

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav klinické rehabilitace

Bc. Tereza Mikolášová

Roboticky asistovaná rehabilitace spastické parézy

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA

Olomouc 2024

Anotace

Název práce: Roboticky asistovaná rehabilitace spastické parézy

Název práce v AJ: Robotic assisted rehabilitation of spastic paresis

Datum zadání: 2023-01-31

Datum odevzdání: 2024-05-17

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Bc. Tereza Mikolášová

Vedoucí práce: doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA

Oponent práce: doc. Mgr. Robert Vysoký, Ph.D.

Rozsah: 91 stran

Abstrakt v ČJ:

Roboticky asistovaná rehabilitace spastické parézy

Úvod: Roboticky asistovaná rehabilitace, jakožto moderní trend v neurorehabilitaci, je využíván ke zmírnění důsledků spastické parézy na horní končetině u neurologických pacientů.

Cíl: Zhodnocení efektu roboticky asistované rehabilitace (RAR) horní končetiny s využitím systému Armeo Spring, se zaměřením na spastickou parézu flexorů loketního kloubu u neurologických pacientů.

Metodika: Výzkumu se zúčastnilo 27 pacientů s neurologickým deficitem v chronickém stádiu onemocnění s projevy spastické parézy na horní končetině, hodnoceni stupněm 1-3 na Modifikované Ashworthově škále, po předchozí aplikaci botulotoxinu do vybraných svalů. Průměrný věk pacientů byl 59,9 let. Pacienti byli randomizovaně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. Experimentální skupina se skládala z 15 pacientů, jejichž průměrný věk byl 60,6 let, jednalo se o 9 žen a 6 mužů. Kontrolní skupina zahrnovala 12 pacientů s průměrným věkem 58,6 let, obsahovala 5 žen a 7 mužů. Spasticita m. biceps brachii, m. brachialis a m. brachioradialis byla hodnocena podle Modifikované Ashworthovy škály. Funkce horní končetiny byla posuzována pomocí Modifikovaného Frenchayského testu paže, soběstačnost pacienta dle Indexu Barthelové a kvalita života dle dotazníku SF-36. Naměřená data byla zaznamenána do tabulky v programu Microsoft Excel 2016 a následně zpracována

v programu STATISTICA za použití neparametrického Wilcoxonova test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$. Výsledky byly zpracovány v grafické formě.

Výsledky: V rámci hodnocení spasticity pro m. biceps brachii ($p=0,89$), m. brachialis ($p=0,87$) a m. brachioradialis ($p=0,63$) dle Modifikované Ashworthovy škály, nebyl prokázán pozitivní statisticky významný výsledek ve změně spasticity flexorů loketního kloubu, jakožto výsledek roboticky asistované rehabilitace. V hodnocení funkce horní končetiny dle Modifikovaného Frenchayského testu paže ($p=0,21$) nebyl prokázán statisticky významný výsledek. U hodnocení soběstačnosti dle Indexu Barthelové ($p=0,02$) a kvality života dle dotazníku SF-36 ($p=0,008$) byl prokázán signifikantní výsledek.

Závěr: Roboticky asistovaná rehabilitace nemá statisticky významný vliv na spasticitu flexorů loketního kloubu. Avšak má statisticky signifikantní vliv na soběstačnost a kvalitu života pacienta.

Klíčová slova: Recentní možnosti roboticky asistované rehabilitace, spastická paréza, Armeo Spring, léčba spasticity

Abstrakt v AJ:

Robot-assisted rehabilitation of spastic paresis

Introduction: Robotic-assisted rehabilitation, as a modern trend in neurorehabilitation, is used to reduce the consequences of spastic paresis of the upper limb in neurological patients.

Purpose: Evaluation of the effect of robotic assisted rehabilitation (RAR) of the upper limb using the Armeo Spring system, with a focus on spastic paresis of elbow joint flexors in neurological patients.

Methods: The research involved 27 patients with neurological deficit in the chronic stage of the disease with manifestations of spastic paresis on the upper limb, evaluated by grade 1-3 on the Modified Ashworth Scale, after previous application of botulinum toxin to selected muscles. The mean age of the patients was 59.9 years. Patients were randomly divided into experimental and control group. The experimental group consisted of 15 patients whose mean age was 60.6 years, including 9 females and 6 males. The control group consisted of 12 patients with a mean age of 58.6 years and including 5 women and 7 men. Spasticity of the m. biceps brachii, m. brachialis and m. brachioradialis was assessed using the Modified Ashworth Scale. Upper limb function was evaluated according to the Modified Frenchay Arm Test, patient self-sufficiency

by the Barthel Index and quality of life by the SF-36 questionnaire. The measured data were recorded in Microsoft Excel 2016 and then processed in STATISTICA program using the non-parametric Wilcoxon test. The level of statistical significance was set at $p < 0,05$. The results were processed in graphical form.

Results: In the assessment of spasticity for m. biceps brachii ($p=0.89$), m. brachialis ($p=0.87$) and m. brachioradialis ($p=0.63$) according to the Modified Ashworth Scale, there was no positive statistically significant result in the change of elbow joint flexors spasticity as a result of robotic-assisted rehabilitation. There was no statistically significant result in the assessment of upper limb function according to the Modified Frenchay Arm Test ($p=0.21$). In the assessment of self-sufficiency according to the Barthel Index ($p=0.02$) and quality of life according to the SF-36 questionnaire ($p=0.008$), a significant result was demonstrated.

Conclusion: Robotic-assisted rehabilitation has no statistically significant effect on elbow joint flexors spasticity. However, it has a statistically significant effect on the patient's self-sufficiency and quality of life.

Key words: Recent robotic assisted rehabilitation options, spastic paresis, Armeo Spring, spasticity

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením doc. MUDr. Petra Konečného, Ph.D., MBA a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne

Podpis:

Poděkování

Mnohokrát děkuji doc. MUDr. Petru Konečnému, Ph.D., MBA, za odborné vedení a pomoc při tvorbě této diplomové práce. Zvláštní poděkování patří i mé rodině, zejména mamince, za obětavost a vytrvalou podporu při studiiích.

OBSAH

ÚVOD	9
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ.....	11
1.1 Spastická paréza	11
1.1.1 Definice.....	11
1.1.2 Etiologie.....	12
1.1.3 Syndrom centrálního motoneuronu.....	15
1.1.4 Klinické příznaky	17
1.1.5 Hodnocení spastické parézy.....	22
1.1.6 Možnosti rehabilitace.....	25
1.2 Robotická rehabilitace	34
1.2.1 Gloreha.....	35
1.2.2 Armeo Spring.....	36
2 VÝZKUMNÁ ČÁST	38
2.1 Cíl práce.....	38
2.2 Vědecké otázky a hypotézy	38
2.3 Metodologie výzkumu	39
2.3.1 Charakteristika výzkumné skupiny	39
2.3.2 Průběh výzkumu	40
2.3.3 Použité metody výzkumu.....	41
2.3.4 Metody statistického zpracování dat.....	42
2.4 Výsledky	43
2.5 Diskuze	55
2.5.1 Komentář k vědecké otázce č. 1.....	57
2.5.2 Komentář k vědecké otázce č. 2.....	60
2.5.3 Komentář k vědecké otázce č. 3.....	61
2.5.4 Komentář k vědecké otázce č. 4.....	63

2.6	Východiska pro praxi.....	64
2.7	Limity práce.....	65
ZÁVĚR.....		66
REFERENČNÍ SEZNAM		67
SEZNAM ZKRATEK.....		79
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		80
SEZNAM TABULEK		81
SEZNAM PŘÍLOH		82
PŘÍLOHY		83

ÚVOD

Vzhledem k stále vyšší incidenci neurologických onemocnění se současnou poruchou centrálního motoneuronu, a s tím spojeným nárůstem počtu pacientů s funkčním a motorickým deficitem, je předním cílem rehabilitace obnovení funkcí a soběstačnosti pacienta. Ačkoliv se prognóza u jednotlivých pacientů může značně lišit, v závislosti na lokalizaci léze a míře poškození mozku a míchy, do třech typických klinických projevů spastické parézy řadíme parézu závislou na napětí svalů, zkrácení měkkých tkání a zvýšenou svalovou aktivitu, což se v celkovém projevu manifestuje zvýšeným svalovým tonem, spastickou dystonií, svalovými kontrakturami a kokontrakcemi. Spasticita na horní končetině výrazně snižuje hybnost, funkční schopnosti a soběstačnost při každodenních aktivitách. Pro maximální možné zlepšení motoriky a funkce horní končetiny je esenciální odborná rehabilitační péče zahrnující fyzioterapii a ergoterapii, ideálně v kombinaci s roboticky asistovanou rehabilitací.

Robotická rehabilitace využívá schopnosti motorického učení, jenž podporuje neuroplasticitu mozku. Výhodou tohoto typu rehabilitace je vysoká intenzita tréninku, během kterého je počet vykonaných opakování vyšší než u klasické fyzioterapie, dále specifické zaměření na daný sval, možnost propojení s virtuální realitou a v neposlední řadě také schopnost robota vykonat či dopomoci pacientovi v provedení pohybu. Exoskelet Armeo Spring nabízí variabilní možnost odlehčení proti gravitaci v ramenním i loketním kloubu prostřednictvím pružinového mechanismu, čímž zlepšuje koordinaci a aktivní rozsah pohybu.

Diplomová práce si klade za cíl zhodnotit vliv roboticky asistované rehabilitace, skrze systém Armeo Spring, na spasticitu flexorů loketního kloubu, funkční dovednosti horní končetiny a celkovou soběstačnost jedince v ADL aktivitách.

Teoretická část se v první podkapitole zaměřuje na souhrnné poznatky o spastické paréze, jakožto o příčinách vzniku a klinických příznacích, dále popisuje charakteristiku syndromu centrálního motoneuronu, jeho pozitivní a negativní příznaky. Uvádí konkrétní způsoby klinického hodnocení spasticity a funkce horní končetiny. Součástí podkapitoly je i přehled používaných nefarmakologických, farmakologických, operačních či fyzikálních možnostech rehabilitace. Druhá podkapitola popisuje základní charakteristiku robotických systémů, dělení robotických zařízení, jejich výhody, nevýhody a případné kontraindikace. Podkapitola se detailněji zaměřuje na dva přístroje určené pro rehabilitaci horní končetiny a ruky, a to konkrétně na zařízení Gloreha a Armeo Spring.

V praktické části jsou shrnuty výsledky měření pacientů experimentální a kontrolní skupiny po intenzivní šestitýdenní rehabilitaci za pomoci zařízení Armeo Spring.

Diskuze se soustředí na porovnání výsledků této práce s výsledky dalších studií, jenž se zabývají podobnou problematikou.

K vyhledávání odborných přehledových článků a knižních publikací pro teoretickou část byly využity vědecké online databáze PubMed, ProQuest, Ovid, EBSCO a Science Direct. Vyhledávání v databázích bylo uskutečněno pomocí klíčových slov: recentní možnosti roboticky asistované rehabilitace, spastická paréza, Armeo Spring, léčba spasticity a jejich anglických ekvivalentů: recent robotic assisted rehabilitation options, spastic paresis, Armeo Spring, spasticity. K naplnění stanovených cílů diplomové práce bylo celkově využito 102 referenčních zdrojů, z toho 70 odborných zahraničních článků v anglickém jazyce, 15 článků v českém jazyce a 17 knih. Pro základní vhled do problematiky sloužily 4 níže uvedené zdroje.

COLOMER, C., BALDOVÍ, A., TORROMÉ, S., NAVARRO, M. D., MOLINER, B., FERRI, J., NOÉ, E. 2012. Efficacy of Armeo® Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. *Neurologia*. 28(5):261-267. DOI: 10.1016/j.nrl.2012.04.017.

GRACIES, J. M., BAYLE, N., VINTI, M., ALKANDARI, S., VU, P., LOCHE, C. M., COLAS, C. 2010. Five-step clinical assessment in spastic paresis. *European Journals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 46(3):411-421. PMID: 20927007.

KOLÁŘOVÁ, B., STACHO, J., JIRÁČKOVÁ M., KONEČNÝ, P., NAVRÁTILOVÁ, L. 2019. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci*. Univerzita Palackého v Olomouci. 2. přepracované vydání. ISBN: 978-80-244-5403-0.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I., EHLER, E., JECH, R. 2012. *Spasticita a její léčba*. Praha: Maxdorf, Jessenius. ISBN 978-80-7345-302-2.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Spastická paréza

Spastická paréza je komplexní onemocnění spojené s poškozením centrálního motoneuronu, na kterékoli úrovni od motorické kůry v průběhu pyramidové dráhy hemisférami mozku, kmenem a míchou. Obvykle je způsobená cévní mozkovou příhodou, dětskou mozkovou obrnou, roztroušenou sklerózou nebo úrazem. Spastická paréza je souhrnný stav pozitivních, negativních a biomechanických příznaků, které mohou být spojeny s kontrakturami měkkých tkání, slabostí včetně pyramidových zánikových jevů, ztuhlostí, bolestí a v konečném důsledku mohou vést k segmentální deformitě a omezení pacientových schopností vykonávat běžné každodenní aktivity, což má významný negativní dopad na kvalitu života pacientů a pečovateli (Bowers et al., 2016, s. 87; Fheodoroff et al., 2016, s. 79; Růžička a kol., 2019, s. 75).

1.1.1 Definice

Jedná se o kombinaci tří mechanismů, tedy centrální parézy citlivé na protažení, různých typů svalové hyperaktivity (spasticita, spastická dystonie, spastická ko-kontrakce, spastická synkinéze) a zkrácení až kontraktury měkkých tkání, přičemž svalové změny se vyskytují současně s neurologickými abnormalitami a předpokládá se, že se tyto příznaky vzájemně nepříznivě potencují a postupně zhoršují funkční schopnosti pacienta. Bývá rovněž přítomna zvýšená kloubní ztuhlost v uvolněném stavu buď neurálního (hyperreflexie, spasticita) nebo ne-neurálního původu (změněné viskoelastické vlastnosti tkání a kontraktury v důsledku zkrácení měkkých tkání). Tyto příznaky se vzájemně významně ovlivňují a vedou k nepoužívání postižených končetin až celkové inaktivitě, což spastickou parézu dále prohlubuje. Žádný ze tří mechanismů postižení není symetricky rozložen mezi svaly agonisty a antagonisty. Snížená aktivita v agonistickém svalu navíc přispívá ke zkrácení a nadměrné aktivitě v méně paretickém antagonistickém svalu. V důsledku toho dochází k nerovnováze točivého momentu v okolí kloubů, což vede k deformitám končetin. Obvykle v noci a v ranních hodinách po probuzení se mohou objevit extenzorové spazmy. Rozvoj sekundárních komplikací, jako jsou např. dekubity, zhorší frekvenci i případnou bolestivost spazmů. Z pohledu funkce může být svalová hyperaktivita některých svalů výhodou, protože v jistém smyslu usnadňuje přesuny, chůzi a osobní nezávislost (Fheodoroff et al., 2016, s. 80; Hoskovcová, Gál, 2016, s. 16; Pradines et al., 2022, s. 2).

1.1.2 Etiologie

Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda (CMP) je náhle vzniklá a rychle se rozvíjející porucha mozkové funkce s klinickými příznaky ložiskového nebo difuzního typu postižení, které trvá déle než 24 hodin nebo vede ke smrti jedince (30 %). Z pohledu incidence představují ischemické CMP 80 % všech mozkových příhod. Zbýlých 20 % tvoří hemoragie. Celosvětově se zvyšuje počet pacientů s CMP a s tím spojená dlouhodobá invalidita, z nichž v popředí jsou motorické příznaky asi u 50-83 % postižených. Nelze však opomíjet kognitivní příznaky, poruchy řeči, inkontinenci nebo deprese (Burget, 2015, s. 70; Kaňovský, Bártková a kol., 2020, str. 127; Štětkařová, Ehler, Jech, 2012, s. 240).

Ke vzniku CMP jednoznačně přispívají i rizikové faktory. Faktory dělíme na neovlivnitelné a ovlivnitelné. Do skupiny neovlivnitelných lze zahrnout pohlaví, věk nebo rasové etnikum, zatímco do skupiny ovlivnitelných faktorů spadá kouření, hypertenze, stravovací návyky a nedostatek fyzické aktivity. Ačkoliv máme množství rizikových faktorů, které lze ovlivnit, v globálním měřítku počet pacientů s CMP dále roste. Význam primární prevence, prostřednictvím omezení ovlivnitelných rizikových faktorů, je stěžejní pro snížení rizika první CMP (Boehme, Esenwa, Elkind, 2017, s. 3; Fekadu, Chelkeba, Kebede, 2019, s. 2).

Souhrnná prevalence spasticity se po prvním roce od CMP pohybuje mezi 25-35 %. Spasticita hodnocená stupněm 3 a výše na modifikované Ashworthově škále manifestuje zhruba u 9-20 % pacientů. V oblasti horních končetin byl zvýšený svalový tonus pozorován nejčastěji u flexorů/extenzorů lokte, dále u flexorů/extenzorů zápěstí, a nakonec u prstů během 12. měsíčního sledování. Distribuce byla proměnlivá v čase a distální spasticita (prsty, zápěstí) byla výraznější po 12. měsících. Spasticita se může rozvinout se vznikem příhody nebo až s odstupem několika dnů či týdnů, v některých případech i měsíců až roce. Brzký nástup spasticity bývá typičtější pro hemoragické příhody, kdy může být zjevná už při přijetí do nemocnice (Schinwelski et al., 2019, s. 449-452; Štětkařová, Ehler, Jech, 2012, s. 240-241; Zeng et al., 2021, s. 1).

Roztroušená skleróza

Roztroušená skleróza (RS) se řadí do skupiny chronických progredujících autoimunitních onemocnění centrální nervové soustavy (CNS), jež obvykle začíná mezi 20. a 30. rokem života. Během typického průběhu relaps-remitentní formy RS dochází k opakovaným atakám a při nich

k poškozování a ztrátě myelinu v zánětlivých ložiscích, což vede k nevratné difuzní ztrátě axonů. Každá ataka přináší výskyt nových klinických příznaků, které mohou postihnout všechny součásti CNS v projevu brnění, svalové slabosti, paréz, spasticity, až po únavu, kognitivní, oko-hybné či sfinkterové poruchy. Ataku následuje remise, během které se upravují vzniklé neurologické dysfunkce. Postupem onemocnění jsou remise neúplné, dochází k progresi neurologické symptomatiky i funkčního deficitu. Vzácnější je primárně progresivní forma, pro níž nejsou charakteristické ataky a manifestuje okolo 40 let. Od jejího vzniku symptomatika postupně progreduje a neurologický deficit se pozvolně zvyšuje. Spouštěčem onemocnění může být virová infekce, nadměrná fyzická zátěž, dlouhotrvající emoční stres nebo opakované vakcinace. Ztráty myelinu a axonů současně vedou k atrofii mozku a míchy, zhoršuje se vedení aferentních a eferentních vzruchů, jejichž následkem je invalidizace jedince. V pozdních stádiích RS je u pacientů přítomna spastická paraparéza dolních končetin, manifestující poruchou chůze, neschopností běžet a uskočit. Imobilizace může vést ke vzniku dekubitů, kontraktur. Na horní končetině pozorujeme zprvu neobratnost, zpomalení pohybu, později jednostranné hemiparézy (Ambler, 2011, str. 221-222; Havrdová et al., 2015, str. 25-50; Kolář et al., 2009, str. 378-379; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 247).

