jednotlivých probandů při 6MWT již nedosahovaly úrovně MDC a jeden z probandů se byl schopen účastnit pouze druhého měření (Příloha 9).

Pro 360 DTT stanovená hodnota MDC chybí. Hodnota MDC pro FRT je 11,5 cm (Lim et al., 2005) a zde nastala změna průměrných hodnot o 6,52 cm (Příloha 5). Rozdíl hodnot jednotlivých probandů však dosáhl úrovně MDC ve dvou případech a to ve smyslu snížení vzdálenosti dosažené u FRT. Další hodnoty již nebyly na úrovni MDC a jeden z probandů se účastnil pouze druhého měření (Příloha 9). Snížení vzdálenosti u FRT může poukazovat na progresi PN, proto jsou probandi v Příloze 9 se snížením vzdálenosti u FRT větším než 11,5 cm zvýrazněni červenou barvou.

7.4 Limity práce

Jeden z hlavních limitů této diplomové práce je malý počet probandů. Někteří probandi, kteří se účastnili měření s Mgr. Vitovou, se nemohli dostavit ke druhému měření z důvodu jiné dlouhotrvající nemoci, strachu z nákazy či úmrtí. Někteří probandi z prvního měření již také nespĺnili kritéria pro zařazení do diplomové práce a byli proto vyřazeni.

Další problém je ve vysoké heterogenitě zkoumaného výzkumného souboru. Tato diplomová práce hodnotí probandy s různou úrovní fyzické aktivity, věku, trvání nemoci a různého pohlaví. Hlavním společným znakem je stadium nemoci dle H&Y a skupina již není dále dělena na muže a ženy, na věkové skupiny a podobně.

Pro měření dat může být jeden z limitů například fakt, že první a druhé měření bylo prováděno rozdílnými výzkumníky. Navzdory tomu, že systém RehaGait Analyzer Pro má přesně

stanovené umístění senzorů a vysokou reliabilitu měření, chybu měření nelze vyloučit. Totéž platí u většiny klinických testů, které byly využity v této diplomové práci, jež mají také vysokou reliabilitu měření. Chyba mohla být zapříčiněna například měřením v jinou denní dobu či za jiné situace z předešlého či měřeného dne. Pacienti nebyli dotazováni, zda předešlý den absolvovali náročnou fyzickou aktivitu či jiné aktivity. Výsledky mohly být ovlivněny také jiným způsobem komunikace či motivace při měření jinými výzkumníky.

Některá první měření pobíhala začátkem roku 2021. V této době byla vyhlášena striktní protipandemická opatření a měření probíhala v respirátorech. Kolegyně Mgr. Vitová ve své diplomové práci uvádí, že není důkaz, že respirátory ovlivňují výsledky měření. Někteří z probandů si však stěžovali na pocit subjektivní nepohody a zvýšenou dušnost oproti normálu (Vitová, 2021).

Snížení množství pohybové aktivity v době protipandemických opatření potvrzuje i systematická review kolektivu autorů Abasiyanik et al. (2022). Většina pacientů s PN v době protipandemických opatření neměla možnost pravidelné rehabilitace z důvodu omezených možností ambulantní péče. Velkým důvodem izolace byl také strach z nákazy. Z tohoto důvodu mohla být omezena také habituální pohybová aktivita a pobyt ve veřejných prostorech. V době druhého měření tyto opatření již nebyla aktuální, ale strach z nákazy byl u některých probandů stále přítomen.

ZÁVĚR

Při využití neparametrického Wilcoxonova testu došlo ke statisticky významnému rozdílu u pěti parametrů z 39 porovnaní. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny u rychlosti chůze u rychlé varianty 10MWT, vzdálenosti u 6MWT a FRT a u doby trvání 360 DTT na obě strany. Medián rychlosti chůze při rychlé variantě 10MWT se při druhém měření zvýšil o 0,16 m/s oproti prvnímu měření ($p=0,015$). Medián ušlé vzdálenosti u 6MWT se zvýšil o 60 m při druhém měření ($p=0,028$) a medián změřené vzdálenosti u FRT se snížil o 8 cm ($p=0,05$). Medián doby trvání 360 DTT doleva se snížil o 2,49 s ($p=0,007$) a doprava o 2,65 s ($p=0,007$).

Při porovnání charakteristik chůze běžnou a subjektivně maximální rychlostí změřených pomocí systému RehaGit nedošlo k žádnému statisticky významnému rozdílu hodnot. Hypotézy H_{01} - H_{03} , vztahující se k chůzovým charakteristikám běžné rychlosti chůze, nelze zamítnout. Hypotézy H_{04} - H_{06} , vztahující se k chůzovým charakteristikám subjektivně maximální rychlosti chůze, také nelze zamítnout. Hypotézy H_{07} a H_{08} , vztahující se k parametrům 10MWT, TUG, FTSS a 360 DTT, nelze zamítnout. Hypotézu H_{09} , která říká, že není statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením u naměřené vzdálenosti při testu FRT a 6MWT u pacientů s PN lze zamítnout.

Pro rychlost a kadenci chůze běžnou i subjektivně maximální rychlostí chůze jsou stanoveny hodnoty MDC. U parametru rychlosti chůze při běžné rychlosti chůze byl u dvou probandů přítomen větší rozdíl hodnot, než jsou stanovené hodnoty MDC (0,18 m/s) a to ve smyslu snížení rychlosti chůze. U kadence chůze subjektivně maximální rychlosti chůze dosáhl jeden proband většího rozdílu než je stanovená MDC pro kadenci (17,4 kroků za minutu). Hodnota kadence se v tomto případě snížila.

V dostupné literatuře byla vyhledána hodnota MCID pro parametr rychlosti chůze (0,08 m/s) a délky kroku (0,03 m) při běžné rychlosti chůze. Rozdíl výsledných průměrných hodnot délky kroku byl 3 cm a při druhém měření došlo ke snížení parametru délky kroku. Tato hodnota dosahuje úrovně MCID. U jednotlivých probandů se změna na úrovni MCID vyskytla v šesti případech – dvakrát ve smyslu zvýšení a čtyřikrát ve smyslu snížení parametru.

U rychlosti chůze je rozdíl průměrných hodnot všech probandů menší než stanovená MCID. V případě jednotlivých měření se však rozdíl hodnot přesahující MCID vyskytl v sedmi případech. U dvou probandů došlo ke zvýšení rychlosti a u pěti probandů ke snížení rychlosti chůze.

U průměrných hodnot klinických testů, které zaznamenaly statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením, také nedošlo k vyššímu rozdílu hodnot pro všechny probandy, než je pro ně stanovená MDC. Pro rychlou variantu 10MWT je MDC 0,24 m/s a zvýšení rychlosti

chůze o více než stanovenou MDC se objevilo u šesti probandů. U jednoho probanda byl také přítomen vyšší rozdíl vzdálenosti u 6MWT než je údaj MDC (82 m). Naopak dva probandi snížili vzdálenosti u FRT o více než je MDC (11,5 cm).

Při sledování vybraných charakteristik chůze u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců pomocí systému RehaGait Analyzer Pro se žádný z parametrů statisticky významně nezměnil. Mezi jednotlivými probandy s PN existují individuální rozdíly v asymetrii symptomů a zhoršení či zlepšení různých charakteristik chůze. Výsledky však vzhledem k nízkému počtu probandů této diplomové práce nelze předkládat jako obecně platné.

SOUHRN

Hlavním cílem této diplomové práce bylo sledovat vybrané charakteristiky chůze a klinické testy u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců.

V teoretické části je podrobně rozebírána progresse PN a její vliv na poruchy chůze u pacientů s PN. Dále jsou popsány aktuální možnosti analýzy chůze pomocí inerciálních senzorů a její další klinické využití. Také jsou zde zmíněny studie, které mají ve svém výzkumném souboru pacienty s PN a pro měření chůze využívaly systém RehaGait. Ve stručnosti jsou také popsány vybrané klinické testy, které jsou dále využívány ve výzkumné části.

Výzkumu v praktické části se účastnilo 10 probandů s PN ve stadiu 2-3 dle H&Y (sedm mužů a tři ženy). Každý z probandů absolvoval dvě měření chůze běžnou a subjektivně maximální rychlostí a vyšetření vybraných klinických testů. Jednotlivá měření byla od sebe časově vzdálena 13-18 měsíců.