U počátků onemocnění RS nebývají výraznější parézy ani spasticita. Postupem času se objevuje spasticita spinální i cerebrální, od minimálního stupně až po velmi těžké projevy, až v 85 % případů. V závislosti na množství zánětlivých lézí a jejich lokalizaci mohou být spastické projevy omezeny na jednotlivé končetiny (segmentální spasticita) nebo se může projevit jako monolaterální (hemispasticita) či bilaterální syndrom (paraspasticita, tetraspasticita). Spasticita se může měnit v širokém rozmezí průběhem dnů, dokonce i hodin. Ve skutečnosti jsou tyto vysoce dynamické změny způsobeny změnami rovnováhy excitace a inhibice spinálního motorického neuronu. Příčinou kolísání jsou také změny teploty, únava a aktivity. Při vyšetření zjišťujeme hyperreflexii se spastickými pyramidovými jevy a mnohdy vyhaslé břišní reflexy (Hugos, Cameron, 2019, s. 2; Patejdl, Zettl, 2017, s. 926; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 248).

Dětská mozková obrna

Dětskou mozkovou obrnu (DMO) lze definovat jako neurologickou, vývojově neprogresivní poruchu motorického vývoje dítěte s časnými projevy postižení hybnosti. Syndrom vzniká na podkladě proběhlého prenatálního, perinatálního nebo postnatálního poškození vyvíjejícího se mozku jedince. Prevalence onemocnění je zhruba 1,5 až 3 na 1000 živě narozených. Největší podíl na vzniku má prematurita, preeklampsie, kongenitální infekce,

toxické poškození plodu, porodní asfyxie nebo traumatismus. Dle klinického neurologického nálezu lze DMO rozlišit na varianty, které vznikají v různých vývojových obdobích, mají rozdílnou závažnost, distribuci hybných projevů, psychických změn a dalších komplikací. Od těchto vlastností se dále odvíjí vznik sekundárních důsledků jako rozvoj kontraktur, kloubních deformit i rozdílných výsledků při použití stejných terapeutických nebo ortopedických postupů. Základní rozdělení DMO je na formu spastickou, která je mezi pacienty nejvíce zastoupena (60 %) a má několik variant, podle končetin, které jsou postiženy (forma hemiparetická, diparetická, triparetická a kvadraparetická), dále formu dyskinetickou (20 %), mozečkovou (10 %) a smíšenou (10 %) (Kolář, 2015, s. 148; Šišková, 2011, s. 127; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 254).

Klinické projevy onemocnění nelze z důvodu rozdílných forem jednoznačně shrnout. Společným dominantním znakem je převážně porucha motoriky a hybnosti jedince s projevy hypertonu, porucha rovnováhy, smyslový deficit či mentální postižení. U dospělých progreduje zhoršování muskuloskeletálních změn, k nimž se připojují degenerativní změny spojené se stárnutím i asymetrickým zatěžováním. Výsledkem jsou vertebrogenní poruchy, deformity nosných kloubů i osového skeletu, zkracování svalů a šlach i další zhoršování spasticity (Kolář et al., 2009, str. 396; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 258; Vitrikas, Dalton, Breish, 2020, s. 214).

Kraniotraumata

Traumatické poranění mozku vzniká v důsledku vnějšího násilí na hlavu, jenž může zapříčinit trvalé poškození mozku. Nejčastěji k traumatum mozku dochází u mladých mužů ve věkovém rozmezí mezi 15. až 30. rokem života, významný podíl tvoří i děti. Existuje mnoho důvodů, z nichž nejčastější jsou dopravní nehody, pády, sportovní úrazy nebo násilné útoky, často v kombinaci s požitím alkoholu nebo jiných návykových látek. Primárním poraněním mozku je mechanické poškození mozku a kalvy bezprostředně v okamžiku nárazu, patří sem zlomeniny lebky, mozkové kontuze, roztržení mozkové tkáně a difuzní axonální poranění. Sekundární změny nastávají s časovým odstupem v důsledku mozkového edému, zvýšeného nitrolebního tlaku, mozkové hypoxie a dalších systémových příčin. Podle rozsahu poškození mozku a jeho klinické závažnosti lze traumatické poranění rozdělit na lehké, středně těžké a těžké. Lehká poškození se projevují krátkodobou poruchou vědomí bez trvalých následků. Středně těžká poranění jsou v podobě bezvědomí trvajících minuty až hodiny, kdy kognitivní poruchy mohou být přítomny řadu měsíců. Pro těžké poranění je typické dlouhé bezvědomí a téměř vždy přetrvává reziduální nález. Dopad traumatického poranění mozku na člověka

může být dalekosáhlý a následkem mohou být přetrvávající fyzické, kognitivní a behaviorální problémy. Jednou z hlavních fyzických komplikací po traumatickém poranění mozku je spasticita kosterního svalstva, která se manifestuje v závislosti na úrovni léze. Pro spasticitu typické znaky lze často zaznamenat během prvních 4 týdnů po poranění mozku a častěji se objevují na horních než na dolních končetinách. Prediktivním faktorem je zhoršená senzomotorická funkce. Tato zjištění zdůrazňují důležitost sledování pacientů se zvýšeným rizikem vzniku závažné spasticity, aby bylo možné zahájit adekvátní léčbu spasticity a předcházet jejím negativním důsledkům. Pochopení vzniku a progresu spasticity rovněž poskytuje základ pro vývoj účinné terapie (Kolář et al., 2009, str. 384; Sunnerhagen, Opheim, Murphy, 2019, str. 431; Synnot et al., 2017, s. 8; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 233).

Nádory mozku

Mozkové nádory dělíme na primární, jež pochází z buněk gliových, ependymových a z podpůrné tkáně a sekundární nádory metastatického původu. Nitrolební nádory se v závislosti na své lokalizaci a histologickém typu nádoru projevují pestrou klinickou symptomatikou. Jejich projevy lze odlišit na systémové a lokální, kdy jejich rozvoj je dán biologickým charakterem procesu, což je obvykle několik týdnů až měsíců, mnohdy i let. U celkových příznaků pacienti nejčastěji pociťují bolest hlavy, způsobenou tlakem nádorových hmot, rozvojem hydrocefalu či peritumorálním otokem. Bolest hlavy bývají doprovázeny i dalšími vegetativními příznaky, jako nauzeou až vomitem. Tyto symptomy jsou spojeny s topickými příznaky dle místa uložení nádoru. Do příznaků ložiskových, vyplívající z lokalizace nádoru, patří hemiparézy, poruchy čítí, fatické, gnostické či mnestické poruchy a apraxie (Ambler, 2011, str. 159; Kaňovský, Bártková a kol., 2020, str. 253).

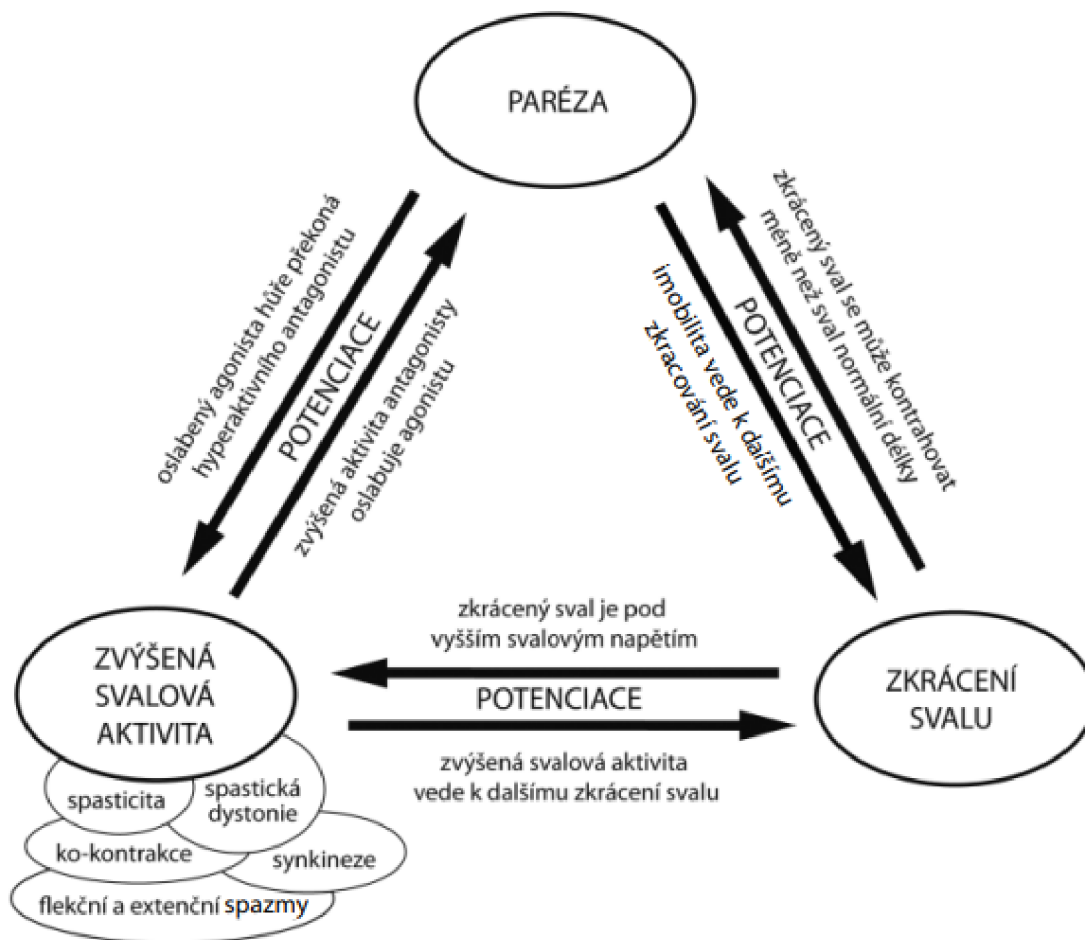
1.1.3 Syndrom centrálního motoneuronu

Centrální motoneuron je skupinou neuronů prvního řádu začínajících v kůře mozkové a zodpovědných za přenos elektrických impulzů, jež iniciují a modulují pohyb. Hlavní, do míchy sestupující dráhou centrálního motoneuronu, je pyramidová dráha, která iniciuje úmyslné, vůlí ovládané pohybové úkony a je zodpovědná za jejich koordinaci. Buněčná těla pyramidového traktu se soustřeďují kolem oblasti motorické a senzitivní mozkové kůry. Pyramidový trakt zajišťuje přímou cestu mezi mozkovou kůrou a míchou, na rozdíl od extrapyramidových traktů, které zajišťují nepřímé cesty pro koordinaci pohybu. Pyramidová dráha se dělí na kortikospinální dráhu a kortikobulbární dráhu. Vlákna kortikospinálního traktu tvoří synapse s míšními nervy, zatímco kortikobulbární vlákna synaptují s hlavovými nervy. Ačkoliv se většina vláken kříží v prodloužené míše, část vláken zůstává nezkřížená, proto

obecně platí, že motorické oblasti levé a pravé hemisféry budou inervovat svalstvo na kontralaterální straně těla. Motorické oblasti jsou somatotopicky uspořádány. Mapování různých částí motorické oblasti pro konkrétní části těla se nazývá kortikální homunkulus (Emos, Agarwal, 2023, s. 1-2; Pfeiffer, 2007, s. 56).

Léze pyramidových drah způsobují většinu paréz a svalové hyperaktivity pozorované u syndromů centrálního motoneuronu. Léze excitačních a inhibičních drah na různých úrovních motorických drah určují stupeň parézy a svalové hyperaktivity a jejich lokalizaci v těle. Projevy u pacientů s podobným poškozením centrálního nervového systému se mohou vzájemně lišit jeden od druhého. Samotná léze neurčuje míru nebo dopad spasticity. Vývoj syndromu horního motoneuronu může trvat dny až měsíce po poranění centrálního nervového systému. Délka trvání léze se zdá být také důležitá, protože spastická svalová hyperaktivita se rozvíjí se zpožděním, což ukazuje na aktivaci procesů plasticity. Klinické projevy ovlivňují i další faktory, jako jsou léky, stres, zdravotní onemocnění, načasování terapie atd. V důsledku toho je třeba každého pacienta posoudit individuálně s jeho ošetřovatelem a všimnout si obav, které zhoršují provádění činností denního života nebo jiných deficitů (Brashear, Elovic, 2016, s. 3-4; Dressler et al., 2018, s. 858).

Syndrom centrálního motoneuronu je v podstatě soubor třech základních příznaků, které se vzájemně nepříznivě ovlivňují. Do triády patří patologicky zvýšená svalová aktivita, paréza a zkrácení svalů. Dle staršího Jacksonova konceptu rozlišujeme dvě skupiny symptomů: symptomy pozitivní a negativní. Pozitivní symptomy jsou charakterizovány svalovou hyperaktivitou – spasticita, potažmo dalšími projevy zvýšené svalové aktivity. Kromě spasticity k pozitivním symptomům patří hyperreflexie, kokontrakce, flexorové spazmy, spastická dystonie a synkinéze. K negativním příznakům patří nadměrná svalová únavnost, zkrácení svalů, ztráta koordinace volní motoriky a neobratnost. V konečném důsledku se obě složky podílejí na poruše volných pohybů, a tím na dalším nárůstu disability nemocného. V subjektivním obrazu pacienta manifestuje paréza či plegie provázená abnormální posturou končetiny, jenž je následkem dysbalance svalového tonu agonistů a antagonistů. Jednou z variant postury horní končetiny je trojflexe v prstech, zápěstí a lokti s pronací předloktí a doprovázená addukcí ramene. Zhoršená obratnost vede k obtížnému sebesycení, psaní, sebeobsluze, hygieně a ADL aktivitám (Kaňovský, 2015, s. 10; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 14; Gál, Hoskocová, Jech, 2015, s. 107).



Obrázek 1 Syndrom centrálního motoneuronu – začarovaný trojúhelník (Jech, 2015, s. 16)

1.1.4 Klinické příznaky

Spasticita

Spasticita je nejčastěji rozpoznávaným projevem spastické parézy, respektive syndromu centrálního motoneuronu, ale tvoří pouze jednu ze složek, které doprovázejí spastickou parézu. Spasticita vzniká u pacientů s neurologickým postižením, jako je CMP, DMO, kraniocerebrální a míšní trauma, degenerativní zánětlivá onemocnění mozku a míchy. U těchto stavů dochází k poškození různých struktur CNS. Spasticita se projevuje v různé intenzitě a v rozdílně dlouhém časovém intervalu od vzniku nemoci. V počáteční fázi dochází ke stavu, kdy jsou svaly hypotonické a paretické, např. ve stádiu míšního šoku, kdy jsou na končetinách generalizovaně vyhaslé reflexy. Svalová spasticita nastupuje s odstupem času až po několika dnech, týdnech či měsících. Ve spoustě případů však dojde během krátké časového úseku k manifestaci těžké spasticity, která zamezuje obnově a rozvinutí cílené motoriky a nese s sebou

riziko rychlého rozvoje kontraktur (Lippertová-Grünerová, 2005, str. 61; Fheodoroff et al., 2016, s. 80; Kolář et al., 2009, str. 61; Štětkařová, Ehler, Jech, 2012, s. 15-16).

Spasticita je v užším smyslu slova definována jako zvýšení tonického napínacího reflexu závislého na rychlosti pasivního protažení se zvýšenými šlachovými reflexy, které vyplývají z hyperexcitability napínacího reflexu. U pacientů dochází ke kontrakci vyvolané protažením v klidu při nižší prahu a se zvýšenou amplitudou ve srovnání s normálními osobami. Při pomalém pasivním protažení je možné sval dobře protáhnout, avšak čím rychleji dochází k napínání, tím více odpor svalu roste a dominuje hypertonie antagonisty. Spastická odpověď bude výraznější u svalu většího nebo s delšími svalovými vlákny a zároveň při rychlejším či prudším protažení. Během rychlého protažení ucítí vyšetřující záraz (catch), kdy extrémní spastická odpověď může pasivní pohyb končetiny i zcela úplně zastavit. Někdy může být přítomen tzv. fenomén sklapovacího nože, kdy na vrcholu zvýšeného odporu dojde k jeho náhlému uvolnění (Gracies et al., 2010, s. 412; Jech, 2015, s. 16; Kolář et al., 2009, str. 61; Štětkařová, Ehler, Jech, 2012, s. 15).

Spasticita nemusí být vždy jen špatným příznakem. V některých případech může dokonce napomáhat pohybu a dodávat tolik potřebný zvýšený tonus, který jedinec potřebuje, aby se postavil, i když je to s pomocí abnormálního podpůrného reflexu. Nerozlišující snižování spasticity může v některých případech vést ke snížení funkčních schopností a zhoršení aktivního pohybu, což naznačuje, že spasticita ve smyslu přehnané reflexní aktivity nemusí být hlavní příčinou pohybového postižení. Vyžaduje proto pečlivé posouzení multidisciplinárním týmem s ohledem na konkrétního jedince a jeho jedinečné dovednosti a okolnosti. Ve své těžké formě je však spasticita pro dítě škodlivá a měla by být léčena. Pokud spasticita zhoršuje funkci, brání osobní a hygienické péči, způsobuje deformace, proleženiny nebo bolest, měla by být vždy řešena. Spasticita u dětí může mít dokonce vliv na růst, protože může vést k nerovnováze svalů, abnormálnímu ukládání kostí a poškození růstových plotének (Enslin, Rohlwin, Figaji, 2020 s. 2; Fheodoroff et al., 2016, s. 80).

Paréza

Pojem centrální paréza je hlavním negativním projevem syndromu centrálního motoneuronu a označuje neschopnost svalstva k cílené a koordinované aktivitě v důsledku poškození kortikospinálních drah. Oslabení svalové síly, zmenšení amplitudy pohybu a neobratnost kolísá od lehké parézy, kdy je aktivní pohyb alespoň částečně zachován, až do obrazu plegie, jež manifestuje kompletní poruchou hybnosti, při které je aktivní pohyb

zcela nemožný (Ambler, 2011, str. 23; Lippertová-Grünerová, 2005, str. 60-61; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 24).