Pomocí systému RehaGait Analyzer Pro byly hodnoceny následující charakteristiky chůze: trvání dvojkroku, délka kroku, rychlost chůze, kadence, procentuální délka trvání stojné fáze LDK a PDK, švihové fáze LDK a PDK, jednooporové fáze LDK a PDK, dvouoporové fáze LDK a PDK, časová a prostorová variabilita chůzového cyklu. Z klinických testů se jednalo o čtyři varianty TUG testu, dále FRT, FTSST, 360 DTT, 10MWT v běžné a rychlé variantě a 6MWT. Data z prvního a druhého měření byla následně statisticky vyhodnocena.

Z 39 porovnání došlo ke statisticky významnému rozdílu u pěti parametrů, a to ke zvýšení rychlosti chůze u rychlé varianty 10MWT, zvýšení vzdálenosti u 6MWT, snížení vzdálenosti u FRT a snížení doby trvání 360 DTT na obě strany u druhého měření. Při porovnání charakteristik chůze běžnou a subjektivně maximální rychlostí změřených pomocí systému RehaGait Analyzer Pro nedošlo k žádnému statisticky významnému rozdílu hodnot. Velkým limitem práce je však malý počet probandů, který je způsoben mimo jiné protipandemickými opatřeními v roce 2021 a také ztrátou probandů kvůli progresi PN či jinému přidruženému onemocnění.

SUMMARY

The main goal of this thesis was to monitor selected gait characteristics and clinical tests in patients with Parkinson's disease with a time interval of 13-18 months.

In the theoretical part, the progression of Parkinson's disease and its effect on gait disorders in patients with this disease are discussed in detail. Furthermore, the current possibilities of gait analysis using inertial sensors and its further clinical utilisation are described. Also mentioned here are studies that have patients with Parkinson's disease in their research group and used the RehaGait system to measure gait. Selected clinical tests, which are further used in the research part, are also briefly described.

10 probands with Parkinson's disease in stage 2-3 according to H&Y participated in the research in the practical part (seven men and three women). Each of the probands completed two walking measurements at normal and subjective maximum speeds and examination of selected clinical tests. Individual measurements were 13-18 months apart.

Using the RehaGait Analyzer Pro system, the following gait characteristics were evaluated: two-step cycle duration, step length, walking speed, cadence, percentage duration of the standing phase of LLL and RLL, swing phase of LLL and RLL, single-support phase of LLL and RLL, double-support phase of LLL and RLL, time and spatial variability of the gait cycle. Of the clinical tests, there were four variants of the TUG test, as well as FRT, FTSST, 360 DTT, 10MWT in normal and fast variants, and 6MWT. The data from the first and second measurements were then statistically evaluated.

Of the 39 comparisons, there was a statistically significant difference in five parameters, specifically an increase in walking speed in the fast variant of the 10MWT, an increase in distance in the 6MWT, a decrease in distance in the FRT, and a decrease in the duration of the 360 DTT on both sides in the second measurement. There was no statistically significant difference in values when comparing gait characteristics at normal and subjective maximum speed measured with the RehaGait Analyzer Pro system. However, a major limitation of this study is a small number of probands, which is caused, among other factors, by anti-pandemic measures in 2021 and also by the loss of probands due to the progression of Parkinson's or another associated disease.

REFERENČNÍ SEZNAM

- Abasiyanik, Z., Kurt, M., & Kahraman, T. (2022). COVID-19 and Physical Activity Behaviour in People with Neurological Diseases: A Systematic Review. *Journal of Developmental and Physical Disabilities, 34*(6), 987–1012. <https://doi.org/10.1007/s10882-022-09836-x>
- Abraham, A., Bay, A. A., Ni, L., Schindler, N., Singh, E., Leeth, E., Bozorg, A., Hart, A. R., & Hackney, M. E. (2023). Gender differences in motor and non-motor symptoms in individuals with mild-moderate Parkinson's disease. *PLOS ONE, 18*(1), e0272952. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272952>
- Adams, J. L., Dinesh, K., Snyder, C. W., Xiong, M., Tarolli, C. G., Sharma, S., Dorsey, E. R., & Sharma, G. (2021). A real-world study of wearable sensors in Parkinson's disease. *NPJ Parkinson's Disease, 7*, 106. <https://doi.org/10.1038/s41531-021-00248-w>
- Bartoníková, T., Menšíková, K., Janout, V., & Kaňovský, P. (2020). Epidemiologie Parkinsonovy nemoci. *Neurologie pro Praxi, 21*(5), 390–394. <https://doi.org/10.36290/neu.2020.016>
- Baudendistel, S. T., Haussler, A. M., Rawson, K. S., & Earhart, G. M. (2024). Minimal clinically important differences of spatiotemporal gait variables in Parkinson disease. *Gait & Posture, 108*, 257–263. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.11.016>
- Behrman, A. L., Light, K. E., Flynn, S. M., & Thigpen, M. T. (2002). Is the functional reach test useful for identifying falls risk among individuals with Parkinson's disease? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 83*(4), 538–542. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.30934>
- Bettecken, K., Bernhard, F., Sartor, J., Hobert, M. A., Hofmann, M., Gladow, T., van Uem, J. M. T., Liepelt-Scarfone, I., & Maetzler, W. (2017). No relevant association of kinematic gait parameters with Health-related Quality of Life in Parkinson's disease. *PLoS ONE, 12*(5), e0176816. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176816>

- Bhattacharya, R. K., Dubinsky, R. M., Lai, S. M., & Dubinsky, H. (2012). Is there an increased risk of hip fracture in Parkinson's disease? A nationwide inpatient sample. *Movement Disorders, 27*(11), 1440–1442. <https://doi.org/10.1002/mds.25073>
- Bianchini, E., Onelli, C., Morabito, C., Alborghetti, M., Rinaldi, D., Anibaldi, P., Marcolongo, A., Salvetti, M., & Pontieri, F. E. (2022). Feasibility, Safety, and Effectiveness of Telerehabilitation in Mild-to-Moderate Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology, 13*, 909197. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.909197>
- Bonanno, M., De Nunzio, A., Quartarone, A., Militi, A., Petralito, F., & Calabrò, R. (2023). Gait Analysis in Neurorehabilitation: From Research to Clinical Practice. *Bioengineering, 10*, 785. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10070785>
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology, 2*(2), 1143–1211. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110025>
- Bouça-Machado, R., Jalles, C., Guerreiro, D., Pona-Ferreira, F., Branco, D., Guerreiro, T., Matias, R., & Ferreira, J. J. (2020). Gait Kinematic Parameters in Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Journal of Parkinson's Disease, 10*(3), 843–853. <https://doi.org/10.3233/JPD-201969>
- 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.
- Celik, Y., Stuart, S., Woo, W. L., & Godfrey, A. (2021). Gait analysis in neurological populations: Progression in the use of wearables. *Medical Engineering & Physics, 87*, 9–29. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2020.11.005>
- Combs, S. A., Diehl, M. D., Filip, J., & Long, E. (2014). Short-distance walking speed tests in people with Parkinson disease: Reliability, responsiveness, and validity. *Gait & Posture, 39*(2), 784–788. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.10.019>

- di Biase, L., Raiano, L., Caminiti, M. L., Pecoraro, P. M., & Di Lazzaro, V. (2022). Parkinson's Disease Wearable Gait Analysis: Kinematic and Dynamic Markers for Diagnosis. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *22*(22), 8773. <https://doi.org/10.3390/s22228773>
- D'Iorio, A., Baiano, C., Maraucci, G., Vitale, C., Amboni, M., & Santangelo, G. (2022). A longitudinal study on the effects of COVID-19 pandemic on non-motor symptoms in Parkinson's disease. *Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*. <https://doi.org/10.1007/s10072-022-06112-w>
- 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*(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0115-z>
- Duncan, R. P., Combs-Miller, S. A., McNeely, M. E., Leddy, A. L., Cavanaugh, J. T., Dibble, L. E., Ellis, T. D., Ford, M. P., Foreman, K. B., & Earhart, G. M. (2017). Are the average gait speeds during the 10meter and 6minute walk tests redundant in Parkinson disease? *Gait & Posture*, *52*, 178–182. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.11.033>
- Elbaz, A., Carcaillon, L., Kab, S., & Moisan, F. (2016). Epidemiology of Parkinson's disease. *Revue Neurologique*, *172*(1), 14–26. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2015.09.012>
- Fall, P.-A., Saleh, A., Fredrickson, M., Olsson, J.-E., & Granérus, A.-K. (2003). Survival time, mortality, and cause of death in elderly patients with Parkinson's disease. A 9-year follow-up. *Movement Disorders*, *18*(11), 1312–1316. <https://doi.org/10.1002/mds.10537>
- Flynn, A., Preston, E., Dennis, S., Canning, C. G., & Allen, N. E. (2023). Utilising telehealth to support exercise and physical activity in people with Parkinson disease: A program evaluation using mixed methods. *BMC Health Services Research*, *23*, 224. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09194-0>