Přerušeni centrálního řízení motorických příkazů vede k okamžité paréze. Paréza je kvantitativní nedostatek agonistické motorické jednotky při pokusu o vytvoření síly nebo pohybu. Jedná se o nedostatečnou synchronizaci náboru motorických jednotek a/nebo nedostatečnou frekvenci pálení motorických jednotek, což v kontextu svalové hypomobilizace spouští kaskádu patologických změn ovlivňujících extenzibilitu svalové tkáně a excitabilitu motorických neuronů. Paréza je zesilována už samostatným zkrácením spastického svalu, protože zkrácený sval ztratil schopnost se dále kontrahovat i při částečně zachovalé inervaci. Již v akutních stádiích představuje běžný výskyt hypomobilizace několika paretických svalů ve zkrácené poloze přeměnu v molekulární genetice a transkripci genů. Během několika dní dochází ke zmenšení objemu svalové hmoty a snížení protažitelnosti svalů souběžně se ztrátou sarkomer. Navíc se mění kolagenní tkáň, která se ukládá kolem svalových vláken. Tento jev se do značné míry odchyluje od toho, k čemu dochází u periferní parézy. Je typickým rysem spastické parézy, přesto vyžaduje systematickou analýzu (Gracies et al., 2010, s. 412, Pradines et al., 2022, s. 2; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 25).

Spastická dystonie

Na rozdíl od spasticity je to obvykle dystonie, které si na pacientovi všimneme jako první. Společně s kontrakturou měkkých tkání způsobuje deformity v okolí postižených kloubů a je tak zodpovědná za abnormální posturu končetiny. Spastická dystonie je rovněž supraspinálního původu a je charakterizována nadměrnou tonickou aktivací svalů v klidu, což vede k obrazu abnormálního postavení končetin Wernickeovy-Mannovy postury. Nejvíce se projevuje na horní končetině, kde přispívá k hemiparetickému držení těla, zejména u osob po CMP nebo DMO. Zhoršený projev spastické dystonie lze pozorovat také během stoje a chůze, kdy pacient může zaujmout postoj s plantární flexí a/nebo inverzí v kotníku, flexí palce, výraznou extenzí v koleni a přidruženou flexí v lokti. Je podmíněna mimovolným stahem paretických svalů, které udržují končetinu v určité poloze, v situaci, kdy se žádný volný pohyb nevykonává, což lze objektivizovat např. pomocí elektromyografie. Tyto deformity mají značný dopad na úroveň a kvalitu života, bývají příčinou funkčního hendikepu, který pacientovi vadí více než spasticita. Výsledná postura závisí na tom, zda převáží kontrakce flexorů nebo extenzorů (Fheodoroff et al., 2016, s. 80-81; Jech, 2015, s. 16; Lorentzen et al., 2018, s. 90; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 17).

Pasivní prolongovaný strečink je v současnosti nejpoužívanější technikou rehabilitace spasticity a jeho cílem je zvýšení protažitelnosti měkkých tkání, kloubního rozsahu pohybu a normalizace svalového tonu. U všech jedinců se spasticitou, nikoli se spastickou dystonií, vedlo opakované protahování svalů ke snížení velikosti reakce na protažení. Dystonie je však měnlivá a zvyšuje se při protažení svalu, což se ukázalo u některých pacientů se spastickou dystonií, kde byl pozorován opačný trend (Gomez-Cuaresma et al., 2021, s. 2; Lumsden, 2023, s. 1312; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 17).

Svalově-vazivové kontraktury

Kontraktura měkkých tkání se projevuje jako dvojí klinický problém: fyzické zkrácení a ztráta protažitelnosti (tuhost) zvýšenou viskozitou a elasticitou svalu, což je zřejmé zejména při použití vysokého napětí. Kontraktury měkkých tkání mají původ v imobilizaci končetiny (úplné nebo částečné) ve zkráceném postavení některých svalů, které začíná vznikem parézy. Taková imobilizace je často nedostatečně kompenzována nebo někdy podporována zdravotnickými týmy. Svalově-vazivová kontraktura a zkrácení měkkých tkání může být důsledkem dlouhodobé spasticity, ale může také předcházet spasticitě v důsledku imobility. Kontraktura se u pacientů s deformující spastickou parézou stává jednak prvním faktorem deformity těla, jednak prostřednictvím zvýšené citlivosti vřeten v kontrahovaném svalu faktorem značně omezujícím provádění pasivního i aktivního pohybu (Fheodoroff et al., 2016, s. 80; Gracies, 2015, s. 174).

Tento jev má akutní časový průběh, protože většina kontraktur se ve skutečnosti vyvinula do konce akutního/subakutního období, během dnů a týdnů po zahájení imobilizace. Ke kaskádě změn dochází již několik hodin po nástupu parézy. Nastává akutní modifikace genové transkripce ve svalových vláknech imobilizovaných v krátké poloze se škodlivými kvantitativními a kvalitativními změnami. Sval ztrácí objem (atrofuje), ubývá sarkomer, hromadí se pojivová a tuková tkáň, stimuluje se katabolická reakce, což má za následek úbytek kosterní svalové hmoty a plochy průřezu, taktéž se snižuje mineralizace kostí. Nově zkrácené délce se postupně přizpůsobují okolní měkké tkáně jako fascie, šlachy, kloubní pouzdra, která se rovněž retrahují a atrofují, nevyjímaje zásobujících cév. Konečným výsledkem je až vznik fixní kontraktury, kdy jsou svaly omezeny na vazivové pruhy s minimálním podílem kontraktálních elementů a sval nelze protáhnout ani při anestetické periferní blokadě nervu. Na horní končetině jednodušeji podléhají zkrácení a fixní kontraktuře zejména adduktory ramene, flexory paže a lokte, supinátory předloktí a flexory zápěstí a prstů. Na dolní končetině se zkracují především hamstringy, m. triceps surae a adduktory steh. Zhoršuje se schopnost

hygieny, je znesnadněno polohování a přesuny, riziko vzniku dekubitů roste. V subakutních a chronických stádiích spastické parézy se vznik svalové hyperaktivity stává dalším mechanismem vzniku kontraktur, který se přidává k imobilizaci a vede k chronickému zhoršování kontraktur (Gracies, 2005a, s. 540; Gracies, 2015, s. 174; Jech, 2015, s. 18-19; Štětkařová, Ehler, Jech, 2012, s. 25).

Spastické kokontrakce

Jedním z hlavních znaků hyperaktivity antagonistů je spastická ko-kontrakce, která znamená nadměrný stupeň koaktivace antagonistů vyvolaný volním příkazem agonistických svalů. U zdravých jedinců jsou důležitým mechanismem řízení hybnosti a umožňují posturální stabilitu nebo fixaci daného pohybového segmentu pomocí reciproční inhibice. Za normálního stavu aferentní vlákna ze svalového vřetenka typu Ia inhibují alfa-motoneurony antagonisty a umožňují tak pohyb v segmentu ve směru aktivity agonisty. U pacientů s poruchou centrálního motoneuronu, kdy dochází k poruše supraspinální kontroly je situace odlišná. Při pokusu o pohyb nebo při volním provedení pohybu se současně vyskytují kontrakce agonistů a antagonistů ve stejném svalovém segmentu. Tímto je lze rozeznat od spastické dystonie, která se objevuje pouze za klidového stavu. Spastická ko-kontrakce je invalidizující formou antagonistické hyperaktivity, která přispívá k omezení aktivního pohybu se škodlivým dopadem na motorické funkce horních končetin, charakteristiku pohybu, včetně prodloužení doby jeho trvání, nedostatečné svalové koordinace a omezení aktivního rozsahu pohybu (Chalard et al., 2020, s. 1345; Štětkařová, 2013, s. 270; Štětkařová, Ehler, Jech, 2012, s. 19).

U spastické parézy může napínání svalu zvýšit jeho kokontrakci (nábor antagonistických svalů při opačném dobrovolném úsilí) a kokontrakci homonymních svalů. Takové napětí může vzniknout při natažení kontrahovaného svalu. Například umístěním kolene do extenze, čímž natahujeme svalová vlákna m. gastrocnemius, dojde ke zhoršení planti-flexorové kokontrakce. Dále se ukázalo, že nadměrná kokontrakce plantárních flexorů často omezuje volní točivý moment dorziflexorů kotníku nad 90 stupňů dorzální flexe (Gracies, 2005b, s. 555; Vinti et al., 2018, s. 1).

Asociované reakce

Taktéž označované jako spastické synkinéze jsou asociované pohyby, které se na rozdíl od ko-kontraktací vyskytují mimovolně v jiných, často i vzdálených svalových segmentech, než které jsou zapojeny do volního pohybu. Tělesná aktivita v jedné oblasti může být spojena

s neúčelnou motorickou synergií v jiné oblasti, kterou nelze ovlivnit vůlí. Jako příklad lze uvést současnou elevaci a abdukci ramene při snaze o akrální pohyb prstů, projev zrcadlových pohybů na kontralaterální končetině nebo narůstající flexi v loketním kloubu během chůze u pacientů s hemiparézou po CMP (Jech, 2015, s. 17; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 20).

1.1.5 Hodnocení spastické parézy

Bez ohledu na to, kolik se toho dozvíme o cévní mozkové příhodě, traumatickém poškození mozku, roztroušené skleróze a poranění míchy, zůstane hodnocení spastické parézy a vlivu tonu na funkci jedinečné pro každého jednotlivého pacienta. V rámci objektivního vyšetření musí být vyšetřující schopen posoudit závažnost spastické parézy, aby mohl určit nejvhodnější způsob léčby a posuzovat její průběh. Důležité je zejména klinické hodnocení na počátku léčby, aby se posoudila reziduální funkce a hybnost pacienta. K dispozici jsou ověřené hodnotící škály pro opakovatelné, rutinní vyšetření zaznamenávající schopnost pacienta vykonávat činnosti každodenní aktivity. Aktivní funkce horní končetiny lze vyšetřit pomocí Frenchayského testu paže nebo Indexu Barthelové. Při kvantifikaci svalového hypertonu a stupně spasticity, který klade spastický sval využíváme Ashworthovu škálu nebo její modifikaci, což jsou spíše systematické škály vzdálené od funkcí každodenních činností. Ačkoli je neurologické vyšetření pro diagnostiku spasticity zásadní, léčba spasticity má mnoho cest v závislosti na postižení a cílech pacienta a pečovatele. Za významnou část vyšetření lze považovat jak, pacient subjektivně vnímá svůj vývoj nebo účinky léčby (Brashear, Elovic, 2016, s. 3-4; Fheodoroff et al., 2016, s. 81; Gracies et al., 2010, s. 415; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 33).

Ashworthova škála

Ashworthova škála (AS) a modifikovaná Ashworthova škála (MAS) jsou v klinické praxi nejčastěji používanými testy pro kvantifikaci svalového tonu a spasticity, které používají fyzioterapeuti a ergoterapeuti, a nejčastějšími stupnicemi hodnocení používanými ve výzkumných studiích. Slouží ke sledování průběhu onemocnění, stanovení účinnosti farmakologických a rehabilitačních intervencí, snížení celkového zvýšeného svalového tonu, k normalizaci tonu vybraných svalových skupin a k rozhodování o fyzioterapeutické a jiné léčbě. Tyto škály jsou podobné hodnocení tonu při neurologickém vyšetření, ačkoli na rozdíl od neurologického vyšetření, které hodnotí svalový tonus jako snížený nebo zvýšený, AS a MAS hodnotí tonus pouze jako normální nebo zvýšený. Škály AS a MAS se doporučují pro použití u osob s cévní mozkovou příhodou a traumatickým poškozením mozku. I přestože původní AS byla vytvořena k hodnocení spasticity u osob s roztroušenou sklerózou, obě nelze

doporučit u osob s RS, protože u této populace není prokázána jejich platnost a spolehlivost (Hugos, Cameron, 2019, s. 4; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 34; Meseguer-Henarejos et al., 2018, s. 577).

Zásadou je pasivní protažená spastického svalu v průběhu jedné sekundy, úhlová rychlost dosahuje až 80°/s. Hodnotí se vždy pouze první provedení testu, jelikož při opakování mnohdy dochází ke snížení spastického hypertonu svalu, změní se viskoelastické vlastnosti a pohyb je pak volnější. U AS a MAS vyšetřující pohybuje segmentem a hodnotí odpor při pasivním protažení svalu nemocného, na stupnici od 0 do 4, přičemž 0 odráží žádné zvýšení tonu. 1 reflektuje lehké zvýšení svalového tonu se zachycením svalu na konci rozsahu pohybu, ale odpor nepokračuje a je přítomen plný rozsah pohybu, zvýšený odpor je přítomen při flexi i extenzi. 2 ukazuje výraznější zvýšení tonu, ale končetinu lze snadno flektovat. 3 zrcadlí výrazné zvýšení svalového tonu, které ztěžuje pasivní pohyb, ale stále je dosažen plný rozsah pohybu, a 4 stupeň zachycuje tuhost končetiny do flexe i extenze a pravděpodobně zahrnuje přítomnost kontraktur. Rozdíl mezi stupnicemi spočívá v tom, že MAS má navíc skóre 1+, jenž odpovídá mírnému zvýšení napětí s nenadálým zvýšením odporu v méně než polovině rozsahu pohybu při protažení svalu (Hugos, Cameron, 2019, s. 4; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 34). (viz. příloha č. 4, s. 88).

Mezi problémy spojené s měřením u jakékoli populace patří požadavek na identické měření a standardizovanou techniku k zajištění spolehlivosti, ta se liší i mezi jednotlivými svaly. Mimo to je náročné porovnávat mezi jednotlivými segmenty, protože každý z nich má jiný rozsah pohybu, tudíž rychlost pasivního prodlužování svalu a dopad spasticity je proměnlivý. Taktéž měří pouze odpor při pasivním pohybu, což je pouze jeden z aspektů spasticity a nejedná se o komplexní hodnocení. Ve skutečnosti souhrnně měří kombinaci kontraktury měkkých tkání, spastické dystonie a spasticity, tudíž nemůže být vždy nej přesnějším hodnocením pro spasticitu. Zároveň testy neporovnávají odpor při rychlém a pomalém provedení pasivního pohybu, jak je tomu u Tardieuovy škály. Nelze jednoznačně izolovat podíl neurální a biomechanické složky hypertonu, který je pravděpodobně ovlivněn nekontraktilními vlastnostmi měkkých tkání, přetrvávající svalovou aktivitou, vnitřní kloubní ztuhlostí a reakcemi na napínací reflex (Hugos, Cameron, 2019, s. 4; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 34; Ward et al., 2016, s. 38).

Tardieuova škála

Tardieuova škála (TS) na rozdíl od škály AS i MAS provádí pasivní protažení svalové skupiny ve třech rychlostech, což zajistí oddělení neurální a biomechanické složky hypertonu.

Ze srovnávacích studií výsledků mezi AS a TS, jenž byly validovány jinými měřítky spasticity, včetně elektromyografie vyplývá, že TS oproti AS účinněji identifikuje přítomnost spasticity a odlišuje ji od kontraktury. Během vyšetření se využívají všechny tři rychlosti s cílem dosažení adekvátní reflexní odpovědi, a tím i možnost přesněji zhodnotit reflexní polysynaptickou odpověď. První protažení je co nejpomalejší (V1), slouží k určení úhlu svalové reakce a odpovídá pasivnímu rozsahu pohybu. Druhé protažení odpovídá rychlosti pádu segmentu končetiny na podkladě gravitace (V2). Třetí protažení je co nejrychlejší (V3) a používá se ke stanovení úhlu svalové reakce i kvality svalové reakce při rychlém protažení. Úhel, při kterém dochází ke svalové reakci, se obvykle zaznamenává goniometrem a kvalita svalové kontrakce se posoudí na pětibodové stupnici, kde 0 znamená žádný odpor v průběhu pasivního pohybu a 5 znamená, že je při trvajícím protažení svalu v určitém úhlu přítomen klonus více než 10 sekund (Glinsky, 2016, s. 229; Štětkařová, Ehler, Jech, 2012, s. 35-36). (viz. příloha č. 5, s. 89).

Barthelové index

Barthelové index (BI) je jeden z neznámějších testů aktivit užívaný ke stanovení funkční zdatnosti a míry soběstačnosti při vykonávání aktivit denního života u jedinců se zdravotním problémem. Hodnotí 10 činností: přijímání potravy, koupání, osobní hygiena, oblékání a úprava zevnějšku, kontinence močového měchýře, kontinence konečníku, použití WC, přesuny, mobilita a chůze po schodech. Celkové skóre se pohybuje v rozpětí 0–100 bodů. BI je jednoduchý pro použití v klinické praxi. Maximální hodnota BI automaticky neznamena plnou soběstačnost v běžných denních aktivitách, neboť nepokrývá některé širší funkce (např. přípravu jídla, domácí práce). Nezohledňuje modality jako jsou kognitivní funkce, zrakové a řečové schopnosti, sociální adaptabilita, emoční poruchy či bolest. Např. i pacient s fatickou poruchou může dosáhnout skóre 100 bodů, ale jeho nezávislost v běžných denních aktivitách je touto neschopností se dorozumět výrazně omezena a může být ve značné podstatě odkázán na pomoc svého okolí (Reif, 2011, s. 14; Vaňásková, 2005, s. 312). (viz. příloha č. 6, s. 90).

Frenchayský test paže

Mezi všemi existujícími stupnicemi pro měření funkce horní končetiny hodnotí Frenchayský test paže (FAT) funkci horní končetiny při 7 každodenních úkonech (včetně 5 unimanuálních úkonů), přičemž jeho výhodou je jednoduchost, rychlost, nízké náklady a testování reálných funkcí pro každodenní život. Původní FAT však naráží na zásadní omezení, na která upozornili sami autoři, neboť výsledné hodnocení testu je dvojitě – vyhověl/nevyhověl s nízkou citlivostí na změny. Kromě toho může FAT nadměrně zdůrazňovat

unimanuální úkoly, což je v rozporu s velkým počtem bimanuálních činností, které jsou obvykle vyžadovány v reálném životě (Gracies et al., 2010, s. 415; Laclergue et al., 2023, s. 1597).

V roce 2002 byla představena modifikovaná verze, kde byly navrženy tři klíčové úpravy oproti původnímu FAT. 1. zvýšení počtu úkolů ze 7 na 10, včetně 6 bimanuálních a 4 unimanuálních úkolů s paretickou rukou, aby lépe odrážely používání paretické horní končetiny v každodenním životě. 2. převod z původního dvojího hodnocení na kvantitativní hodnocení po půl stupních v rozsahu od 0 (žádný pohyb) do 10 (normální provedení), aby se zlepšila senzitivita. 3. systematické pořizování videozáznamů výkonů jako nedílnou součást hodnocení, aby bylo možné vést dokumentaci v elektronické tabulce a sledovat pokrok. Dnes je tato škála součástí pětistupňového hodnocení (Five-Step Assessment – FSA) u spastické parézy (Gracies et al., 2010, s. 415; Laclergue et al., 2023, s. 1597).

Dotazník kvality života SF-36

Dotazník SF-36 byl navržen k použití v klinické praxi k testování jednotlivých pacientů, výzkumu a monitorování kvality života u širokého spektra onemocnění. Popularita SF-36 je způsobena stručností a komplexností dotazníku. Obecně je dotazník citlivý ke všem zdravotním problémům fyzického charakteru a k celkovému duševnímu zdraví. Skládá se z položek nebo otázek, které respondentům nabízejí možnost volby ohledně vnímání jejich zdraví v osmi aspektech jejich života. Například aspekt fyzického fungování obsahuje 10 položek, na které může pacient odpovědět jednou ze tří možností: "hodně omezený", "trochu omezený" nebo "vůbec neomezený". Tyto odpovědi jsou hodnoceny 1, 2 a 3 a součet deseti bodovaných odpovědí dává skóre od 10 do 30. Jednotlivé výsledky aspektů se následně pomocí algoritmu sčítají v rozmezí 0-100 bodů. Problémem je omezenost detailního popisu charakteru obtíží pro individuálního nemocného. Způsob skórování SF-36 však není založen na preferencích a předpokládá, že jednotlivé položky mají stejnou důležitost; například omezení při chůzi má stejnou důležitost jako omezení při chůzi po schodech. Tudiž hodnocení neodráží pacientovi reálné potřeby (Brazier, Roberts, Deverill, 2002, s. 272; Reifenauer, Hošková, 2018, s. 261; Vaňásková, 2005, s. 314).

1.1.6 Možnosti rehabilitace

Spastická paréza vyžaduje komplexní léčebnou strategii zahrnující fyzioterapii, ergoterapii, logopedii a další disciplíny. Antispastická léčba by se měla zřídka, pokud vůbec, používat izolovaně. Spastická paréza je obvykle celoživotní stav a fyzioterapie je nezbytná pro pomoc pacientům přizpůsobit se změnám a vypracovat vhodný cvičební program.

Klíčem k úspěšné rehabilitaci a uspokojivé léčbě spasticity je včasná prevence opírající se o kvalitní ošetřovatelství, vhodnou terapeutickou intervenci a správné poučení pacienta o možných rizicích tak, aby správně dodržoval pokyny. Terapie se odvíjí od hlavních faktorů disability a je ovlivněna individualitou pacienta. Správná léčba pacienta vyžaduje zahájení fyzioterapie ihned po stanovení diagnózy onemocnění a může pomoci předcházet svalovým příznakům. Rehabilitace má probíhat v pravidelných intervalech v průběhu onemocnění v závislosti na stavu pacienta a diagnóze stanovené léčebným týmem. Je vhodné kombinovat jednotlivé přístupy v průběhu vývoje centrálních příznaků ve vztahu k poruše funkce. Při vytváření plánu péče o jedince s CMP je rozhodující volba mezi znovuobnovujícím nebo kompenzačním přístupem. Restorativní přístup je zaměřen na obnovu dříve ztracených motorických dovedností a funkcí. Kompenzační přístup se soustředí na maximalizaci funkce, často pomocí alternativních strategií, v rámci omezených motorických schopností. Nutno zohlednit také subjektivní hodnocení pacientem, protože některé příznaky nemusí vnímat jako limitující. Jedinci bez terapie se dostávají do sestupné spirály, kdy postižené končetiny zůstávají poměrně nehybné, což vede k jejich chronickému nepoužívání, podnícení vzniku dalších paréz, protože se snižuje schopnost mozku nabírat motorické jednotky (Lang et al., 2013, s. 9; Rayegani, Babae, Raeissadat, 2020, s. 5; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 177-183; Turner-Stokes et al., 2018, s. 609; Ward et al., 2016, s. 39).

Zásadní otázkou při hodnocení horní končetiny po CMP je, jak přítomnost různých postižení přispívá ke ztrátě funkce horní končetiny. Rehabilitace začíná již v počátečním stádiu onemocnění, kdy u většiny pacientů s centrálním poškozením převažuje hypotonie svalstva. Bez včasného zahájení rehabilitace dojde ve většině případů ke kompenzaci funkcí postižené ruky zdravou končetinou. Tato kompenzace funkcí prodlužuje nejen zlepšení funkčních deficitů, ale zároveň vzniká riziko vzniku bolestivého omezení pohybu v ramenním kloubu. Všechny ošetřovatelský personál musí stále vybízet k zapojení paretické končetiny do pacientova tělesného schématu. Je důležité podporovat vědomé pohyby mimo synergistické vzory, schopnost selektivně motorických pohybů a integrovat postupně do pohybů potřebných pro každodenní život. Cílem léčby je udržet, případně zlepšit úroveň výkonnosti a předcházet problémům způsobeným spasticitou. Krátkodobého efektu snížení spasticity lze dosáhnout prostřednictvím pasivního protahování, aktivního cvičení a funkčního tréninku aktivit v rámci nácviku každodenních činností s cílem zapojit svaly bez spastických projevů a antagonisty spastických svalů. Ve skutečnosti není snížení spasticity vždy cílem léčby, jelikož v některých případech udržení funkce pacienta vyžaduje malou spasticitu a zvýšený tonus.

Fyzioterapie na horní končetině usiluje v první řadě nejen o zvětšení síly svalů, ale zejména o zlepšení jemné motoriky a koordinace pohybu. Současně se zaměřuje na výkonnost, zmírnění nepohodlí a bolesti a na prevenci sekundárních komplikací, včetně kontraktur a proleženin. Vzhledem k tomu, že se spasticita v průběhu léčby mění, měly by být flexibilní i léčebné režimy a měnit se spolu se stavem pacienta. Rehabilitace centrálních poruch nehledá nejlepší fyzioterapeutickou školu, ale terapii individuálně mění pro osobní a sociální potřeby jedince. Jeden pacient může mít prospěch z kombinace nástrojů pro léčbu spasticity, včetně zásahů, jako jsou injekce botulotoxinu a intratekální baklofen, zatímco jiní mohou vyžadovat konzervativnější cestu, jako je např. dlahování nebo perorální léky. V terapii využíváme terapeutické metody založené na neurofyziologickém podkladě – Bobath koncept, Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF), Vojtova metoda, Dynamická neuromuskulární stabilizace (DNS). Pro ovlivnění svalového tonu je z fyzikální terapie možné využít i funkční elektrickou stimulaci aplikovanou na antagonistu. Pro soběstačnost v oblasti každodenního života je důležité zlepšení senzomotorických funkcí horní končetiny. Zásadní je posoudit a rozlišit mezi neurologickými a ne-neurologickými (pojivová tkáň, kloubní složka, svaly a šlachy) příčinami hypertonie, protože léčba ne-neurologických (pasivních) příčin zahrnuje pohybovou terapii, jako je protahování a dlahování, tyto problémy nereagují na medikamentózní léčbu. Kontraindikovány jsou všechny manipulace či mobilizace, které by mohly způsobit bolest nebo nechtěnou mikrotraumatizaci nervových kořenů, plexu nebo periferních nervů (Lang et al., 2013, s. 3; Lippertová-Grünerová, 2005, str. 128-129; Rayegani, Babae, Raeissadat, 2020, s. 5; Vyskotová et al., 2021, s. 217).

Nefarmakologické postupy

Strečink

Strečink je v současné době jednou z nejpoužívanějších technik rehabilitace spasticity. Cílem je snížení bolesti, zlepšení funkce, zachování nebo zvýšení protažitelnosti měkkých tkání, rozsahu pohybu kloubů (ROM) a normalizace svalového tonu. Statický strečink lze provádět pomocí dlah, ortéz, přístrojů nebo polohovacích programů. Protahování může být také prováděno samostatně nebo manuálně terapeutou. Všechny techniky zahrnují mechanické prodloužení měkkých tkání na různě dlouhou dobu. Některé techniky lze aplikovat pouze po krátkou dobu. Jakýkoli strečink vyvolává zvýšení protažitelnosti tkáně, nárůst počtu svalových vláken, angiogenezi, biomechanické a strukturální změny ve svalu, jako je produkce aktinu a myozinu nebo tvorba nových sarkomer. Tyto změny jsou reverzibilní, pokud není strečink aplikován po dostatečně dlouhou dobu. Forma aplikace výrazně ovlivňuje délku trvání,

protože ručně prováděný strečink obvykle trvá několik minut, zatímco strečink pomocí přístrojů či ortéz může být udržován i několik dní. Pro optimální rehabilitační opakované protahování spastických svalů můžeme využít robotické technologie, a to buď jako doplněk nebo plnou náhradu protahovacích technik. Jedním z robotů splňující požadavky na terapii spasticity prstů ruky je robotická rukavice Gloreha (Gál, Hoskovcová, Jech, 2015, s. 115; Gomez-Cuaresma et al., 2021, s. 2; Harvey et al., 2017, s. 9; Konečný et al., 2017, s. 20).

Rozlišujeme celkem čtyři typy strečinku: statický, dynamický, prolongovaný a balistický strečink. Při statickém strečinku se provádí pouze jedno opakování s výdrží v protahovací poloze, kdežto dynamický strečink obsahuje více než jedno opakování zaměřené na konkrétní funkci svalu v podobě kývavých pohybů či skoků. Pro snížení spasticity je potřebný vhodný dlouhodobý strečinkový plán. Strečink musí zohledňovat intenzitu neboli množství konstantně nebo různě působícího protažení, rychlost, počet opakování v rámci jedné lekce, délku protahování v každém opakování, dávku, celkovou dobu intervalu a frekvenci protahování. Reorganizace nekontraktilních částí svalu lze docílit dostatečně dlouhou aplikací statického strečinku, a to především na bázi jejich parciální mikrotraumatizace s následným hojením v prodloužení. Zásadní je znát správné umístění a polohu protahované struktury a složek, které budou protažení vyvolávat. Například protažení kotníku do dorzální flexe s pokrčeným kolenem působí napětím na jiné struktury, než když se provádí s nataženým kolenem (Arnold, Jouko, 2015, s. 9; Gál, Hoskovcová, Jech, 2015, s. 115; Gomez-Cuaresma et al., 2021, s. 2).

Guided Self-rehabilitation Contract

V českém překladu koncept známý jako Dohoda o reedukačním tréninku vytvořený Jeanem-Michelem Graciesem, k níž se pacient zavazuje písemným souhlasem. Program je orientován na pacientem individuálně prováděný statický prolongovaný strečink více hyperaktivních a zkrácených svalů v kombinaci s jejich lokální chemodenervací a současně na intenzivní trénink více paretických svalů. Primární limitující faktory, u většiny pokusů o pohyb u spastické parézy, spočívají v pasivním a aktivním odporu antagonisty, spíše než ve sníženém descendentním řízení k agonistovi (agonistická paréza). Protahovací program obsahuje statické polohy samoprotahování pro specifické antagonisty vybrané terapeutem při vysoké zátěži, přičemž zůstává pod prahem bolesti. Pacient by měl udržovat silné a neměnné napětí na protahovaném svalu po souhrnnou dobu více než 10 minut denně na každý cílový sval. Tréninkový program se skládá ze sérií neasistovaných rychlých střídavých úkonů nebo pohybů o maximální amplitudě proti každému z vybraných antagonistů v krátkém čase. V závislosti na únavnosti pacienta např. 15 až 30 s na sérii, tak, aby se postupně v průběhu času

snižovala ko-kontrakce antagonistů. Efekt terapie prováděné v domácím prostředí je zaznamenáván pomocí deníku, který si terapeut při každé návštěvě od pacienta vyžádá. Pacient denně zaznamenává čas skutečného nácviku samoprotahovacích poloh a počet úkonů nebo pohybů provedených při každé sérii rychlých střídavých pohybů v intervalu mezi dvěma návštěvami terapeuta. Zpětnovazebně slouží deník i pro lepší motivaci, díky čemuž může sám pacient sledovat, jak se jeho stav mění v čase (Gracies et al., 2019, s. 4; Gracies et al., 2021, s. 204; Hoskovcová, Gál, 2020, s. 15-18).

Farmakologické postupy

Nejjednodušším a nejčastějším způsobem léčby lehkého stupně spasticity je podání antispastických léků v rámci farmakoterapie. Léky působí buď systémově, nebo periferně. Systémové léky se zaměřují na inhibici aktivity neurotransmiterů na jednom nebo více místech v centrální nervové soustavě. Místem účinku jsou presynaptická i postsynaptická zakončení míšních interneuronů na různých úrovních dráhy centrálního motoneuronu, alfa-motoneurony a primární senzorycké aferentní neurony. Tento inhibiční účinek působí na neurotransmitery v celém centrálním nervovém systému a může mít za následek mimo jiné ospalost. Nabízí se široká škála léků pro perorální podání, avšak dávky musí být vysoké, aby účinná látka v léku prošla hematoencefalickou bariérou, načež jsou ve vysokých dávkách doprovázeny nežádoucími účinky. Aby se tyto negativní účinky zmírnily, je možné některé léky zavádět přímo do mozkomíšního moku pomocí intratekální pumpy. Jiné léky se podávají periferně prostřednictvím injekce přímo do svalu s účinkem na nervosvalové ploténce, kde zablokují přenos vzruchů. Jedná se o mnohem invazivnější postup, systémové vedlejší účinky jsou však menší. Klíčová je kombinace různých způsobů léčby, včetně rehabilitace a fokální léčby botulotoxinem. Nutno brát v potaz celkový stav pacienta a jeho funkční schopnosti, zvláště u těžkých stupňů svalového hypertonu, kdy systémové podání léků může prohloubit funkční deficit (Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 59; Lindsay et al., 2016, s. 5).

Botulotoxin

Terapie botulotoxinem typu A (BTX-A) se v současné době používá u celé řady onemocnění, včetně poruch charakterizovaných svalovou hyperaktivitou. Intramuskulární injekce BTX-A je doporučenou léčbou první volby fokální spasticity horních končetin a dystonie. Botulotoxin typu A, který je produkován anaerobními bakteriemi z rodu *Clostridium*, je nejsilnějším z přírodních toxinů mezi různými sérotypy a jeho bezpečnost je dobře prokázána. Jeho neurospecifická aktivita, reverzibilita a omezená difúze při lokální

injekci z něj činí bezpečný a úspěšný prostředek pro symptomy charakterizované hyperfunkcí periferních nervových zakončení. Způsobuje blokádu na nervosvalové ploténce při uvolňování acetylcholinu, jehož následkem je porucha neuromuskulárního převodu. To umožňuje lepší polohování končetiny, menší bolestivost při protahování a lepší zatížení, což výrazně napomáhá rehabilitaci pohybu a snížení spasticity, zároveň stimuluje mozkovou plasticitu. Tento periferní účinek je přechodný, i když dlouhodobý. Má progresivní účinky, protože maximální změny na synapsích lze pozorovat přibližně 4 týdny po aplikaci a pomalu odeznívá, protože nervosvalové spojení se obnoví během 12 týdnů. Botulotoxin se aplikuje do povrchových svalů pod ultrazvukovou kontrolou, pro hluboko uložené svaly je nutná aplikace za kontroly EMG signálu pomocí duté EMG elektrody (Ehler, Štětkařová, 2009, s. 320; Enslin, Rohlwick, Figaji, 2020, s. 6; Hok et al., 2021, s. 1).

Ačkoli bylo prokázáno, že injekce BTX-A zlepšují svalový tonus, rozsah pohybu a celkové fyzické hodnocení, chybí důkazy týkající se jejich účinnosti pro zlepšení aktivní funkce horní končetiny (např. pohybování či manipulace s předměty). BTX-A má totiž větší účinky na pasivní funkce než na aktivní funkce, a některé studie ani neprokázaly žádné zlepšení aktivních funkcí při léčbě BTX-A. Tyto výsledky by mohly bránit aktivní léčbě pomocí BTX-A, protože konečným cílem rehabilitace je funkční zlepšení. Avšak autor dodává, že kombinace modifikované odporové pohybové terapie nebo aktivního tréninku specifických úkolů společně s injekcemi BTX-A zlepšuje funkci horních končetin u pacientů s chronickou spastickou hemiparézou (Lee et al., 2018, s. 2).

Podle studie z roku 2020 léčba botulotoxinem při prvním projevu spasticity vedla k očekávanému snížení spasticity a míře tvorby nebo prevenci kontraktur, kdy účinky trvaly čtyři až šest týdnů. BTX může rovněž být účinný při snižování svalové ztuhlosti. Snížení míry tvorby kontraktur pozorované během prvních šesti týdnů léčby nebylo trvalé. Nejpravděpodobnější vysvětlení souvisí se sníženou úrovní spasticity flexorových svalů. Jakmile se účinek botulotoxinu na motorické neuronové spojení zvrátil, zvýšilo se riziko držení kloubů ve flexi, obzvláště pokud se pacientům neobnovila užitečná funkce ruky. Při opakovaných injekčních cyklech BTX-A u chronicky postižené populace pacientů se spastickou parézou horních končetin a je patrná postupná míra zlepšování, kterou lze očekávat předtím, než se účinky léčby dostanou na vrchol. Tím je jim umožněno, aby se znovu naučili používat paretickou ruku (Gracies et al., 2020, s. 8-11; Lindsay et al., 2021, s. 406).

Baklofen

Perorální baklofen patří k nejpoužívanějším lékům pro terapii spasticity. Baklofen je GABA-agonista, který působí velmi dobře na alfa-motoneurony a gama-systém na míšní úrovni. Nejvýraznější neurofyziologický účinek spočívá ve snížení míšních reflexních odpovědí, a to jak monosynaptických, tak polysynaptických, v závislosti na množství podané látky. Selektivně stimuluje GABA-B receptory, což vede k hyperpolarizaci buněk motorických rohů a následnému snížení excitability motoneuronu, svalového hypertonu a doprovodným spasmům. Lze jej podávat formou tablet či roztoku, perorálně i intratekálně. Ačkoli je baklofen široce používán, je rozpustný převážně ve vodě, a proto neprochází snadno hematoencefalickou bariérou. V důsledku toho mohou pacienti k účinné léčbě spasticity potřebovat vysoké dávky, což může způsobit netolerovatelné vedlejší účinky. Ty se objevují v podobě ospalosti, hypotenze, ataxie, nauzey až zvracení. Alternativou je podání baklofenu přímo do mozkomíšního moku v intratekálním prostoru, čímž se zcela obejde hematoencefalická bariéra. Intratekální infuze má terapeutický účinek s rychlou distribucí do cílových neuronů v míše. Výrazně lepších účinků na stav pacienta je dosaženo i při celkově nižší dávce, protože látka se dostává přímo ke strukturám míchy a GABA receptorům. Intratekální podání baklofenu se obvykle provádí pomocí externě programovatelné, chirurgicky implantované pumpy, která uvolňuje lék kontinuálně 24 hodin denně přesnými průtokovými rychlostmi přes katétr umístěný v páteřním kanálu (Brashear, Elovic, 2016, s. 229-230; Ertzgaard, Campo, Calabrese, 2017, s. 193-194; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 62-63).