- Galna, B., Lord, S., Burn, D. J., & Rochester, L. (2015). Progression of gait dysfunction in incident Parkinson's disease: Impact of medication and phenotype. *Movement Disorders*, *30*(3), 359–367. <https://doi.org/10.1002/mds.26110>
- Gaßner, H., Sanders, P., Dietrich, A., Marxreiter, F., Eskofier, B. M., Winkler, J., & Klucken, J. (2020). Clinical Relevance of Standardized Mobile Gait Tests. Reliability Analysis Between Gait Recordings at Hospital and Home in Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Journal of Parkinson's Disease*, *10*(4), 1763–1773. <https://doi.org/10.3233/JPD-202129>
- Giladi, N., Horak, F. B., & Hausdorff, J. M. (2013). Classification of gait disturbances: Distinguishing between continuous and episodic changes. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, *28*(11), 10.1002/mds.25672. <https://doi.org/10.1002/mds.25672>
- Glöckner, M., Derlien, S., & Gladow, T. (2015). *Entwicklung eines mobilen Feedback-assistierten Therapiesystems zur Rehabilitation von Gangstörungen*. <https://www.uniklinikum-jena.de/physiotherapie/Forschung/Forschungsgebiete/Abgeschlossene+Forschungsprojekte/RehaGait.html>
- Guo, D., Han, B., Lu, Y., Lv, C., Fang, X., Zhang, Z., Liu, Z., & Wang, X. (2020). Influence of the COVID-19 Pandemic on Quality of Life of Patients with Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease*, *2020*, 1216568. <https://doi.org/10.1155/2020/1216568>
- HASOMED. (2016). *RehaGait—Uživatelský manuál*.
- HASOMED. (2021). *DigiTrainer, RehaIngest and RehaGait*. <https://hasomed.de/en/products/digitrainer-rehaingest-rehagait/>
- Hass, C., Bishop, M., Moscovich, M., Stegemöller, E., Skinner, J., Malaty, I., Shukla, A., McFarland, N., & Okun, M. (2014). Defining the Clinically Meaningful Difference in Gait Speed in Persons With Parkinson Disease. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*, *38*. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000055>

- Hass, C. J., Malczak, P., Nocera, J., Stegemöller, E. L., Shukala, A., Malaty, I., Iv, C. E. J., Okun, M. S., & McFarland, N. (2012). Quantitative Normative Gait Data in a Large Cohort of Ambulatory Persons with Parkinson's Disease. *PLOS ONE*, *7*(8), e42337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042337>
- Hobert, M. A., Nussbaum, S., Heger, T., Berg, D., Maetzler, W., & Heinzl, S. (2019). Progressive Gait Deficits in Parkinson's Disease: A Wearable-Based Biannual 5-Year Prospective Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *11*, 22. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00022>
- Huang, S.-L., Hsieh, C.-L., Wu, R.-M., Tai, C.-H., Lin, C.-H., & Lu, W. (2011). Minimal Detectable Change of the Timed „Up & Go" Test and the Dynamic Gait Index in People With Parkinson Disease. *Physical therapy*, *91*, 114–121. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090126>
- Channa, A., Popescu, N., & Ciobanu, V. (2020). Wearable Solutions for Patients with Parkinson's Disease and Neurocognitive Disorder: A Systematic Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *20*(9), E2713. <https://doi.org/10.3390/s20092713>
- Chen, P.-H., Wang, R.-L., Liou, D.-J., & Shaw, J.-S. (2013). Gait Disorders in Parkinson's Disease: Assessment and Management. *International Journal of Gerontology*, *7*(4), 189–193. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2013.03.005>
- Jaiswal, V., Alquraish, D., Sarfraz, Z., Sarfraz, A., Nagpal, S., Singh Shrestha, P., Mukherjee, D., Guntipalli, P., Sánchez Velazco, D. F., Bhatnagar, A., Savani, S., Halilaj, E., Ruxmohan, S., & Cueva, W. (2021). The Influence of Coronavirus Disease-2019 (COVID-19) On Parkinson's Disease: An Updated Systematic Review. *Journal of Primary Care & Community Health*, *12*, 21501327211039709. <https://doi.org/10.1177/21501327211039709>
- Jakob, V., Küderle, A., Kluge, F., Klucken, J., Eskofier, B., Winkler, J., Winterholler, M., & Gaßner, H. (2021). Validation of a Sensor-Based Gait Analysis System with a Gold-Standard

- Motion Capture System in Patients with Parkinson's Disease. *Sensors*, 21, 7680.
<https://doi.org/10.3390/s21227680>
- Jankovic, J. (2008). Parkinson's disease: Clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79(4), 368–376. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.131045>
- Keener, A. M., Paul, K. C., Folle, A., Bronstein, J. M., & Ritz, B. (2018). Cognitive Impairment and Mortality in a Population-Based Parkinson's Disease Cohort. *Journal of Parkinson's disease*, 8(2), 353–362. <https://doi.org/10.3233/JPD-171257>
- Keus, S., Munneke, M., Graziano, M., Paltamaa, J., Pelosin, E., Domingos, J., Brühlmann, S., Ramaswamy, B., Prins, J., Struiksmá, C., Rochester, L., Nieuwboer, A., & Bloem, B. (2014). *Evropské doporučené postupy pro fyzioterapeutickou léčbu Parkinsonovy nemoci*. 184.
- Kinger, S. B., Juneau, T., Kaplan, R. I., Pluim, C. F., Fox-Fuller, J. T., Wang, T., Mukadam, N., Nearing, S., Salazar, R. D., & Cronin-Golomb, A. (2023). Changes in Apathy, Depression, and Anxiety in Parkinson's Disease from before to during the COVID-19 Era. *Brain Sciences*, 13(2), 199. <https://doi.org/10.3390/brainsci13020199>
- Klücken, J., Barth, J., Kugler, P., Schlachetzki, J., Henze, T., Marxreiter, F., Kohl, Z., Steidl, R., Hornegger, J., Eskofier, B., & Winkler, J. (2013). Unbiased and Mobile Gait Analysis Detects Motor Impairment in Parkinson's Disease. *PLOS ONE*, 8(2), e56956. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056956>
- Kluge, F., Gaßner, H., Hannink, J., Pasluosta, C., Klücken, J., & Eskofier, B. M. (2017). Towards Mobile Gait Analysis: Concurrent Validity and Test-Retest Reliability of an Inertial Measurement System for the Assessment of Spatio-Temporal Gait Parameters. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(7), 1522. <https://doi.org/10.3390/s17071522>
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén.
- Kubota, T., & Kuroda, N. (2021). Exacerbation of neurological symptoms and COVID-19 severity in patients with preexisting neurological disorders and COVID-19: A systematic review.

Clinical Neurology and Neurosurgery, 200, 106349.

<https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2020.106349>

Lang, J. T., Kassin, T. O., Devaney, L. L., Colon-Semenza, C., & Joseph, M. F. (2016). Test-Retest Reliability and Minimal Detectable Change for the 10-Meter Walk Test in Older Adults With Parkinson's disease. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 39(4), 165–170.

<https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000068>

Levine, D., Richards, J., Whittle, M., & Whittle, M. (Ed.). (2012). *Whittle's gait analysis* (5th ed). Churchill Livingstone/Elsevier.

Li, J. A., Loevaas, M. B., Guan, C., Goh, L., Allen, N. E., Mak, M. K. Y., Lv, J., & Paul, S. S. (2023). Does Exercise Attenuate Disease Progression in People With Parkinson's Disease? A Systematic Review With Meta-Analyses. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 37(5), 328–352.

<https://doi.org/10.1177/15459683231172752>

Lim, L. I. K., van Wegen, E. E. H., de Goede, C. J. T., Jones, D., Rochester, L., Hetherington, V., Nieuwboer, A., Willems, A. M., & Kwakkel, G. (2005). Measuring gait and gait-related activities in Parkinson's patients own home environment: A reliability, responsiveness and feasibility study. *Parkinsonism & Related Disorders*, 11(1), 19–24.

<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2004.06.003>

Lindholm, B., Nilsson, M. H., Hansson, O., & Hagell, P. (2018). The clinical significance of 10-m walk test standardizations in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 265(8), 1829–1835.

<https://doi.org/10.1007/s00415-018-8921-9>

Lu, R., Xu, Y., Li, X., Fan, Y., Zeng, W., Tan, Y., Ren, K., Chen, W., & Cao, X. (2020). Evaluation of Wearable Sensor Devices in Parkinson's Disease: A Review of Current Status and Future Prospects. *Parkinson's Disease*, 2020, 4693019. <https://doi.org/10.1155/2020/4693019>

Maetzler, W., Klucken, J., & Horne, M. (2016). A clinical view on the development of technology-based tools in managing Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 31(9), 1263–1271.

<https://doi.org/10.1002/mds.26673>

- Maier, J., Reinfelder, Barth, J., Klucken, & Eskofier, B. M. (2013). *Automatic detection of inertial sensor orientation for movement analysis in Parkinson's disease*. Biomedical Signal Analysis, Rio de Janeiro. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www5.informatik.uni-erlangen.de/Forschung/Publikationen/2013/Maier13-ADO.pdf
- Marković, V., Stanković, I., Radovanović, S., Petrović, I., Ječmenica Lukić, M., Dragašević Mišković, N., Svetel, M., & Kostić, V. (2022). Gait alterations in Parkinson's disease at the stage of hemiparkinsonism-A longitudinal study. *PLoS One*, 17(7), e0269886. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269886>
- Martini, S., Magistrelli, L., Vignaroli, F., Colombatto, F., Comi, C., & Cosentino, M. (2022). The Effects of COVID-19-Related Restrictions on Parkinson's Disease Patients in Italy: Results of a Structured Survey. *Journal of Clinical Medicine*, 11(11), 3007. <https://doi.org/10.3390/jcm11113007>
- Mate, K. K. V., Abou-Sharkh, A., Mansoubi, M., Alosaimi, A., Dawes, H., Michael, W., Stanwood, O., Harding, S., Gorenko, D., & Mayo, N. E. (2023). Evidence for the Efficacy of Commercially Available Wearable Biofeedback Gait Devices: Consumer-Centered Review. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 10, e40680. <https://doi.org/10.2196/40680>
- Matsushima, A., Matsuno, A., Saito, M., Sakurai, K., Kobayashi, K., & Sekijima, Y. (2022). *Quantitative Assessment of the Gait Improvement Effect of LSVT BIG® Using a Wearable Sensor* (SSRN Scholarly Paper 4298248). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4298248>
- McMillan, J. M., Michalchuk, Q., & Goodarzi, Z. (2021). Frailty in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Parkinsonism & Related Disorders*, 4, 100095. <https://doi.org/10.1016/j.prdoa.2021.100095>
- Mestre, T. A., Fereshtehnejad, S.-M., Berg, D., Bohnen, N. I., Dujardin, K., Erro, R., Espay, A. J., Halliday, G., van Hilten, J. J., Hu, M. T., Jeon, B., Klein, C., Leentjens, A. F. G., Marinus, J.,

- Mollenhauer, B., Postuma, R., Rajalingam, R., Rodríguez-Violante, M., Simuni, T., ... Marras, C. (2021). Parkinson's Disease Subtypes: Critical Appraisal and Recommendations. *Journal of Parkinson's Disease*, *11*(2), 395–404. <https://doi.org/10.3233/JPD-202472>
- Miller, S., Mayol, M., Moore, E., Heron, A., Nicholos, V., & Ragano, B. (2019). Rate of Progression in Activity and Participation Outcomes in Exercisers with Parkinson's Disease: A Five-Year Prospective Longitudinal Study. *Parkinson's Disease*, *2019*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/5679187>
- Mirelman, A., Bonato, P., Camicioli, R., Ellis, T. D., Giladi, N., Hamilton, J. L., Hass, C. J., Hausdorff, J. M., Pelosin, E., & Almeida, Q. J. (2019). Gait impairments in Parkinson's disease. *The Lancet. Neurology*, *18*(7), 697–708. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30044-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30044-4)
- Mishra, B., Sudheer, P., Rajan, R., Agarwal, A., Srivastava, M. V. P., Nilima, N., & Vishnu, V. Y. (2024). Bridging the gap between statistical significance and clinical relevance: A systematic review of minimum clinically important difference (MCID) thresholds of scales reported in movement disorders research. *Heliyon*, *10*(5), e26479. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26479>
- Moore, J. L., Potter, K., Blankshain, K., Kaplan, S. L., O'Dwyer, L. C., & Sullivan, J. E. (2018). A Core Set of Outcome Measures for Adults With Neurologic Conditions Undergoing Rehabilitation. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, *42*(3), 174–220. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000229>
- Muñoz-Bermejo, L., Adsuar, J. C., Mendoza-Muñoz, M., Barrios-Fernández, S., Garcia-Gordillo, M. A., Pérez-Gómez, J., & Carlos-Vivas, J. (2021). Test-Retest Reliability of Five Times Sit to Stand Test (FTSST) in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biology*, *10*(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/biology10060510>
- Nabizadeh, F., Seyedalhosseini, Z., Balabandian, M., & Reza Rostami, M. (2022). Psychological outcomes of the COVID-19 pandemic in patients with Parkinson's disease: A systematic

- review. *Journal of Clinical Neuroscience*, 102, 101–108.
<https://doi.org/10.1016/j.jocn.2022.06.017>
- Navarro-López, V., Fernández-Vázquez, D., Molina-Rueda, F., Cuesta-Gómez, A., García-Prados, P., Del-Valle-Gratacós, M., & Carratalá-Tejada, M. (2022). Arm-swing kinematics in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture*, 98, 85–95.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.08.017>
- Navrátilová, D. (2020). *Hodnocení vybraných charakteristik chůze u pacientů s Parkinsonovou nemocí pomocí systému RehaGait* [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci. Fakulta tělesné kultury. Katedra fyzioterapie]. https://library.upol.cz/arl-upol/cs/detail-upol_us_cat-0328146-Hodnoceni-vybranych-charakteristik-chuze-u-pacientu-s-Parkinsonovou-nemoci-pomoci-systemu-RehaGait/
- Neumannová, K., Janura, M., Kováčiková, Z., Svoboda, Z., & Jakubec, L. (2015). *Analýza chůze u osob s chronickou obstrukční plicní nemocí* (1. vydání). Univerzita Palackého v Olomouci.
https://library.upol.cz/arl-upol/cs/detail-upol_us_cat-0187114-Analyza-chuze-u-osob-s-chronickou-obstrukcni-plicni-nemoci/
- Nonnekes, J., Růžička, E., Nieuwboer, A., Hallett, M., Fasano, A., & Bloem, B. R. (2019). Compensation Strategies for Gait Impairments in Parkinson Disease: A Review. *JAMA Neurology*, 76(6), 718–725. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.0033>
- Okada, Y., Ohtsuka, H., Kamata, N., Yamamoto, S., Sawada, M., Nakamura, J., Okamoto, M., Narita, M., Nikaido, Y., Urakami, H., Kawasaki, T., Morioka, S., Shomoto, K., & Hattori, N. (2021). Effectiveness of Long-Term Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Parkinson's Disease*, 11(4).
<https://doi.org/10.3233/JPD-212782>
- Ongre, S. O., Dalen, I., Tysnes, O.-B., Alves, G., & Herlofson, K. (2021). Progression of fatigue in Parkinson's disease—A 9-year follow-up. *European Journal of Neurology*, 28(1), 108–116. <https://doi.org/10.1111/ene.14520>