Fyzikální terapie

V rámci fyzikální terapie se u pacientů se syndromem centrálního motoneuronu používají především elektro stimulace, tepelné procedury, kryoterapie či elektroanalgezie zejména pro snížení myoskeletální bolesti. Předpokládaný mechanismus účinku elektrické stimulace u lézí CNS spočívá v usnadnění neuroplasticity CNS zvýšením aferentního vstupu. Dochází k aktivaci již existujících funkčních a nevyužívaných neuronálních spojení a/nebo k pozastavení jejich inhibice. Elektricky zprostředkovaný opakovaný pohyb usnadňuje motorické učení, aby se využila centrální neuroplasticita. V současné době u nás není jednoznačně definované doporučení pro léčbu pacientů se spasticitou pomocí elektrické stimulace. Indikace je proto minimální (Schuhfried et al., 2012, s. 100; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 208-209).

Funkční elektrická stimulace

Funkční elektrická stimulace (FES) dokáže neinvazivně aktivovat svaly, které jsou nedostatečně zapojeny, u pacientů s lézemi centrálního nervového systému po neurologických onemocněních, jako např. CMP, DMO nebo RS. FES zvyšuje aktivitu mozkové senzomotorické kůry a má pozitivní vliv na motorické učení a zlepšuje účinnost léčby, taktéž bývá kombinována s biologickou zpětnou vazbou. Aplikace se většinou provádí transkutánní elektroneurostimulací (TENS) nízkofrekvenčními velmi krátkými impulzy. Stimulace pomocí elektrického proudu se překrývá s volní kontrakcí paretické svalové skupiny, zatímco pacient vykonává funkční pohyby, jako je chůze, výstup do schodů nebo manipulace s předměty. Účelem je elektrostimulací axonů synchronizovat kontrakci svalů v paretických končetinách a zlepšit tím schopnost jedince plnit funkční pohybové úkony. Systém vytváří sérii elektrických podnětů, které vyvolávají akční potenciály v neporušených periferních nervech, jež dále aktivují svalové kontrakce. Velikost intenzity podnětu určuje počet aktivovaných nervových vláken a tím i sílu svalové kontrakce. V současnosti se využívá v rámci neurorehabilitace k obnově poškozených pohybových vzorů, snížení spasticity stimulací spastického svalu, která je teoreticky zprostředkována inhibicí Renshawových buněk. Další metodou je stimulace antagonisty, která může snížit spasticitu zvýšením reciproční inhibice prostřednictvím míšních drah. Do budoucna by mohla být strategií, jak rozšířit rehabilitaci horních končetin mimo zdravotnická zařízení, např. do domácího nebo jiného prostředí, které si uživatel zvolí. Tím, že se funkční elektrostimulace používá mimo zdravotnická zařízení, má potenciál zmírnit tlak na stávající zdravotnickou infrastrukturu, ale může také představovat silný motivační faktor, protože se provádí ve funkčnějším kontextu (Konečný et. al., 2019, s. 34-35; Moon, Choi, Park, 2017, s. 240; Niu et al., 2019, s. 256-257; Sivaramakrishnan, Solomon, Manikandan, 2018, s. 398; Sousa et al., 2022, s. 2).

Spřažené impulzní proudy

Při stimulaci spřaženými impulzními proudy (SIP) dochází ke střídavé kontrakci agonisty, resp. spastického svalu a antagonisty, jakožto nespastického svalu. Využívá se dvou a více proudových okruhů, jež jsou vůči sobě navzájem časově posunuty. Pomocí elektrického dráždění je dosaženo snížení aference ze svalových vřetének, a naopak zvýšení firingu z Golgiho šlachových tělísek. Na míšní úrovni se díky stimulaci Golgiho šlachových tělísek inhibují alfa-motoneurony kontrahovaného svalu a facilitují alfa-motoneurony antagonisty. Pomocí úpravy narušených recipročních vztahů slouží taktéž k ovlivnění elasticity svalu

a svalového tonu. Uvádí se tři varianty zapojení – dle Hufschmidta, Jantsche, a Edela (Konečný et. al., 2019, s. 36; Poděbradský, Poděbradská, 2009, s. 44).

Stimulace dle Hufschmidta je charakterizována umístěním elektrod longitudinálně na agonistický a antagonistický sval při použití dvou proudových okruhů. Pravoúhlými impulzy s dobou trvání 0,2-0,5 ms, frekvencí 0,7-1 Hz je drážděn nejprve spastický agonista a následně se zpožděním 100-300 ms antagonistista. Subjektivní intenzita je nadprahově motorická. Běžná doba aplikace je 10-30 minut pro jednu dvojici svalů (Konečný et. al., 2019, s. 36).

Stimulace dle Jantsche funguje na obdobném principu jako předchozí metoda. Zde jsou obvykle používány čtyři deskové elektrody. Spastický agonista je drážděn trojúhelníkovým impulzem s dobrou trvání 100-300 ms. Antagonistický parietický sval je poté stimulován 1-5s tetanizující sérií impulzů s dobou trvání 0,2 ms. Subjektivní intenzita je nadprahově motorická (Konečný et. al., 2019, s. 36; Kővári et al., 2022, s. 240; Poděbradský, Poděbradská, 2009, s. 45).

Stimulace dle Edela využívá pro zapojení proudů osm elektrod do čtyř proudových okruhů s postupným zpožděním, což dovoluje systematickou stimulaci více funkčně spojených svalových skupin. Jako u předchozích variant je nejprve drážděn spastický agonista, a to izolovanými pravoúhlými impulzy o šířce 0,3 ms a frekvencí 0,16 Hz. Se zpožděním je pak v druhém okruhu stimulován jeho antagonistista sérií impulzů s dobou trvání 0,1 ms a frekvencí 30 Hz, podobným způsobem se tak děje u druhé antagonistické dvojice v třetím a čtvrtém okruhu. Nevýhodou může být nutnost speciálního přístrojového vybavení (Konečný et. al., 2019, s. 36-37; Poděbradský, Poděbradská, 2009, s. 45).

Operační postupy

Indikace k operační léčbě jsou pouze v případech, kdy jsou již plně vyčerpány možnosti konzervativní nebo medikamentózní terapie a nemohou dále ovlivnit pacientův stav. Jde především o zákroky, které řeší muskuloskeletální důsledky spasticity, jako jsou fixované svalově-vazivové kontraktury na končetinách nebo bolest. V rámci ortopedických přístupů se možným řešením nabízí fasciotomie, tenotomie, prodloužení šlach, šlachové transfery, a dokonce i operace kostí, které umožňují obnovit rovnováhu sil působících v kloubech, pomáhají korigovat spastické držení a zlepšují aktivní extenzi na horní a dolní končetině, aby se zlepšila reziduální funkce a nevznikaly další komplikace, způsobené spastickým držením a rozvojem kontraktur. Zásadní význam má pečlivé hodnocení a výběr pacienta, který by měl být proveden v rámci důkladného multidisciplinárního posouzení za účasti odborných terapeutů

a lékařů rehabilitační medicíny. Nutno zvolit ideální dobu pro chirurgický zákrok, protože příliš včasná nebo pozdní operace může vést k horším výsledkům. Chirurgická intervence u dětí se spasticitou horních končetin v důsledku dětské mozkové obrny je v klinické praxi dobře zavedena a provádí se v rámci specializovaných týmů (Jarratt Barnham et al., 2022, s. 427; Francisco et al., 2021, s. 166; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 153-154).

1.2 Robotická rehabilitace

Nejnovější technologie umožnily používat roboty jako nástroje, které pomáhají pacientům v rehabilitačním procesu, a maximalizují tak výsledky pacientů. Rehabilitační roboti jsou motorizovaná zařízení, jež se řadí do oblasti pokročilých rehabilitačních technologií. Jedním z možných využití robotiky je facilitace aktivní hybnosti, senzomotorická a potenciálně i kognitivní rehabilitace, kdy roboticky řízený exoskelet vede nebo dopomáhá vykonávání určitého pohybu. Roboticky vedená terapie je zaměřená zpravidla na manipulativní a úchopovou funkci horní končetiny. Většina robotů nabízí i současnou interakci ve virtuálním prostředí, může pacientům nabídnout senzorkou nebo sluchovou zpětnou vazbu o poloze a síle a je obvykle podporována hrami, které usnadňují funkční používání horní parietické končetiny. Pro účinnou léčbu musí být trénink pro rehabilitaci horních končetin vysoce intenzivní, specificky zaměřený, opakující se a zároveň motivující pro pacienta. Díky těmto vlastnostem si v posledním desetiletí získal v neuromotorické rehabilitaci prvořadý význam a nabízí se jako užitečný doplněk konvenční terapie. Rehabilitační roboti zpravidla dovolují vykonávat konkrétní pohyb zcela za pacienta, popř. s dopomocí, přičemž berou v úvahu míru pacientovy aktivní hybnosti, čehož se využívá zejména u neurologicky podmíněných poruch pohybu. Pro smysluplné využití terapie je zásadní plné uvědomění si podstaty a aktivní spolupráce pacienta. Hlavním cílem je obnovit nebo zlepšit pohybové dovednosti s důrazem na plynulost a koordinaci pohybu. Kontraindikací robotické rehabilitace je těžký kognitivní deficit, nemožnost přizpůsobení skeletu individuálním potřebám jedince, porušení kožního krytu, výrazně omezená pasivní hybnost nebo těžká spasticita (Daňková, Pastucha, 2018, s. 291; Kolářová et al., 2019, s. 107; Pennati et al., 2015, s. 382; Veerbeek et al., 2017, s. 108; Villafañe et al., 2018, s. 95).

Rehabilitace ruky má za primární cíl obnovu porušených základních funkcí, a to manipulační, senzorkou, opěrnou a komunikační. Rehabilitační aktivity založené na opakovaných úkonech jsou vhodné pro obnovení určitého stupně pohyblivosti, zejména jednoduché ohýbání a natahování prstů prokazatelně zlepšuje funkčnost ruky. Rehabilitační postupy a strategie spojené s robotickou asistencí tak nabízí řadu výhod, které zajistí daný

rozsah pohybu a zabrání nevhodným kompenzačním pohybům. Neurorehabilitace je v současnosti nakloněná k zapojení robotických technologií s nácviky reálných každodenních úkonů, protože to výrazně přispívá k efektu terapie a využití rehabilitací znovuzískaných dovedností do denního života. Obvykle lze tyto přístupy aplikovat během prvních měsíců po CMP, kdy lze upřednostnit zmírnění motorického deficitu před rozsáhlým funkčním tréninkem. V této fázi postižení pacienti vykazují ztrátu kontroly a snížení taktilního vnímání a propriocepce, což snižuje jejich samostatnost a sociální integraci. Motivace pacienta spojená se slovním povzbuzováním může významně ovlivnit účinnost terapie (Aggogeri, Mikolajczyk, O'Kane, 2019, s. 2; Kolářová et al., 2019, s. 108; Vyskotová et al., 2021, s. 102).

Z kineziologického hlediska máme na horní končetině větší kloubní rozsah a volnost pohybu než na dolní. Proto robotické systémy disponují minimálně dvěma, komplexnější až šesti, stupni volnosti. Větší volnost pohybu zajišťuje jeho plynulost a fyziologičnost. Robotická rehabilitační zařízení pro terapii funkce horní končetiny lze dělit podle jejich charakteristik a rozmanitých kritérií. Máme zařízení exoskeletonového typu, u nichž osa ramene exoskeletu je připevněna na povrch pacientovy končetiny a respektuje její rovnoběžnou anatomickou osu. Jedná se o přímo kontrolovatelný pohyb v kloubech jednotlivého nebo více segmentů současně. Minimalizuje abnormální posturu nebo pohyby. Zařízení dovoluje nezávislé měření sil v jednotlivých kloubech, což je cenným zdrojem dat pro následnou analýzu a evaluaci pacientů. Nevýhodou je časově náročná příprava a nastavení jednotlivých částí pro individuálního pacienta. End-efektorová zařízení dovolují mobilizaci končetiny z distálního bodu a mají omezenou možnost kontroly, obvykle koncovou část ruky nebo zápěstí. Výhodou je relativně jednoduchá mechanika a řetězení pohybů, end-efektor tak nepřímo mění pozici vzdálených segmentů pacientova těla. Nevýhodou je nemožnost provedení izolovaných pohybů končetiny. Systémy kombinované kontrolují pohyby v segmentech celé horní končetiny a zároveň jsou zaměřeny na distální část (Daňková, Pastucha, 2018, s. 291; Kolářová et al., 2019, s. 107; Navrátil, Příhoda a kol., 2022, s. 30).

1.2.1 Gloreha

Gloreha je aktivní přístroj určený k asistenci pohybu, který je v profesionální verzi určen jak pro nemocnice nebo rehabilitační centra, tak i v levnější verzi pro domácí použití pacienty. Toto zařízení se skládá z měkkého exoskeletu podobného rukavici, který obepíná zápěstí a prsty parietické ruky kolem dlaňové strany pomocí speciálních pásek a popruhů na suchý zip. Nastavení trvá méně než 5 minut. Ruka tak může provádět úchopové a uvolňovací činnosti. Pasivní mobilizaci prstů zajišťuje hydraulický systém, který generuje sílu přenášenou na prsty

prostřednictvím polotuhých kabelů. Táhla (end-efektory) jsou ukotveny na koncích prstů rukavice a na druhém konci jsou připojeny k pneumatickému pohonu, čímž je zajištěn pohyb rukavice, potažmo prstů postižené ruky. Díky přítomnosti těchto flexibilních kabelů může zařízení Gloreha postupně zmírňovat intenzitu sil působících na ruku a prsty pacienta. Délku každého kabelu lze nastavit tak, aby byla zaručena postupná a specifická adaptace jednotlivého prstu dle individuálního cíle léčby, typu cvičení a klinického stavu pacienta s ohledem na úroveň spasticity či bolesti. Hlavní inovace tohoto robotického zařízení spočívá v tom, že umožňuje dobře kalibrovaný sekvenční pohyb každého jednotlivého prstu nebo kombinovaný pohyb více prstů, zatímco pacient sleduje činnost vyvolanou zařízením v 3D animaci zobrazené na obrazovce zařízení, která reprodukuje pohyb generovaný rukavicí v reálném čase. Prostřednictvím speciálního softwaru lze zvolit různá cvičení, rozsah a rychlost provedení pohybu, a přitom poskytnout pacientovi zpětnou vazbu. Rehabilitace může být provedena jako pasivní, aktivně-asistované nebo funkční cvičení (Bissolotti et al., 2016, s. 770; Gobbo et al, 2017, s. 2; Kolářová et al., 2019, s. 109; Villafañe et al., 2018, s. 96-98).

1.2.2 Armeo Spring

Zařízení Armeo Spring je exoskeleton se zabudovaným pružinovým mechanismem, který monitoruje klouby ramene, lokte a zápěstí. Jedná se o nastavitelný závěsný systém, resp. posuvné rameno s 5 stupni volnosti (tři pro ramenní kloub, jeden pro loketní kloub, jeden pro předloktí) bez robotických pohonů, tzv. pasivní systém. Exoskelet mechanicky umožňuje pohyb při variabilní úrovni podpory horní končetiny proti gravitaci. Závěsný systém podpírá paži subjektu od proximální po distální oblast. Zlepšuje koordinaci a zvětšuje aktivní rozsah pohybu i při malé až zbytkové schopnosti aktivního pohybu hemiparetické paže v trojrozměrném pracovním prostoru. Při použití tohoto zařízení je proto vyžadována iniciace pohybu pacientem, což předpokládá jeho aktivní zapojení v průběhu terapie. Dále, tento nástroj umožňuje posilování a provádění pohybu pomocí vizuální zpětné vazby ve virtuálním prostředí, ve kterém je pacient vyzván k provádění různých úkolů s nastavitelným stupněm obtížnosti. V distální oblasti je integrována cylindricky tvarovaná hydraulická rukojeť obsahující systém, který snímá tlak a sílu při sevření a umožňuje provádět odstupňovaná cvičení na uchopení a uvolnění. Snímač úchopu lze vypnout a terapii soustředit pouze na práci horní končetiny v odlehčení. Citlivost systému lze nastavit v závislosti na stavu pacienta. Díky přístrojovému vybavení, vestavěným snímačům polohy a softwaru lze Armeo Spring zapojit při plnění smysluplných funkčních úkolů, např. krájení zeleniny, které jsou simulovány ve virtuálním výukovém prostředí na obrazovce počítače, s poskytováním zvukové a vizuální

zpětné vazby o výkonu během cvičení a po něm. Nastavení virtuální reality je navrženo tak, aby poskytovalo různé úrovně obtížnosti (směr pohybu, rychlost, pohybující se oblast) a funkční přístup k úkolu. Systém umožňuje kalibrovat pracovní prostor podle aktivní pohyblivosti pacienta. Poskytuje informace o specifických parametrech pohybu (odpor, síla, rozsah pohybu a koordinace), aby bylo možné správně nastavit úroveň obtížnosti pro každého pacienta během celého procesu rehabilitace (Colomer et al. 2012, s. 263; Gijbels et al., 2011, s. 3; Kolářová et al., 2019, s. 112; Taveggia et al., 2016, s. 769).

Systém Armeo Spring může být prospěšný téměř u všech pacientů s postiženou funkcí horní končetiny, zpravidla to jsou pacienti s cerebrálními, neurogenními, spinálními nebo muskuloskeletálními typy onemocnění. Hlavní indikací je snížení svalové síly v rozmezí 1-3 dle svalového testu. Při flexorové synergii horní končetiny, podmíněné centrální denervací, nedochází k obvyklému harmonickému volnímu náboru motorických jednotek on nejmenší k největší. Volní motorický vzorec je natolik fixován, že při požadavku na různé motorické úlohy nastává identický stereotypní pohyb, který zasáhne několik segmentů současně. Výsledkem je zhoršená koordinace a ztráta volní kontroly, kdy je funkce svalu neefektivní. Např. při různorodém nároku na jemnou motoriku ruky dochází k neúčelnému totožně stejnému pohybu spojenému s retrakcí lopatky, abdukci ramene, zevní rotací paže, flexí lokte a supinací předloktí. Bylo prokázáno, že zvyšující se množství kompenzace hmotnosti HK zvětšuje rozsah pohybu a omezuje aktivaci svalů, která je spojena s přerušением flexorové synergie po CMP. Toto je při rehabilitaci paretické horní končetiny pro pacienta benefit, který terapeut nemusí kapacitně fyzicky plynule a rovnoměrně nahradit (Bocanová et al., 2018, s. 120; Jech, 2015, s. 17; Kolářová et al., 2019, s. 112).