- Opavský, J. (2003). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty* / (1. vyd.). Univerzita Palackého,.
- Pau, M., Corona, F., Pili, R., Casula, C., Guicciardi, M., Cossu, G., & Murgia, M. (2018). Quantitative Assessment of Gait Parameters in People with Parkinson's Disease in Laboratory and Clinical Setting: Are the Measures Interchangeable? *Neurology International*, *10*(2), Article 2. <https://doi.org/10.4081/ni.2018.7729>
- Paul, S. S., Canning, C. G., Sherrington, C., & Fung, V. S. C. (2012). Reproducibility of measures of leg muscle power, leg muscle strength, postural sway and mobility in people with Parkinson's disease. *Gait & Posture*, *36*(3), 639–642. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.04.013>
- Petersen, C., Steffen, T., Paly, E., Dvorak, L., & Nelson, R. (2017). Reliability and Minimal Detectable Change for Sit-to-Stand Tests and the Functional Gait Assessment for Individuals With Parkinson Disease. *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001), *40*(4), 223–226. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000102>
- Peterson, D., Mancini, M., Fino, P., Horak, F., & Smulders, K. (2020). Speeding up gait in Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's disease*, *10*(1), 245–253. <https://doi.org/10.3233/JPD-191682>
- Pistacchi, M., Gioulis, M., Sanson, F., De Giovannini, E., Filippi, G., Rossetto, F., & Marsala, S. Z. (2017). Gait analysis and clinical correlations in early Parkinson's disease. *Functional Neurology*, *32*(1), 28–34. <https://doi.org/10.11138/FNeur/2017.32.1.028>
- Posada, I. J., Benito-León, J., Louis, E. D., Trincado, R., Villarejo, A., Medrano, M. J., & Bermejo-Pareja, F. (2011). Mortality from Parkinson's disease: A population-based prospective study (NEDICES). *Movement Disorders*, *26*(14), 2522–2529. <https://doi.org/10.1002/mds.23921>

- Prell, T., Uhlig, M., Derlien, S., Maetzler, W., & Mühlhammer, H. (2022). Fear of Falling Does Not Influence Dual-Task Gait Costs in People with Parkinson's Disease: A Cross-Sectional Study. *Sensors*, 22, 2029. <https://doi.org/10.3390/s22052029>
- Prime, M., McKay, J. L., Bay, A., Hart, A., Kim, C., Abraham, A., & Hackney, M. E. (2018). Association between Parkinson's Disease subtypes and tests of physical function: The 360-degree turn test is most predictive (s. 342733). bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/342733>
- Putri, C., Hariyanto, T. I., Hananto, J. E., Christian, K., Situmeang, R. F. V., & Kurniawan, A. (2021). Parkinson's disease may worsen outcomes from coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia in hospitalized patients: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Parkinsonism & Related Disorders*, 87, 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2021.04.019>
- Robinson, A. G., Dennett, A. M., & Snowdon, D. A. (2019). Treadmill training may be an effective form of task-specific training for improving mobility in people with Parkinson's disease and multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*, 105(2), 174–186. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.11.007>
- Růžička, E., & Roth, J. (1998). *Parkinsonova nemoc: Komentáře - praktické postupy* / (1. vyd.). Psychiatrické centrum,.
- Ryckewaert, G., Luyat, M., Rambour, M., Tard, C., Noël, M., Defebvre, L., & Delval, A. (2015). Self-perceived and actual ability in the functional reach test in patients with Parkinson's disease. *Neuroscience Letters*, 589, 181–184. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.01.039>
- Sato, K., Hatano, T., Yamashiro, K., Kagohashi, M., Nishioka, K., Izawa, N., Mochizuki, H., Hattori, N., Mori, H., & Mizuno, Y. (2006). Prognosis of Parkinson's disease: Time to stage III, IV, V, and to motor fluctuations. *Movement Disorders*, 21(9), 1384–1395. <https://doi.org/10.1002/mds.20993>

- Shalash, A., Helmy, A., Salama, M., Gaber, A., El-Belkimy, M., & Hamid, E. (2022). A 6-month longitudinal study on worsening of Parkinson's disease during the COVID-19 pandemic. *NPJ Parkinson's Disease*, *8*, 111. <https://doi.org/10.1038/s41531-022-00376-x>
- Shalash, A., Roushdy, T., Essam, M., Fathy, M., Dawood, N. L., Abushady, E. M., Elrassas, H., Helmi, A., & Hamid, E. (2020). Mental Health, Physical Activity, and Quality of Life in Parkinson's Disease During COVID-19 Pandemic. *Movement Disorders*, *35*(7), 1097–1099. <https://doi.org/10.1002/mds.28134>
- Schenkman, M., Ellis, T., Christiansen, C., Barón, A. E., Tickle-Degnen, L., Hall, D. A., & Wagenaar, R. (2011). Profile of functional limitations and task performance among people with early- and middle-stage Parkinson disease. *Physical Therapy*, *91*(9), 1339–1354. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100236>
- Schlachetzki, J. C. M., Barth, J., Marxreiter, F., Gossler, J., Kohl, Z., Reinfelder, S., Gassner, H., Aminian, K., Eskofier, B. M., Winkler, J., & Klucken, J. (2017). Wearable sensors objectively measure gait parameters in Parkinson's disease. *PLoS ONE*, *12*(10), e0183989. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183989>
- Schließmann, D., Nisser (Glöckner), M., Schuld, C., Gladow, T., Derlien, S., Heutehaus, L., Weidner, N., Smolenski, U., & Rupp, R. (2018). Trainer in a pocket—Proof-of-concept of mobile, real-time, foot kinematics feedback for gait pattern normalization in individuals after stroke, incomplete spinal cord injury and elderly patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *15*. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0389-4>
- Sica, M., Tedesco, S., Crowe, C., Kenny, L., Moore, K., Timmons, S., Barton, J., O'Flynn, B., & Komaris, D.-S. (2021). Continuous home monitoring of Parkinson's disease using inertial sensors: A systematic review. *PloS One*, *16*(2), e0246528. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246528>
- Silva de Lima, A. L., Evers, L. J. W., Hahn, T., Bataille, L., Hamilton, J. L., Little, M. A., Okuma, Y., Bloem, B. R., & Faber, M. J. (2017). Freezing of gait and fall detection in Parkinson's

- disease using wearable sensors: A systematic review. *Journal of Neurology*, 264(8), 1642–1654. <https://doi.org/10.1007/s00415-017-8424-0>
- Silva-Batista, C., Coelho, D. B., Júnior, R. C. F., Almeida, L. R., Guimarães, A., Nóbrega, K. C. C., Machado Sanchez, H., Lindquist, A. R. R., Israel, V. L., Kanegusuku, H., Guimarães, R., Beckmann Bosaipo, N., Barbosa, R., Correa, C. L., Finatto, M. J., Mendes, F. A. dos S., & Piemonte, M. E. P. (2021). Multidimensional Factors Can Explain the Clinical Worsening in People With Parkinson's Disease During the COVID-19 Pandemic: A Multicenter Cross-Sectional Trial. *Frontiers in Neurology*, 12, 708433. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.708433>
- Smith, E., Walsh, L., Doyle, J., Greene, B., & Blake, C. (2016). The reliability of the quantitative timed up and go test (QTUG) measured over five consecutive days under single and dual-task conditions in community dwelling older adults. *Gait & Posture*, 43, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.10.004>
- Smith, M. D., Brazier, D. E., & Henderson, E. J. (2021). Current Perspectives on the Assessment and Management of Gait Disorders in Parkinson's Disease. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 17, 2965–2985. <https://doi.org/10.2147/NDT.S304567>
- Soyuer, F., Gultekin, M., & Cankurtaran, F. (2018). The evaluation of gait problems and related factors in patients with Parkinson's disease. *International Journal of Family & Community Medicine*, Volume 2(Issue 3). <https://doi.org/10.15406/ijfcm.2018.02.00061>
- Steffen, T., & Seney, M. (2008). Test-Retest Reliability and Minimal Detectable Change on Balance and Ambulation Tests, the 36-Item Short-Form Health Survey, and the Unified Parkinson Disease Rating Scale in People With Parkinsonism. *Physical Therapy*, 88(6), 733–746. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070214>