2 VÝZKUMNÁ ČÁST

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je zhodnocení efektu roboticky asistované rehabilitace (RAR) horní končetiny s využitím systému Armeo Spring, se zaměřením na spastickou parézu flexorů loketního kloubu u neurologických pacientů.

2.2 Vědecké otázky a hypotézy

Vědecká otázka č. 1 (OT₁): Jak se změnila spasticita u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring?

H₀₁: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity pro m. biceps brachii dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A1}: Existuje statisticky významná změna rozdílu spasticity m. biceps brachii dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H₀₂: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity m. brachialis dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A2}: Existuje statisticky významná změna rozdílu spasticity m. brachialis dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H₀₃: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity m. brachioradialis dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A3}: Existuje statisticky významná změna rozdílu spasticity m. brachioradialis dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Vědecká otázka č. 2 (OT₂): Jak se změnila soběstačnost dle Barthelova Indexu u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring?

H₀₄: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu v soběstačnosti dle Barthelova Indexu (BI) po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A4}: Existuje statisticky významná změna rozdílu soběstačnosti dle Barthelova Indexu (BI) po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Vědecká otázka č. 3 (OT₃): Jak se změnila funkce horní končetiny dle Frenchayské škály u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring?

H₀₅: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu funkce horní končetiny dle Frenchayské škály po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A5}: Existuje statisticky významná změna rozdílu funkce horní končetiny dle Frenchayské škály po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Vědecká otázka č. 4 (OT₄): Jak se změnila kvalita života dle dotazníku SF-36 u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring?

H₀₆: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu kvality života dle dotazníku SF-36 po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A6}: Existuje statisticky významná změna rozdílu kvality života dle dotazníku SF-36 po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

2.3 Metodologie výzkumu

2.3.1 Charakteristika výzkumné skupiny

Do výzkumu pro tuto diplomovou práci bylo zařazeno celkem 27 pacientů, kteří splnili indikační kritéria klinického protokolu, což jsou neurologičtí pacienti s centrální spastickou hemiparézou na horní končetině po prodělání CMP, nádorového onemocnění, kraniotraumatu, či s probíhající RS. Sběr dat probíhal v Centru léčebné rehabilitace nemocnici AGEL v Prostějově v období od března 2023 do června 2024. Celkem bylo naměřeno 27 pacientů, z toho 13 mužů a 14 žen, v průměrném věku 59,6 let. Minimální věk byl 28 let a maximální věk byl 75 let. Součástí výzkumu bylo 21 pacientů po prodělání CMP, 2 pacienti s probíhající RS, 2 pacienti po prodělání nádorového onemocnění a 2 pacienti po prodělání kraniotraumatu.

Indikační kritéria: stáří minimálně 18 let, schopnost aktivní spolupráce, bez fatických či kognitivních poruch, míra spasticity v době vstupního vyšetření stupně 1-3 hodnocena podle MAS, od prodělání neurologického onemocnění uběhnou alespoň tři měsíce, respektive pacienti jsou v chronickém stádiu onemocnění.

Vylučující kritéria: neschopnost spolupráce pacienta při měření a rehabilitaci, žádná nebo příliš velká spasticita, stupně 4-5 podle hodnocení MAS, trofická či závažná ortopedická vada končetiny, jako je amputace prstů, dále příznaky akutního onemocnění nebo zhoršení klinického stavu pacienta.

Pacienti byli randomizovaně rozděleni, nezávisle na věku a pohlaví, do experimentální a kontrolní skupiny. Experimentální skupina je tvořena z 15 pacientů, z nichž bylo 6 mužů a 9 žen, v průměrném věku 60,6 let. Kontrolní skupina zahrnovala 12 pacientů, z nichž bylo 7 mužů a 5 žen, v průměrném věku 58,6 let (viz. příloha č. 3, s. 85).

Všichni pacienti byli předem seznámeni s průběhem měření a rehabilitačním plánem. Realizace výzkumu byla schválena Etickou komisí FZV UP (viz. příloha č. 2, s. 84). Všichni pacienti vyjádřili souhlas s testováním podepsáním informovaného souhlasu (viz. příloha č. 1, s. 82-83).

Tabulka 1 Popisná charakteristika zkoumaného souboru

Experimentální skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
Věk	15	60,6	28	75	65	15,338
Kontrolní skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
Věk	12	58,58	34	79	58,5	12,288

Legenda k tabulce: N – počet testovaných pacientů ve skupině; SD – směrodatná odchylka

2.3.2 Průběh výzkumu

V rámci předepsaného rehabilitačního plánu všichni pacienti absolvovali standartní a individuálně zaměřenou fyzioterapii, ergoterapii a RAR na přístroji Armeo Spring ambulantní formou v průběhu deseti návštěv během 6 týdnů. Terapeutická jednotka fyzioterapie byla založená na cvičení na neurofyziologickém podkladě s využitím PNF s cílem protažení spastických svalů a facilitace paretických svalů. Terapeutická jednotka ergoterapie byla zaměřena na obnovu úchopových funkcí horní končetiny. Fyzioterapie a ergoterapie probíhala 2x týdně po dobu 30 minut ve stejném počtu terapeutických hodin pro obě skupiny. Rozdíl v hodnocených skupinách spočíval v odlišné délce terapie RAR. Pro experimentální skupinu v intervalu 2x týdně 1 hodinu, celkem 20h a pro kontrolní skupinu byla doba omezena v intervalu 1x týdně půl hodiny, celkem 2,5h.

Samotná RAR probíhala vždy za stejných podmínek pro všechny pacienty. Pacient seděl na židli před obrazovkou, dolní končetiny se opírali o podlahu a jeho spastická horní končetina byla pomocí popruhů připnutá k mechanickému exoskeletu se zabudovaným systémem pružin

dle individuálních možností pacienta. Exoskelet lze nastavit zvláště pro paži a předloktí a umožňuje pohyb ve všech třech rovinách. Válcovitá rukojeť obsahuje tlakové senzory, které snímají pohyby prstů a umožnila tak zapojení celé horní končetiny do tréninku. Obrazovka před pacientem mu poskytovala vizuální zpětnou vazbu.

Hodnocení všech pacientů v rámci výzkumu probíhalo vždy první a poslední den předepsané terapie.

2.3.3 Použité metody výzkumu

Míra spasticity flexorů loketního kloubu (m. biceps brachii; m. brachialis a m. brachioradialis) byla měřena dle MAS, hodnoty soběstačnosti podle základního a rozšířeného BI, funkce horní končetiny bude hodnocena podle modifikované Frenchayské škály a kvalita života dle dotazníku SF-36.

MAS je nejrozšířenější klinická škála používaná k měření zvýšeného svalového tonu, který se projevuje zvýšenou odolností segmentů vůči pasivnímu protažení. V roce 1987 zvýšili Bohannon a Smith senzitivitu původní Ashworthovy škály tak, že přidali další stupeň (1+), který vypovídá o mírném nárůstu svalového napětí s náhlým zvýšením odporu v méně než polovině rozsahu pohybu při protažení svalu (Ehler, 2015, s. 21; Meseguer-Henarejo, 2018, s. 576).

MAS je snadno použitelná v klinické praxi, protože zabere málo času a není potřeba žádné vybavení. Stupnice je testována ručně ke klasifikaci vnímaného odporu svalů při pohybu v kloubu v celém jeho rozsahu pohybu. Ve skutečnosti však měří kombinaci kontraktury měkkých tkání, spastické dystonie a spasticity, a proto není vždy nej přesnější škálou pro hodnocení spasticity (Kawamura, 2022, s. 2; Meseguer-Henarejo, 2018, s. 576-577; Ward, 2016, s.74).

Index Barthelové je nejznámější při hodnocení personálních všedních denních činností (ADL), funkční zdatnosti a míry soběstačnosti u chronicky nemocných osob. Výhodou je jednoduchost pro použití v klinické praxi. V průběhu času se měří změny ve funkčním stavu pacienta. Hodnotí deset činností: přijímání potravy, koupání, osobní hygiena, oblékání, kontinence močového měchýře, kontinence konečníku, užívání WC, přesuny, lokomoce a chůze po schodech. Všechny deset položek v indexu hodnotí aktivitu podle stupně požadované asistence na pětibodové škále. Celkové rozpětí je 0-100 bodů. Maximální hodnota BI automaticky neznamená plnou soběstačnost v běžných denních aktivitách, neboť nepokrývá některé širší funkce (např. přípravu jídla, domácí práce) (Krivošíková, 2011, s. 238; Vaňásková, 2005, s. 312).

Frenchayská škála je považována za jednoduchou, ale zároveň blízkou pro testování funkcí v reálném životě. Frenchayský test paže hodnotí funkci horní končetiny při 7 každodenních úkonech (včetně 5 unimanuálních úkonů), přičemž jeho výhodou je jednoduchost, rychlost a nízké náklady. Byla vyvinuta pro posouzení schopností postižené HK na úkolech z každodenního života, jako např. zvednout poloprázdnou sklenici s vodou, napít se a vrátit ji zpět na původní místo, sundat a přemístit kolíček na prádlo nebo si učesat vlasy po obou stranách hlavy (Gracies et al., 2010, s. 415; Hussain et al., 2017, s. 9; Laclergue et al., 2023, s. 1597).

Dotazník kvality života SF-36 byl navržen k použití v klinické praxi k testování jednotlivých pacientů, výzkumu a monitorování kvality života u širokého spektra onemocnění. Obecně je dotazník citlivý ke všem zdravotním problémům fyzického charakteru a k celkovému duševnímu zdraví. Dotazník obsahuje 36 otázek rozdělených do osmi okruhů problematiky, jako je omezení fyzických aktivit v důsledku zdravotních problémů, omezení sociálních aktivit v důsledku fyzických a emocionálních problémů, omezení obvyklých činností v důsledku fyzických zdravotních problémů, bolest, všeobecné mentální zdraví, psychologické poruchy, omezení v běžných aktivitách v důsledku emocionálních problémů, vitalitu (míru energie, únavu) a obecné hodnocení zdravotního stavu (Reifenauer, Hošková, 2018, s. 261; Vaňásková, 2005, s. 314).

2.3.4 Metody statistického zpracování dat

Naměřená data byla zapsána do tabulek v programu Microsoft Office Excel a následně zpracována v programu STATISTICA 12. Nejprve byla provedena popisná statistika kontrolní i experimentální skupiny. V této skupině byly vypočítány následující hodnoty: průměr, směrodatná odchylka, medián, minimum a maximum. Naměřená data byla z důvodu ne normálního rozložení hodnocena podle neparametrických testů. Pro hodnocení byl použit neparametrický Wilcoxonův test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$. Výsledky byly zpracovány v grafické formě.

2.4 Výsledky

Komentář k tab. č. 2 a obrázku č. 2

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změny hodnot spasticity hodnocené dle MAS pro m. BB. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 2 a na obrázku č. 2, s. 44.

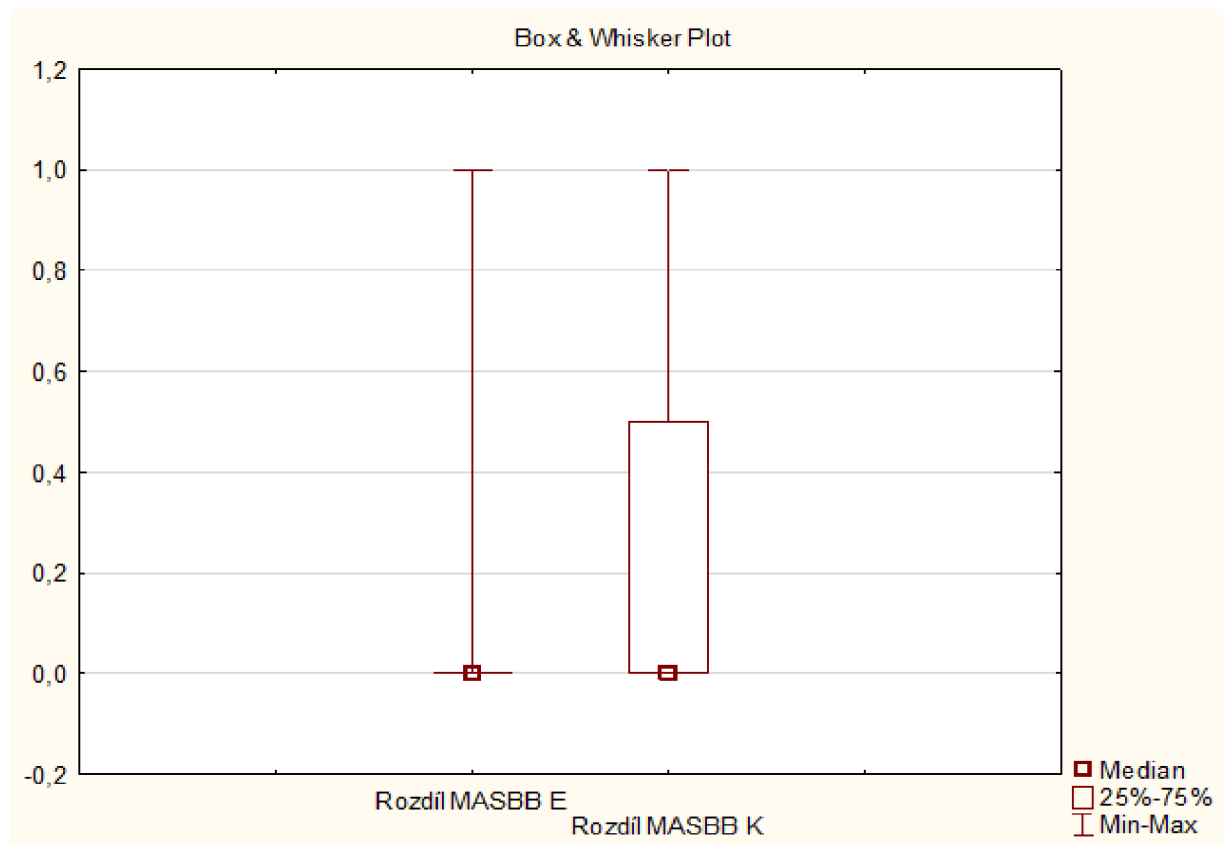
Na základě tohoto statistické analýzy se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity pro m. biceps brachii dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou. Na základě toho nelze konstatovat, že by robotická rehabilitace měla dle hodnocení MAS vliv na spasticitu m. biceps brachii.

Tabulka 2 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro m. biceps brachii před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Neparametrický Wilcoxonův test				
	E	K	Z	p
MASBB-K_E	-1,633	-1,1732	-0,141	0,888

Legenda k tabulce č. 2: MASBB-K_E – rozdíl hodnot MAS pro m. biceps brachii před a po terapii, E – hodnota MAS pro m. biceps brachii v experimentální skupině, K – hodnota MAS pro m. biceps brachii v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek 2 Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro m. biceps brachii před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 2: MASBB E – hodnota MAS pro m. biceps brachii v experimentální skupině, MASBB K – hodnota MAS pro m. biceps brachii v kontrolní skupině

Komentář k tab. č. 3 a obrázku č. 3

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změny hodnot spasticity hodnocené dle MAS pro m. brachialis. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 3 a na obrázku č. 3, s. 46.

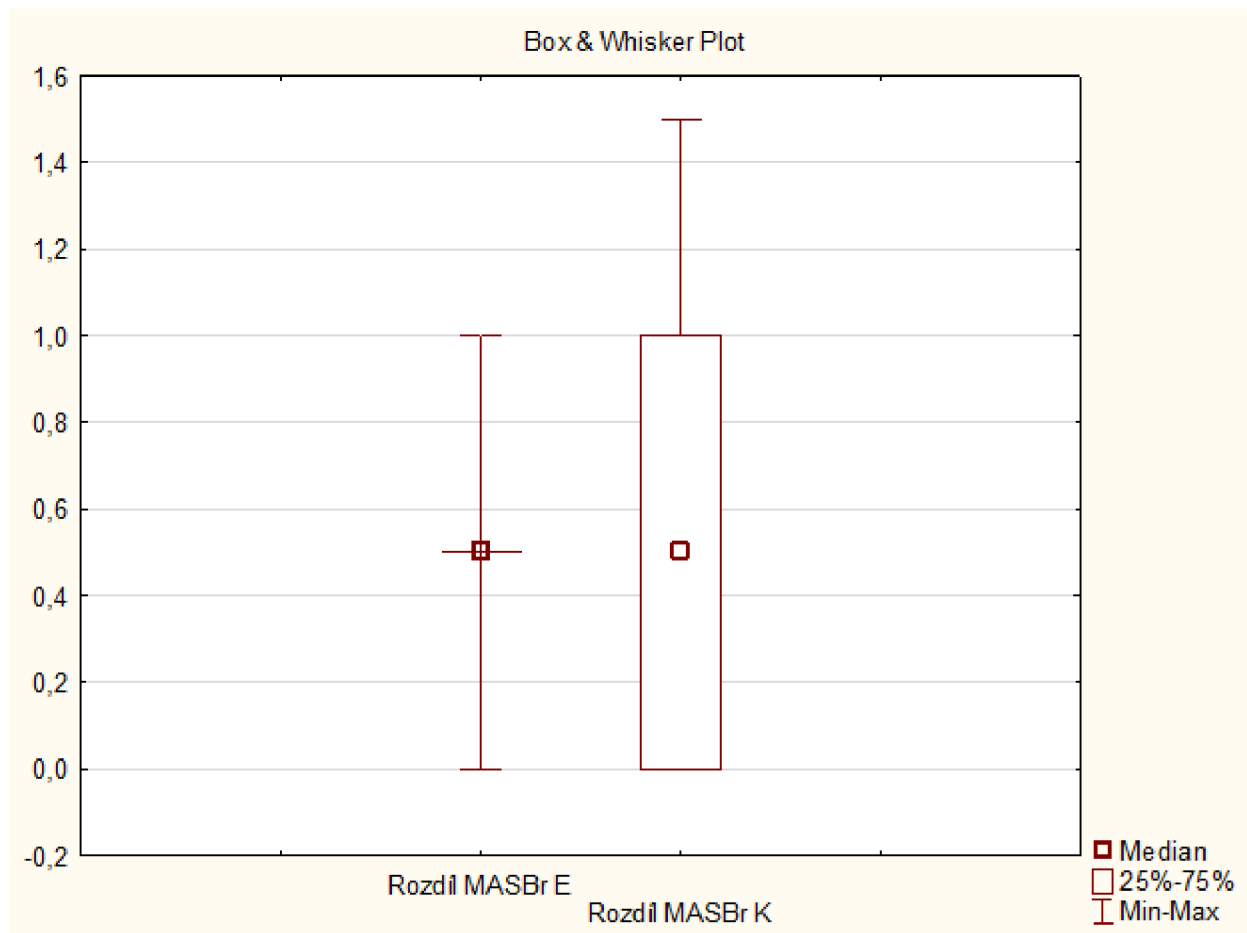
Na základě tohoto statistické analýzy se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity m. brachialis dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou. Na základě toho nelze konstatovat, že by robotická rehabilitace měla dle hodnocení MAS vliv na spasticitu m. brachialis.