- Storm, F., Cesareo, A., Reni, G., & Biffi, E. (2020). Wearable Inertial Sensors to Assess Gait during the 6-Minute Walk Test: A Systematic Review. *Sensors*, *20*, 2660. <https://doi.org/10.3390/s20092660>
- Tavares, J. E. R., Ullrich, M., Roth, N., Kluge, F., Eskofier, B. M., Gaßner, H., Klucken, J., Gladow, T., Marxreiter, F., da Costa, C. A., da Rosa Righi, R., & Barbosa, J. L. V. (2023). uTUG: An unsupervised Timed Up and Go test for Parkinson's disease. *Biomedical Signal Processing and Control*, *81*, 104394. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2022.104394>
- Uem, J. M. T. V., Walgaard, S., Ainsworth, E., Hasmann, S. E., Heger, T., Nussbaum, S., Hobert, M. A., Micó-Amigo, E. M., Lummel, R. C. V., Berg, D., & Maetzler, W. (2016). Quantitative Timed-Up-and-Go Parameters in Relation to Cognitive Parameters and Health-Related Quality of Life in Mild-to-Moderate Parkinson's Disease. *PLOS ONE*, *11*(4), e0151997. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151997>
- Ullrich, M., Mucke, A., Kuderle, A., Roth, N., Gladow, T., Gaßner, H., Marxreiter, F., Klucken, J., Eskofier, B., & Kluge, F. (2021). Detection of Unsupervised Standardized Gait Tests From Real-World Inertial Sensor Data in Parkinson's Disease. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, *PP*. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2021.3119390>
- Ullrich, M., Roth, N., Küderle, A., Richer, R., Gladow, T., Gaßner, H., Marxreiter, F., Klucken, J., Eskofier, B. M., & Kluge, F. (2023). Fall Risk Prediction in Parkinson's Disease Using Real-World Inertial Sensor Gait Data. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, *27*(1), 319–328. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3215921>
- Vance, R. C., Healy, D. G., Galvin, R., & French, H. P. (2015). Dual Tasking With the Timed "Up & Go" Test Improves Detection of Risk of Falls in People With Parkinson Disease. *Physical Therapy*, *95*(1), 95–102. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130386>
- Vellata, C., Belli, S., Balsamo, F., Giordano, A., Colombo, R., & Maggioni, G. (2021). Effectiveness of Telerehabilitation on Motor Impairments, Non-motor Symptoms and Compliance in

- Patients With Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Frontiers in Neurology*, 12, 627999. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.627999>
- Vila, M. H., Pérez, R., Mollinedo, I., & Cancela, J. M. (2021). Analysis of Gait for Disease Stage in Patients with Parkinson's Disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 720. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020720>
- Vitová, K. (2021). *Vliv tréninku chůze na chůzovém trenážeru na vybrané charakteristiky chůze u pacientů s Parkinsonovou nemocí s využitím systému RehaGait Analyzer Pro* [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci. Fakulta tělesné kultury. Katedra fyzioterapie]. https://library.upol.cz/arl-upol/cs/detail-upol_us_cat-0375000-Vliv-treninku-chuze-na-chuzovem-trenazeru-na-vybrane-charakteristiky-chuze-u-pacientu-s-Parkinsonovo/
- von Coelln, R., Gruber-Baldini, A. L., Reich, S. G., Armstrong, M. J., Savitt, J. M., & Shulman, L. M. (2021). The inconsistency and instability of Parkinson's disease motor subtypes. *Parkinsonism & Related Disorders*, 88, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2021.05.016>
- Webster, D. D. (1968). Critical analysis of the disability in Parkinson's disease. *Modern Treatment*, 5(2), 257–282.
- Welzel, J., Wendtland, D., Warmerdam, E., Romijnders, R., Elshehabi, M., Geritz, J., Berg, D., Hansen, C., & Maetzler, W. (2021). Step Length Is a Promising Progression Marker in Parkinson's Disease. *Sensors*, 21(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/s21072292>
- Whitney, S. L., Wrisley, D. M., Marchetti, G. F., Gee, M. A., Redfern, M. S., & Furman, J. M. (2005). Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: Validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. *Physical Therapy*, 85(10), 1034–1045.
- Wilson, J., Alcock, L., Yarnall, A. J., Lord, S., Lawson, R. A., Morris, R., Taylor, J.-P., Burn, D. J., Rochester, L., & Galna, B. (2020). Gait Progression Over 6 Years in Parkinson's Disease:

Effects of Age, Medication, and Pathology. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 577435.

<https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.577435>

World Health Organisation [WHO]. (2010). *Global recommendations on physical activity for health.* chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44399/9789241599979_eng.pdf?sequence=1

World Health Organisation [WHO]. (2023). *Coronavirus disease (COVID-19).*

<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19>

Yamada, P. de A., Amaral-Felipe, K. M., Spinoso, D. H., Abreu, D. C. C. de, Stroppa-Marques, A.

E. Z., & Faganello-Navega, F. R. (2020). Everyday tasks impair spatiotemporal variables of gait in older adults with Parkinson's disease. *Human Movement Science*, 70, 102591.

<https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102591>

Zajac, J. A., Cavanaugh, J. T., Baker, T., Duncan, R. P., Fulford, D., Girnis, J., LaValley, M., Nordahl,

T., Porciuncula, F., Rawson, K. S., Saint-Hilaire, M., Thomas, C. A., Earhart, G. M., & Ellis, T. D. (2022). Does clinically measured walking capacity contribute to real-world walking

performance in Parkinson's disease? *Parkinsonism & Related Disorders*, 105, 123–127.

<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2022.11.016>

Zampieri, C., Salarian, A., Carlson-Kuhta, P., Aminian, K., Nutt, J. G., & Horak, F. B. (2010). The

instrumented Timed Up and Go test: Potential outcome measure for disease modifying therapies in Parkinson's disease. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*,

81(2), 171–176. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2009.173740>

Zuo, L.-J., Piao, Y.-S., Li, L.-X., Yu, S.-Y., Guo, P., Hu, Y., Lian, T.-H., Wang, R.-D., Yu, Q.-J., Jin, Z.,

Wang, Y.-J., Wang, X.-M., Chan, P., Chen, S.-D., Wang, Y.-J., & Zhang, W. (2017).

Phenotype of postural instability/gait difficulty in Parkinson disease: Relevance to

cognitive impairment and mechanism relating pathological proteins and neurotransmitters. *Scientific Reports*, 7, 44872. <https://doi.org/10.1038/srep44872>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

10MWT	10 Metre Walk Test, desetimetrový test chůze
3D	trojrozměrný
360 DTT	360 Degree Turn Test, test otočení o 360°
6MWT	6 Minute Walk Test, šestiminutový test chůze
ADL	Activities of Daily Living, aktivity denního života
cm	centimetr
FRT	Functional reach test, funkční test dosahu
FTSST	Five Times Sit to Stand Test, zkouška pěti postavení ze sedu
H&Y	škála dle Hoehnové a Yahra
HRQoL	Health-Related Quality of Life, hodnocení kvality života na základě zdraví
iTUG	Timed Up and Go test s využitím inerciálních senzorů
LDK	levá dolní končetina
m	metr
MCID	minimal clinically important difference, minimální klinicky důležitá změna
MDC	minimal detectable change, minimální detekovatelná změna
OFF fáze	vyhasínání účinku dávky Levodopy
ON fáze	účinkování Levodopy
PDK	pravá dolní končetina
PIGD	Postural Imbalance and Gait Disorder, posturální nestabilita a poruchy chůze
PN	Parkinsonova nemoc
PS	parkinsonský syndrom
s	sekunda
TD	tremor-dominantní
TUG	Timed Up and Go test, zkouška postavení a chůze na čas
UPRDS	Unified Parkinson's Disease Rating scale, unifikovaná škála pro hodnocení PN
uTUG	unsupervised Timed Up and Go test, bez dohledu vyšetřujícího

PŘÍLOHY

Příloha 1. Vyjádření Etické komise FTK UP



Fakulta
tělesné kultury

Genius loci ...

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 28.11.2022 byl projekt diplomové práce

Autor /hlavní řešitel/: **Bc. Šárka Chroustová**

s názvem **Hodnocení chůze pacientů s Parkinsonovou nemocí vybranými klinickými testy a pomocí systému RehaGait: Follow-up studie**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **90/2022**

dne: **16. 12. 2022**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi 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

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009
www.ftk.upol.cz

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Název: Hodnocení chůze pacientů s Parkinsonovou nemocí vybranými klinickými testy a pomocí systému RehaGait: Follow-up studie

Forma projektu: diplomová práce

Autorka: Bc. Šárka Chroustová

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

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Já, níže podepsaný/á, souhlasím se svou účastí ve studii týkající se hodnocení chůze pomocí RehaGait systému a vybranými klinickými testy u pacientů s Parkinsonovou nemocí. Prohlašuji, že jsem byl/a podrobně informován/a o cíli studie a o jejích postupech. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Jsem si vědom/a, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit nebo účast na studii ukončit. Moje účast ve studii je dobrovolná.

Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. 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.

Porozuměl/a jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Datum: _____

Jméno: _____

Podpis _____

Příloha 3. Porovnání průměrů vybraných charakteristik chůze naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců při chůzi po rovině běžnou rychlostí (n=10)

Vybrané charakteristiky chůze	První měření – průměr	Druhé měření – průměr
Trvání dvojkroku [s]	1,08	1,12
Délka kroku [m]	1,12	1,09
Rychlost chůze [m/s]	1,04	0,98
Kadence [krok/minutu]	111,6	107,85
Stojná fáze LDK [%]	65,13	65,91
Stojná fáze PDK [%]	63,44	65,69
Švihová fáze LDK [%]	34,86	34,08
Švihová fáze PDK [%]	36,55	34,3
Jednooporová fáze LDK [%]	36,66	34,32
Jednooporová fáze PDK [%]	34,94	35,33
Dvouoporová fáze LDK [%]	14,33	25,06
Dvouoporová fáze PDK [%]	13,99	18,39
Časová variabilita chůze [%]	3,74	4,19
Prostorová variabilita [%]	6,86	4,8

Příloha 4. Porovnání průměrů vybraných charakteristik chůze naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí (n=10)

Vybrané charakteristiky chůze	První měření – průměr	Druhé měření – průměr
Trvání dvojkroku [s]	0,96	0,97
Délka kroku [m]	1,29	1,31
Rychlost chůze [m/s]	1,35	1,36
Kadence [krok/minutu]	125,41	125,01
Stojná fáze LDK [%]	63,25	64,28
Stojná fáze PDK [%]	60,34	65,79
Švihová fáze LDK [%]	36,74	35,71
Švihová fáze PDK [%]	39,65	34,2
Jednooporová fáze LDK [%]	39,73	34,59
Jednooporová fáze PDK [%]	36,78	38,79
Dvouoporová fáze LDK [%]	16,5	29,6
Dvouoporová fáze PDK [%]	20,04	16,35
Časová variabilita chůze [%]	3,96	7,4
Prostorová variabilita [%]	7,56	10,81

Příloha 5. Porovnání průměrů výsledků vybraných klinických testů u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců (n=10)

Vybrané klinické testy	První měření – průměr	Druhé měření – průměr
TUGS [s]	9,41	9,58
TUGR [s]	7,96	7,26
TUGM [s]	9,04	8,73
TUGK [s]	11,88	10,91
10MWTS [m/s]	1,16	1,24
10MWTR [m/s]	1,57	1,75
6MWT [m]	420,44	439,5
FTSST [s]	13,11	11,97
FRT [cm]	28,22	21,7
360 DTT L [s]	4,62	2,61
360 DTT P [s]	4,54	2,35

Poznámka. TUG – Timed Up and Go, varianta S – standardní, R – rychlá, M – manuální, K – kognitivní; 10MWT – 10 Metre Walk Test, varianta S – standardní, R – rychlá; 6MWT – 6 Minute Walk Test; FTSST – Five Times Sit to Stand Test; FRT – Functional Reach Test; 360 DTT – 360 Degree Turn Test, varianta L – doleva, P – doprava, prvního měření klinických testů se účastnilo pouze 9 probandů.

Příloha 6. Doplnění Tabulky 1: Porovnání mediánů vybraných charakteristik chůze naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců při chůzi po rovině běžnou rychlostí (n=10)

Vybrané charakteristiky chůze	První měření – medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	Druhé měření – medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	p
Trvání dvojkroku [s]	1,03	1,02	1,14	1,11	1,05	1,14	0,109
Délka kroku [m]	1,14	1,00	1,23	1,08	0,98	1,18	0,374
Rychlost chůze [m/s]	1,07	0,96	1,12	0,99	0,88	1,12	0,202
Kadence [krok/minutu]	116,40	104,80	118,09	107,64	105,26	114,39	0,074
Stojná fáze LDK [%]	64,02	62,80	65,20	64,86	63,70	68,66	0,386
Stojná fáze PDK [%]	63,43	61,17	64,97	64,95	62,76	68,29	0,241
Švihová fáze LDK [%]	35,98	34,80	37,20	35,15	31,34	36,30	0,386
Švihová fáze PDK [%]	36,58	35,03	38,83	35,05	31,71	37,24	0,241
Jednooporová fáze LDK [%]	36,56	35,03	38,85	35,05	31,74	37,31	0,241
Jednooporová fáze PDK [%]	36,00	34,88	37,13	36,21	33,09	37,84	0,878
Dvouoporová fáze LDK [%]	14,30	11,22	16,00	16,58	12,96	18,89	0,092
Dvouoporová fáze PDK [%]	14,04	13,32	14,95	15,69	12,60	17,16	0,284
Časová variabilita chůze [%]	2,72	2,00	4,26	2,51	1,87	3,46	0,798
Prostorová variabilita [%]	3,87	2,80	7,54	2,42	1,90	3,95	0,284

Poznámka. p – hodnota statistické významnosti; *p ≤ 0,05.

Příloha 7. Doplnění Tabulky 2: Porovnání mediánů vybraných charakteristik chůze naměřených systémem RehaGait Analyzer Pro u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců při chůzi po rovině subjektivně maximální rychlostí (n=10)

Vybrané charakteristiky chůze	První měření – medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	Druhé měření – medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	p
Trvání dvojkroku [s]	0,93	0,90	1,00	0,95	0,91	1,00	0,575
Délka kroku [m]	1,30	1,23	1,37	1,25	1,23	1,33	0,959
Rychlost chůze [m/s]	1,40	1,21	1,50	1,39	1,31	1,45	0,721
Kadence [krok/minutu]	128,50	119,81	134,18	126,86	119,73	132,14	0,575
Stojná fáze LDK [%]	61,75	60,28	64,55	62,90	60,43	64,61	0,878
Stojná fáze PDK [%]	60,37	60,04	62,33	64,92	60,89	70,75	0,092
Švihová fáze LDK [%]	38,26	35,45	39,72	37,10	35,39	39,57	0,878
Švihová fáze PDK [%]	39,63	37,67	39,96	35,08	29,25	39,11	0,092
Jednooporová fáze LDK [%]	39,61	37,62	40,10	35,90	29,24	39,12	0,092
Jednooporová fáze PDK [%]	38,32	35,39	39,68	38,31	36,32	39,52	0,721
Dvouoporová fáze LDK [%]	11,31	10,40	15,27	14,37	11,02	58,29	0,074
Dvouoporová fáze PDK [%]	11,92	10,45	13,95	14,66	10,38	19,75	0,441
Časová variabilita chůze [%]	2,98	2,13	4,17	2,90	1,84	6,44	0,798
Prostorová variabilita [%]	5,40	4,16	7,80	5,65	3,58	13,43	0,959

Poznámka. p – hodnota statistické významnosti; *p ≤ 0,05.

Příloha 8. Doplnění Tabulky 3: Porovnání mediánů vybraných klinických testů u pacientů s PN s časovým odstupem 13-18 měsíců (n=10)

Vybrané klinické testy	První měření – medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	Druhé měření – medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	p
TUGS [s]	8,12	7,40	10,20	9,09	8,02	9,63	0,858
TUGR [s]	7,13	6,19	8,68	6,62	6,37	7,08	0,386
TUGM [s]	8,85	7,03	10,68	7,15	6,83	8,91	0,207
TUGK [s]	10,95	9,10	12,94	10,17	8,06	12,18	0,262
10MWTS [m/s]	1,09	1,06	1,30	1,27	1,14	1,34	0,085
10MWTS [m/s]	1,62	1,49	1,65	1,79	1,67	1,99	0,015*
6MWT [m]	405,00	387,00	440,00	465,00	380,00	500,00	0,028*
FTSST [s]	11,76	10,08	14,05	9,57	8,74	12,02	0,202
FRT [cm]	29,00	20,00	31,00	21,00	18,00	25,00	0,050*
360 DTT L [s]	4,80	3,02	5,34	2,32	1,82	3,40	0,007*
360 DTT P [s]	4,78	3,02	5,20	2,14	1,78	2,53	0,007*

Poznámka. TUG – Timed Up and Go, varianta S – standardní, R – rychlá, M – manuální, K – kognitivní; 10MWT – 10 Metre Walk Test, varianta S – standardní, R – rychlá; 6MWT – 6 Minute Walk Test; FTSST – Five Times Sit to Stand Test; FRT – Functional Reach Test; 360 DTT – 360 Degree Turn Test, varianta L – doleva, P – doprava; p – hodnota statistické významnosti; * $p \leq 0,05$, prvního měření klinických testů se účastnilo pouze 9 probandů.