Tabulka 3 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro m. brachialis před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Neparametrický Wilcoxonův test				
	E	K	Z	p
MASBr-K_E	-3,419	-2,565	-0,159	0,873

Legenda k tabulce č. 3: MASBr-K_E – rozdíl hodnot MAS pro m. brachialis před a po terapii, E – hodnota MAS pro m. brachialis v experimentální skupině, K – hodnota MAS pro m. brachialis v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek 3 Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro m. brachialis před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 3: MASBr E – hodnota MAS pro m. brachialis v experimentální skupině, MASBr K – hodnota MAS pro m. brachialis v kontrolní skupině

Komentář k tab. č. 4 a obrázku č. 4

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změny hodnot spasticity hodnocené dle MAS pro m. brachioradialis. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 4 a na obrázku č. 4, s. 48.

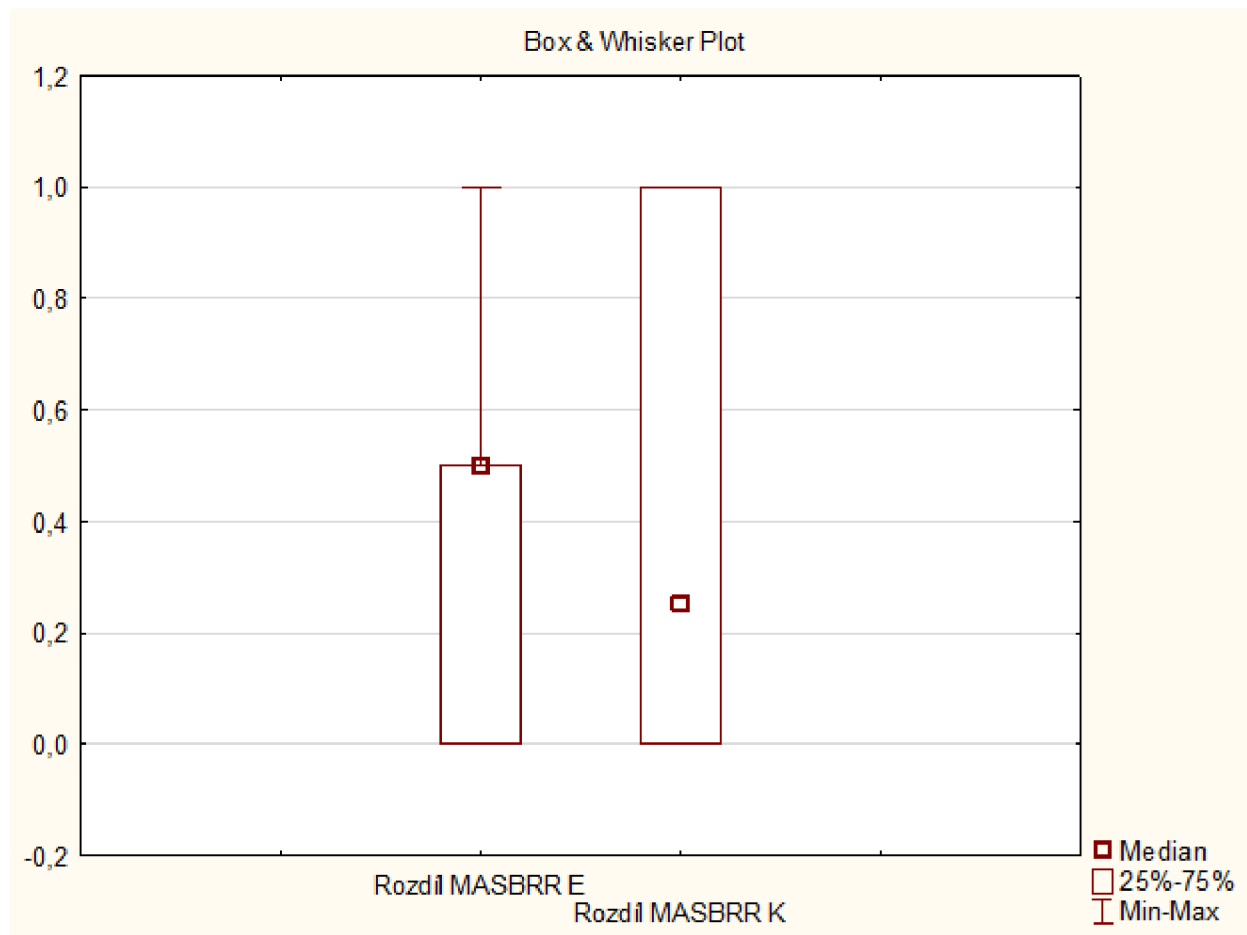
Na základě tohoto statistické analýzy se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity m. brachioradialis dle Modifikované Asworthovy škály (MAS) po terapie na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou. Na základě toho nelze konstatovat, že by robotická rehabilitace měla dle hodnocení MAS vliv na spasticitu m. brachioradialis.

Tabulka 4 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro m. brachioradialis před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Neparametrický Wilcoxonův test				
	E	K	Z	p
MASBRR-K_E	-3,127	-2,271	-0,486	0,627

Legenda k tabulce č. 4: MASBRR-K_E – rozdíl hodnot MAS pro m. brachioradialis před a po terapii, E – hodnota MAS pro m. brachioradialis v experimentální skupině, K – hodnota MAS pro m. brachioradialis v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek 4 Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro m. brachioradialis před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 4: MASBRR E – hodnota MAS pro m. brachioradialis v experimentální skupině, MASBRR K – hodnota MAS pro m. brachioradialis v kontrolní skupině

Komentář k tab. č. 5 a obrázku č. 5

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledek potvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změny hodnot soběstačnosti hodnocené dle BI. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 5 a na obrázku č. 5, s. 50.

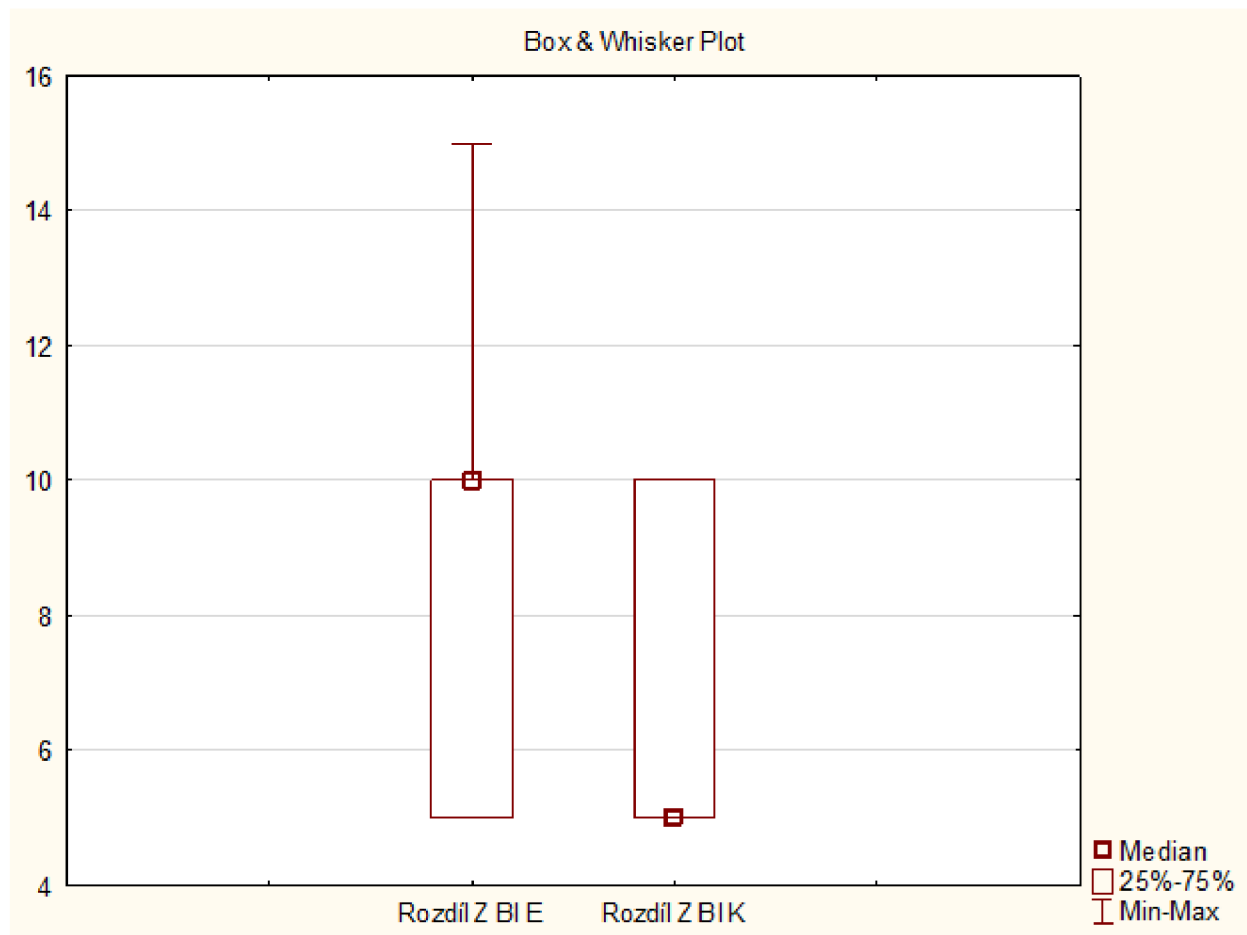
Na základě této statistické analýzy se nulová hypotéza zamítá, tudíž platí alternativní hypotéza H_{A4} : Existuje statisticky významná změna rozdílu soběstačnosti dle Barthelova Indexu (BI) po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou. Lze tedy konstatovat, že robotická rehabilitace má podle BI vliv na zlepšení soběstačnosti.

Tabulka 5 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot soběstačnosti podle BI před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Neparametrický Wilcoxonův test				
	E	K	Z	p
ZBI-K_E	-3,477	-3,176	-2,271	0,023

Legenda k tabulce 5: ZBI-K_E – rozdíl hodnot soběstačnosti dle BI před a po terapii, E – hodnota BI v experimentální skupině, K – hodnota BI v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek 5 Krabicový graf rozdílu hodnot soběstačnosti dle BI před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 5: Rozdíl Z BI E – hodnota BI v experimentální skupině, Rozdíl Z BI K – hodnota BI v kontrolní skupině

Komentář k tab. č. 6 a obrázku č. 6

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změny hodnot funkce horní končetiny. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 6 a na obrázku č. 6, s. 52.

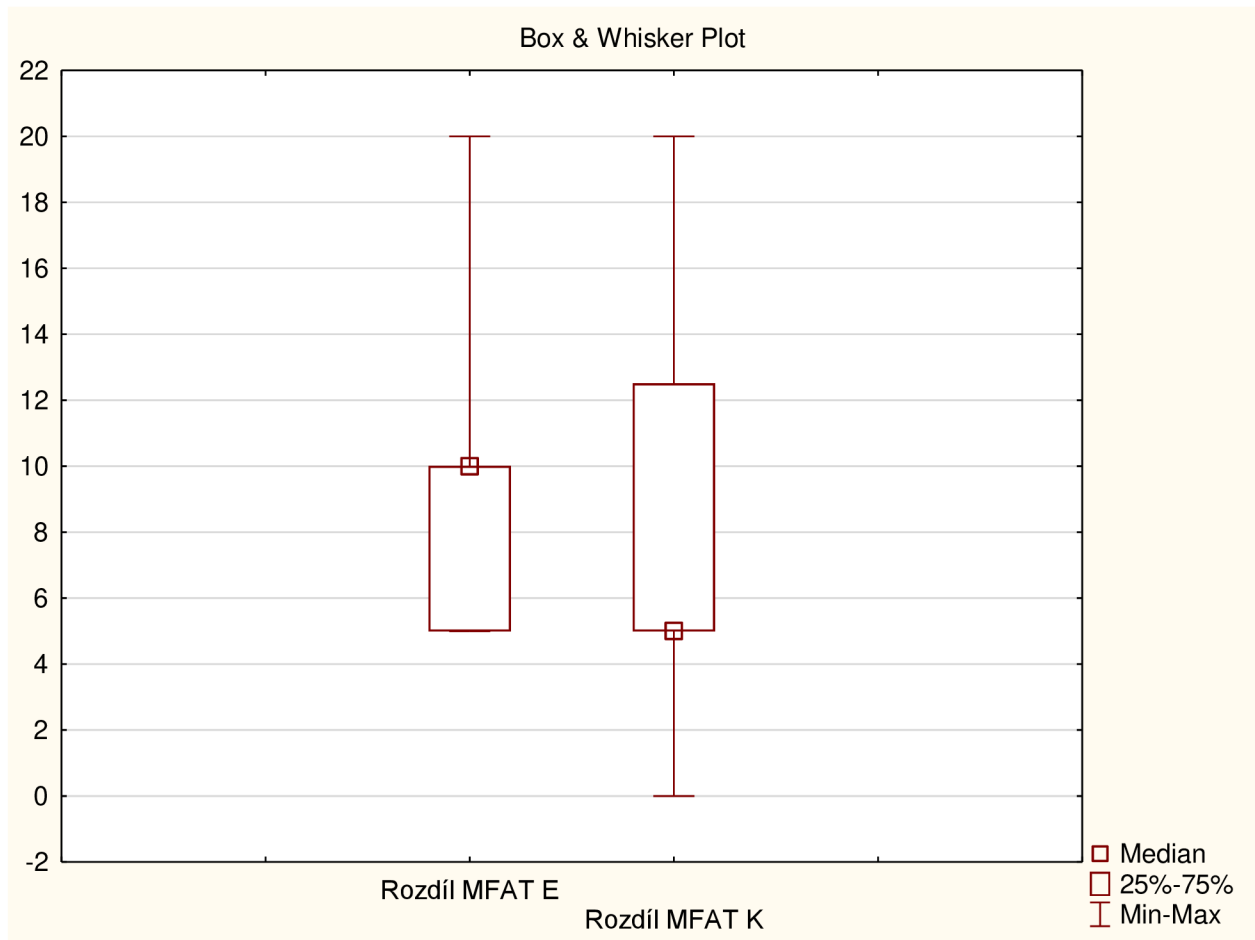
Na základě tohoto statistické analýzy se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu funkce horní končetiny dle Frenchayské škály po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou. Na základě toho nelze konstatovat, že by robotická rehabilitace měla dle hodnocení MFAT vliv na funkci horní končetiny.

Tabulka 6 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MFAT před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Neparametrický Wilcoxonův test				
	E	K	Z	p
MFAT-K_E	-3,482	-3,02	-1,249	0,212

Legenda k tabulce č. 6: MFAT-K_E – rozdíl hodnot funkce horní končetiny dle MFAT před a po terapii, E – hodnota MFAT v experimentální skupině, K – hodnota MFAT v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek 6 Krabicový graf rozdílu hodnot MFAT před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 6: Rozdíl MFAT E – hodnota MFAT v experimentální skupině, Rozdíl MFAT K – hodnota MFAT v kontrolní skupině

Komentář k tab. č. 7 a obrázku č. 7

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledek potvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změny hodnot kvality života hodnocené dle dotazníku SF-36. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 7 na obrázku č. 7, s. 54.