Příloha 9. Číselné hodnoty ke Grafům 1-13

Tabulka ke Grafu 1. Porovnání průměrných hodnot trvání dvojkroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – trvání dvojkroku [s]	1,02	1,22	1	1,03	1,03	1,14	1,1	1,02	1,01	1,25
Druhé měření – trvání dvojkroku [s]	0,99	1,11	1,09	1,14	1,03	1,16	1,11	1,13	1,05	1,37

Poznámka. P – proband.

Tabulka ke Grafu 2. Porovnání průměrných hodnot délky kroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – délka kroku [m]	0,94	1,29	1,11	1,18	1,16	1,23	1,05	1,00	1,32	0,91
Druhé měření – délka kroku [m]	0,94	1,38	1,12	1	1,14	1,03	1,18	0,97	1,25	0,91

Poznámka. Barevné označení – změna parametru je vyšší než literaturou určená MCID pro délku dvojkroku, zelené označení (MCID) – tendence ke zlepšení daného parametru, oranžové označení (MCID) – tendence k progresi parametru, P – proband.

Tabulka ke Grafu 3. Porovnání průměrných hodnot rychlostí chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – rychlost chůze [m/s]	0,93	1,06	1,12	1,15	1,12	1,08	0,96	0,98	1,30	0,73
Druhé měření – rychlost chůze [m/s]	0,94	1,23	1,03	0,88	1,12	0,89	1,06	0,87	1,19	0,66

Poznámka. Barevné označení – změna parametru je vyšší než literaturou určená MDC nebo MCID pro rychlost chůze, zelené označení (MCID) – tendence ke zlepšení daného parametru, oranžové označení (MCID) – tendence k progresi parametru, červené označení (MDC) – tendence k progresi parametru, P – proband.

Tabulka ke Grafu 4. Porovnání průměrných hodnot kadence chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při běžné rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – kadence [krok/ minutu]	118,9	98,1	120,4	116,4	116,3	104,8	109,2	117,5	118,0	96
Druhé měření – kadence [krok/ minutu]	120,2	107,4	109,4	105,2	116,7	103,2	107,8	106,3	114,3	87,5

Poznámka. P – proband.

Tabulka ke Grafu 5. Porovnání průměrných hodnot trvání dvojkroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – trvání dvojkroku [s]	0,90	1,14	0,86	0,91	0,87	1	0,97	0,93	0,94	1,16
Druhé měření – trvání dvojkroku [s]	0,94	1,00	0,91	0,89	1,20	0,96	0,94	0,87	0,96	1,10

Poznámka. P – proband.

Tabulka ke Grafu 6. Porovnání průměrných hodnot délky kroku pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – délka kroku [m]	1,23	1,37	1,23	1,36	1,34	1,44	1,18	1,27	1,48	1,01
Druhé měření – délka kroku [m]	1,23	1,26	1,30	1,21	1,87	1,24	1,33	1,23	1,58	0,91

Poznámka. P – proband.

Tabulka ke Grafu 7. Porovnání průměrných hodnot rychlosti chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – rychlost chůze [m/s]	1,37	1,20	1,45	1,50	1,54	1,44	1,21	1,37	1,57	0,88
Druhé měření – rychlost chůze [m/s]	1,31	1,28	1,43	1,36	1,64	1,32	1,45	1,43	1,65	0,83

Poznámka. P – proband.

Tabulka ke Grafu 8. Porovnání průměrných hodnot kadence chůze pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření při subjektivně maximální rychlosti chůze

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – kadence [krok/ minutu]	134,2	105,6	140,6	132,3	137,9	119,8	123	129,4	127,6	103,8
Druhé měření – kadence [krok/ minutu]	129,3	119,7	132,1	135	107	125,9	127,8	139,2	125,2	108,9

Poznámka. Barevné označení – změna parametru je vyšší než literaturou určená MDC pro kadenci chůze, modré označení (MDC) – tendence ke zlepšení daného parametru, P – proband.

Tabulka ke Grafu 9. Porovnání průměrných rychlostí chůze změřených v rychlé variantě 10MWT pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – rychlost chůze [m/s]	1,63	1,32	1,65	1,70	1,83	1,56	1,40	1,49	1,62	
Druhé měření – rychlost chůze [m/s]	1,67	1,78	1,61	1,79	2,15	2,02	1,79	1,70	1,99	1,02

Poznámka. Barevné označení – změna parametru je vyšší než literaturou určená MDC pro rychlost chůze v rychlé variantě 10MWT, modré označení (MDC) – tendence ke zlepšení daného parametru, P – proband.

Tabulka ke Grafu 10. Porovnání průměrné doby otočky změřené u 360 DTT doleva pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – 360 DTT L [s]	5,13	5,34	5,99	3,02	3,12	2,99	3,02	8,17	4,8	
Druhé měření – 360 DTT L [s]	1,72	3,72	2,76	2,12	1,36	1,82	2,28	3,4	2,35	4,6

Poznámka. P – proband.

Tabulka ke Grafu 11. Porovnání průměrné doby otočky změřené u 360 DTT doprava pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – 360 DTT P [s]	4,78	5,01	6,45	2,87	3,02	2,87	3,06	7,62	5,2	
Druhé měření – 360 DTT P [s]	1,78	2,25	2,49	2,02	1,23	1,59	2,01	3,39	2,53	4,3

Poznámka. P – proband.

Tabulka ke Grafu 12. Porovnání průměrné vzdálenosti změřené u FRT pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – FRT [cm]	45	31	19	29	30	29	33	18	20	
Druhé měření – FRT [cm]	20	29	17	25	17	25	22	24	18	20

Poznámka. Barevné označení – změna parametru je vyšší než literaturou určená MDC pro vzdálenost u FRT, červené označení (MDC) – tendence k progresi daného parametru, P – proband.

Tabulka ke Grafu 13. Porovnání průměrné vzdálenosti změřené u 6MWT pro jednotlivé probandy v prvním a druhém měření

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
První měření – 6MWT [m]	396	387	337	491	518	405	440	370	440	
Druhé měření – 6MWT [m]	380	520	375	480	540	420	500	450	490	240

Poznámka. Barevné označení – změna parametru je vyšší než literaturou určená MDC pro vzdálenost u 6MWT, modré označení (MDC) – tendence ke zlepšení daného parametru, P – proband.

Příloha 10. Potvrzení o překladu

Thesis title: Assessment of gait of patients with Parkinson's disease by selected clinical tests and using the RehaGait system: A follow-up study

Abstract:

The aim of this thesis was to monitor selected gait characteristics and clinical tests in patients with Parkinson's disease with a time interval of 13-18 months. The research group consisted of 10 patients with Parkinson's disease (7 men and 3 women, average age 66 ± 9.9 years) in stage 2-3 according to Hoehn and Yahr. The RehaGait Analyzer Pro system was used for gait analysis. The following parameters were analyzed: two-step cycle duration, step length, walking speed, cadence, percentage duration of the standing phase of the left lower limb (LLL) and right lower limb (RLL), swing phase of LLL and RLL, single-support phases of LLL and RLL, double-support phases of LLL and RLL, temporal and spatial variability of the gait cycle. These walking parameters were assessed for normal and subjective maximum walking speed. Furthermore, selected clinical tests were measured. The non-parametric Wilcoxon test was used to compare the data of the first and second measurements. When comparing the median values of the clinical test results, a statistically significant difference was recorded in five cases. These were an increase in the maximum walking speed measured in the 10MWT (10 Meter Walk Test), an increase in the distance in the 6MWT (6 Minute Walk Test), a decrease in the distance in the FRT (Functional Reach Test) and a decrease in the duration of the 360 DTT (360 Degree Turn Test) on both sides. When comparing the median values of selected gait characteristics at normal and subjective maximum walking speeds, no statistically significant difference was found between the first and second measurements.

Keywords:

RehaGait, Parkinson's disease, spatiotemporal parameters, gait disorders, inertial sensors

Bc. Viktor Horák
BONALINGUA
Palackého 641/11, 772 00 OLOMOUČ
IČO: 73925101 DIČ: C77608224195
Tel.: 505 235 111

24.4.2024