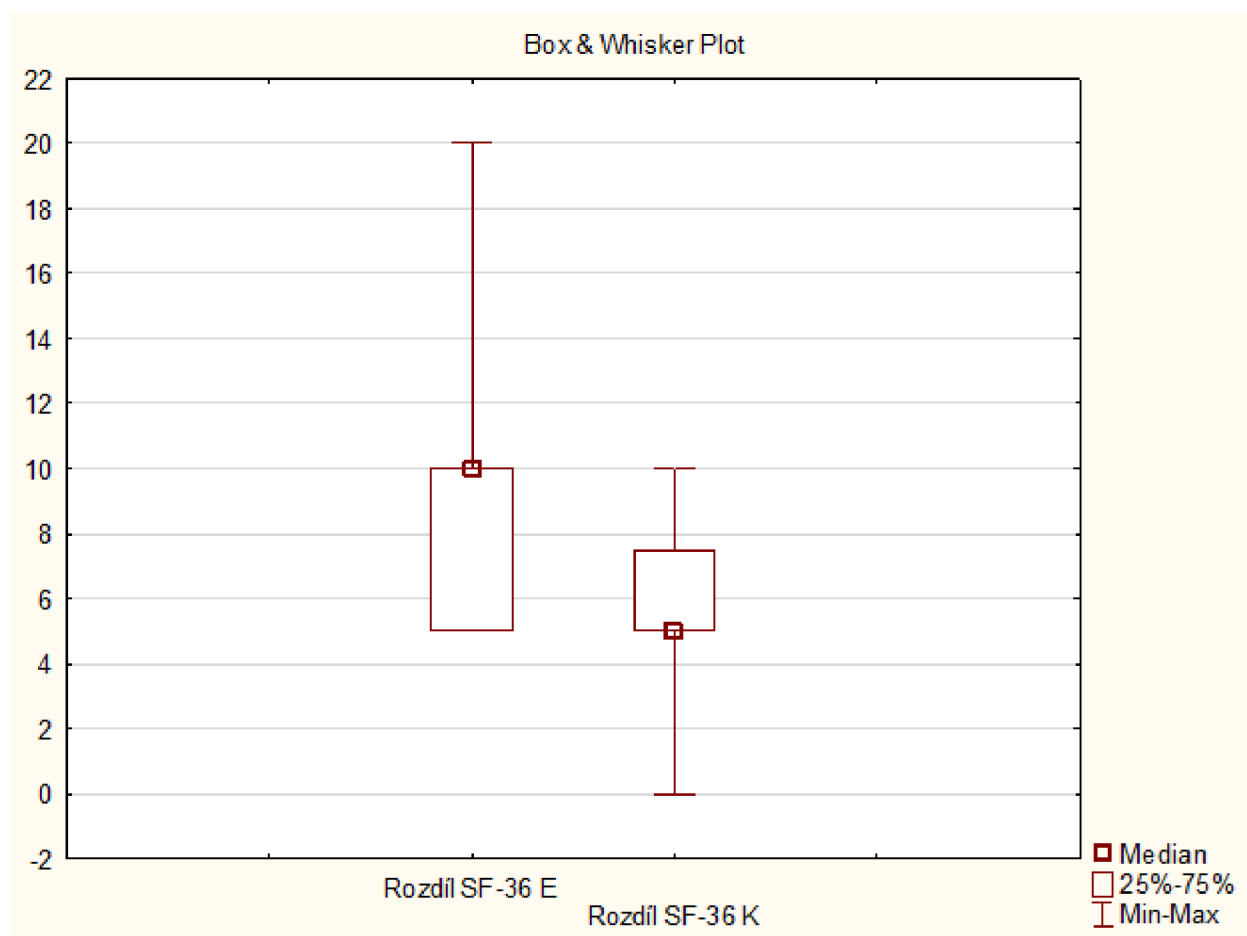
Na základě této statistické analýzy se nulová hypotéza zamítá, tudíž platí alternativní hypotéza H_A6 : Existuje statisticky významná změna rozdílu kvality života dle dotazníku SF-36 po terapii na přístroji Armeo Spring mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Tabulka 7 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot soběstačnosti podle BI před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Neparametrický Wilcoxonův test				
	E	K	Z	p
RSF-36-K_E	-3,501	-2,919	-2,652	0,008

Legenda k tabulce č. 7: RSF-36-K_E – rozdíl hodnot kvality života dle SF-36 před a po terapii, E – hodnota SF-36 v experimentální skupině, K – hodnota SF-36 v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek 7 Krabicový graf rozdílu hodnot kvality života dle SF-36 před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 7: Rozdíl SF-36 E – hodnota SF-36 v experimentální skupině, Rozdíl SF-36 K – hodnota SF-36 v kontrolní skupině

2.5 Diskuze

Spastická paréza neboli syndrom centrálního motoneuronu nejčastěji vzniká jako negativní důsledek neurologických onemocnění jako např. CMP, RS, DMO, traumatického poškození mozku nebo míchy a nádorových onemocnění. Spasticita, projevující se zvýšením svalového tonu, představuje jednu ze složek spastické parézy. Druhou složkou klinického projevu je paréza definována jako snížený nábor motorických jednotek (Fheodoroff et al., 2016, s.79-80).

Vzhledem ke stárnutí populace a dožívání se vyššího věku dochází celosvětově k zvyšování počtu pacientů s CMP, přičemž již nyní je druhou nejčastější příčinou úmrtí a hlavní příčinou získané invalidity dospělých v Evropské unii. S nárůstem dlouhodobé invalidity jsou úzce spojeny motorické příznaky asi u 50-83 % postižených. Motorické postižení, manifestuje poruchou pohybu obličeje, horní a dolní končetiny na postižené straně těla. Porucha funkce horní končetiny obvykle zahrnuje potíže s koordinací pohybů, což postiženému komplikuje provádění každodenních činností, jako např. oblékání, hygienu či stravování. Zhruba polovina pacientů s počátečním plegickým postižením horní končetiny po CMP má přetrvávající neurologické postižení ještě mnoho měsíců až let po iktu. Z výzkumů vyplývá, že spasticita přetrvává přibližně u 30% přeživších pacientů po prvním CMP v chronickém stádiu onemocnění. Na základě toho, je obnova a zlepšení motorických funkcí horní končetiny hlavním cílem rehabilitace i pacienta (Fheodoroff et al., 2016, s. 79; Pollock et al., 2014, s. 4; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 240; Wafa et al, 2020, s. 2418;).

Komplexní léčebná rehabilitace pacientů se spastickou parézou by měla zahrnovat především včasnou prevenci na podkladě kvalitní ošetrovatelské péče a vhodnou terapeutickou intervencí s ohledem na subjektivní potřeby pacienta. Podmínkou pro sestavení dobrého rehabilitačního programu je znalost jednotlivých příznaků syndromu centrálního motoneuronu a schopnost posoudit jejich negativní nebo pozitivní vlivy na funkční dovednosti jedince. Pro rehabilitaci horní končetiny pacientů se spastickou parézou bylo vyvinuto mnoho léčebných konceptů a intervencí zahrnujících různé druhy cvičení a technik (např. strečink, GSC), speciální vybavení ve formě ortéz a dlah, nelze také opomenout farmakologickou léčbu např. v podobě aplikace botulotoxinu nebo roboticky asistovanou rehabilitaci. Je vhodné kombinovat jednotlivé přístupy v průběhu vývoje centrálních příznaků ve vztahu k poruše funkce. U chronických pacientů, kdy si terapie klade za cíl udržení maximální možné funkční kapacity, jež pacient získal v akutní a subakutní fázi neurologického onemocnění, by robotická

rehabilitace mohla sloužit jako cenný doplněk nebo náhrada ke konvenční péči (Pollock et al., 2014, s. 4; Posteraro et al., 2009, s. 979; Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 177-183).

Robotické technologie pro terapii horní končetiny představují v oblasti rehabilitace jednu z hlavních technologických revolucí v posledním desetiletí. Aplikace robotiky a mechatronických zařízení se rychle rozšířily z průmyslového prostředí do rehabilitace na pomoc lidem při zlepšování pohybových dovedností. Rehabilitační inženýrství zvýšilo kvalitu života osob se zdravotním postižením a nabízí specializovaný výcvik. Jedním z možných využití robotiky je facilitace aktivní hybnosti paretických končetin kontrolovaným, opakovatelným a funkčně zaměřeným způsobem, což usnadňuje motorické učení. Hlavním úkolem rehabilitace zůstává obnova základních pohybů ruky, jako je otevírání, zavírání, uchopování a uvolňování. Velkou výhodou robotů je, že umožňují vyšší dávkování a/nebo intenzitu provádění tréninku, zaručují daný rozsah pohybu a zabraňují nevhodným pohybům oproti běžné rehabilitační terapii. V průběhu 45 minutové terapie je možné za pomoci robota vykonat až 1000 cíleně zaměřených pohybů, ekvivalent toho by byl pro fyzioterapeuta fyzicky vyčerpávající. Současná možnost vykreslení aktivit ve virtuálním prostředí se senzoricou zpětnou vazbou může pacientovi poskytnout cenný proprioceptivní či sluchový stimul a zvýšit celkovou pozitivní motivaci k terapii. Nevýhodou tohoto typu rehabilitace mohou být nejasné informace k indikaci. Konkrétně ve které fázi neurologického onemocnění má být RAR předepsána, dále pak v jaké intenzitě, četnosti, optimální frekvenci a celkové délce léčby. Některá zařízení jsou na trh skrz obchodní tlak uváděna dříve, než je prozkoumán potencionální účinek, čímž mohou vznikat skeptické předsudky o jejich účinnosti. Otázkou také zůstává, zdali nejsou příliš stereotypní pohyby méně užitečné pro funkční zotavení závislé na plasticitě mozku (Aggogeri, Mikolajczyk, O’Kane, 2019, s. 1-2; Chan et al., 2016, s. 1; Kolářová et al., 2019, s. 107-108; Morone et al., 2020, s. 8-9; Posteraro et al., 2009, s. 979).

Robotický přístroj Armeo Spring představuje mechanický exoskelet se zabudovaným pružinovým mechanismem pro nastavitelnou podporu hmotnosti paže, který umožňuje virtuální trénování s různým stupněm složitosti v třidimenzionálním pracovním prostoru. Exoskelet tvoří závěsný systém, jenž podpírá pacientovu paži od proximální po distální oblast a tím zvětšuje jakýkoli zbytkový aktivní pohyb. Zařízení tak poskytuje váhovou kompenzaci či odlehčení při cvičení pacientům s různě těžkým postižením na horní končetině. V distální části má systém cylindricky tvarovanou hydraulickou rukojeť snímače úchopu detekující pohyby prstů a elektronické snímače polohy, které umožňují zpětnou vazbu o síle úchopu a rozsahu pohybu horní končetiny. Citlivost systému lze přizpůsobit v závislosti na dovednostech a stavu pacienta.

Virtuální prostor je vždy individuálně kalibrován tak, aby poskytoval různé úrovně obtížnosti (směr pohybu, rychlost, pohybující se oblast) a funkční přístup k úkolu. Systém umožňuje kalibrovat pracovní prostor podle aktivní hybnosti pacienta. Ze systému lze odčítat informace o specifických parametrech pohybu (odpor, síla, rozsah pohybu a koordinace), aby bylo možné správně nastavit úroveň obtížnosti v průběhu celého procesu zotavování (Bocanová et al., 2018, s. 120; Colomer et al. 2012, s. 263; Chan et al., 2016, s. 1; Kolářová et al., 2019, s. 107-108).

Tato diplomová práce měla za cíl zhodnotit efektivitu roboticky asistované rehabilitace prostřednictvím robotického zařízení Armeo Spring na spasticitu a funkci horní končetiny u neurologických pacientů v chronické fázi spastické parézy v porovnání s běžnou individuální rehabilitací cílenou na zlepšení hybnosti HK. V následujících podkapitolách budou dosažené výsledky porovnány s dostupnými teoretickými poznatky tuzemských i zahraničních studií.

2.5.1 Komentář k vědecké otázce č. 1

První vědecká otázka se zabývá problémem Jak se změnila spasticita u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring. Spasticita svalů m. biceps brachii, m. brachialis a m. brachioradialis byla vyšetřována dle škály MAS.

Na základě statistické analýzy s využitím neparametrického Wilcoxonova testu bylo zjištěno, že rozdíl výsledných měření mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyl statisticky signifikantní. Hodnota statistické významnosti pro m. biceps brachii dosahovala $p=0,888$, pro m. brachialis $p=0,873$ a pro m. brachioradialis $p=0,627$, všechny tři hodnoty nedosáhly stanovené hladiny $p < 0,05$. Na podkladě tohoto výsledku lze konstatovat, že robotická terapie nemá statisticky významný efekt na zmírnění spasticity m. biceps brachii, m. brachialis a m. brachioradialis, čímž byly potvrzeny nulové hypotézy.

Diskuze k vědecké otázce č. 1

K obdobným závěrům došla i studie provedená na 54 pacientech s diagnózou primární CMP. Všichni pacienti byli zhodnoceni škálou MAS pro objektivizaci spasticity před terapií a znovu po 6 týdnech terapie. Samotná rehabilitace probíhala 5 dnů v týdnu a zahrnovala 60 minut konvenční terapie pro kontrolní skupinu a experimentální skupina měla předepsanou kombinaci 30 minut konvenční terapie s 30 minutami terapie na Armeo Spring. U experimentální i kontrolní skupiny došlo po léčbě k významnému poklesu spasticity dle hodnocení MAS. Významnost poklesu u experimentální skupiny byla vyšší ($p=0,001$) než u kontrolní skupiny ($p=0,027$), ale mezi skupinami nebyly po léčbě pozorovány žádné rozdíly ($p=0,432$). Studie taktéž pozitivně hodnotí možnost propojení robota s virtuální realitou,

čímž se má zlepšit velikost účinku terapie. Tato zjištění jsou v souladu s naší studií, která zjistila přínos roboticky asistované rehabilitace poskytované ve spojení s fyzioterapií a ergoterapií. (Taveggia et al., 2016, s. 769-772).

Pro zhodnocení míry spasticity využil MAS ve své studii i Colomer et al., (2012), kdy bylo hodnoceno 23 pacientů s chronickou hemiparézou po prodělání ischemické nebo hemoragické CMP. Všichni pacienti zařazení do rehabilitačního programu byli prospektivně hodnoceni dvěma specializovanými fyzioterapeuty. Ti hodnotili svalový tonus v proximálních i distálních oblastech paže pomocí MAS na začátku a na konci léčby, a ještě jednou po čtyřech měsících. Léčebný protokol se skládal z 36 intenzivních terapeutických sezení. Během prvního sezení bylo zařízení individuálně nastaveno podle velikosti paže pacienta a požadovaného úhlu zavěšení (přibližně 45° flexe ramene a 25° flexe lokte). Jakmile byla horní končetina na systém připevněna, byl změřen pracovní prostor a z velké škály funkčně zaměřených úkolů vybrány cviky, které byl pacient schopen provádět. Všichni pacienti absolvovali 3 jednodílná sezení týdně, celkem 36 sezení. Na pracovní sezení dohlížel fyzioterapeut, který upravoval cvičební programy podle pokroku každého pacienta. Každých 9 sezení byli pacienti požádáni o provedení specifických hodnotících cvičení s využitím softwaru virtuální reality. Lékaři poté znovu kalibrovali pracovní prostor a úhel zavěšení. Jejich pacienti sice vykazovali zlepšení v rámci funkcí a aktivit, avšak po závěrečném měření statistická analýza neprokázala významné změny ve snížení svalového tonu dle MAS. Značnou limitací této studie zůstává nezařazení kontrolní skupiny do měření, a tím i nemožnost porovnání vzájemně naměřených výsledků (Colomer et al., 2012, s. 263-265).

Studii s cílem prozkoumat účinky tréninku s odlehčením paže pomocí přístroje Arneo Spring u subakutních pacientů po CMP s různým stupněm hemiparetického postižení paže se ujala Chan et al. (2016). Ve studii bylo zahrnuto 48 hospitalizovaných pacientů rozdělených do 3 skupin od lehkého po těžké postižení horní končetiny. Skupina 1 byla určena pro pacienty, kteří právě začali vykazovat volní pohyby ramene a lokte (tj. těžké postižení paže) skupina 2 byla určena pro pacienty, kteří měli aktivnější rozsah pohybu ramene a lokte (tj. středně těžké postižení paže) a skupina 3 byla určena pro pacienty, kteří vykazovali větší kombinaci nebo izolovaný proximální či distální kontrolovaný pohyb (tj. lehké postižení paže). Tréninkový modul pro skupinu 1 zahrnoval pouze 1D a 2D úkoly s nižší úrovní obtížnosti. Tréninkový program pro skupinu 2 obsahoval činnosti s větším rozsahem pohybu ramene a lokte, tedy 1D a 2D činnosti na vyšší úrovni obtížnosti. Příkladem může být chytání pohybujícího se červeného míče robotickou paží v horizontální rovině nebo vertikální rovině.

Tréninkové úlohy pro 3skupinu se týkaly více hromadných kombinací pohybů nebo izolovaných proximálních či distálních pohybů. Tréninkové úkoly zahrnovaly 1D, 2D a úkoly se zaměřením na 3D pohyby s vyšší úrovní obtížnosti, například pronaci a supinaci předloktí a aktivaci senzoru pro ovládání úchopu pro trénink síly úchopu. Kromě tréninku na přístroji Armeo Spring měli pacienti hodinovou konvenční rehabilitaci horních a dolních končetin a také trénink chůze ve fyzioterapii, a dále hodinový trénink ADL a aktivit postižené paže v horizontální a vertikální úrovni v ergoterapii. Hodnocení bylo provedeno ve třech fázích rehabilitace: bezprostředně před tréninkem, ihned po tréninku a během následné třítydenní kontroly. Výsledky práce došly k závěru, že mezi skupinami nedošlo k významným změnám ve svalovém tonu dle MAS (Chan et. al., 2016, s. 1-4).

Esquenazi et al., (2021) hodnotili terapii na zařízení Armeo Spring ve srovnání se stolní terapií za asistence terapeuta (Therapist-Assisted Table Top Intervention, dále jako TAT). Provedená studie se týkala 40 pacientů se zhoršenou pohyblivostí horní končetiny po prodělání první CMP v akutní fázi. Všechna klinická měření prováděli čtyři vyškolení ergoterapeuti. Pacienti byli měřeni před zahájením studie, jednou týdně během studie, při propuštění a s 3-8 týdenním odstupem. Bez ohledu na zařazení do skupiny byla délka a frekvence jednotlivých sezení stejná (1 hodina sezení, čtyřikrát týdně). Počet léčebných sezení se lišil v závislosti na délce pobytu pacienta. Následovalo randomizované rozdělení do rehabilitační skupiny se zařízením Armeo Spring nebo skupiny TAT, což představuje uchopování, posuvné pohyby, jemnou a hrubou motoriku. TAT je zaměřeno na posílení slabých svalů ruky, zlepšení rozsahu pohybu v kloubu, začlenění aktivních nebo asistovaných pohybů a minimalizaci ztuhlosti a bolesti. Cviky byly prováděny opakovaně za asistence ošetřujícího terapeuta. Jedinec si z doporučených cviků vybral pět nebo více pohybů, které chtěl provádět, aby bylo podpořeno cvičení zaměřené na pacienta a individuální plány na základě preference. Pokud pacient provedl alespoň 15 opakování ve třech sériích s pouze jednou přestávkou na odpočinek, postoupil k dalšímu cvičení. Celková doba sezení byla 60 minut, z toho 10 minut trvala příprava a 50 minut trénink. Závěrečné měření prokázalo, že mezi tréninkovými skupinami nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly ve flexi a extenzi v loketním kloubu dle MAS (Esquenazi et al., 2021, s. 32-34).

Adomavičienė et al. (2019) se ve své studii zaměřili na porovnání léčby založené na kombinaci konvenčního rehabilitačního programu s tréninkem na robotickém zařízení Armeo Spring nebo s tréninkem se systémem Kinect založeným na virtuální realitě. Pozornost byla mimo jiné věnována napětí flexorů lokte a zápěstí a hodnocena pomocí MAS. Studie

se účastnilo 42 pacientů po ischemické či hemoragické CMP v subakutní fázi, jež byli randomizováni rozdělení do dvou skupin. Konvenční rehabilitační program, skládající se z fyzikální terapie, ergoterapie, neuropsychologického tréninku, logopedie atd., trval 3-4 hodiny denně, 5 dní v týdnu a délka sezení s novými technologickými zařízeními (Kinect nebo robot Armeo) byla 45 min/den (celkem 10 sezení). Všechna tréninková sezení se skládala ze sledu motorických úkolů, po nichž následovala krátká odpočinková fáze. Pacienti byli požádáni o provedení velkého množství různých úkolů a cvičební program byl zvolen individuálně pro každého pacienta. Všichni pacienti absolvovali 45 min denně, celkem 10 intenzivních terapeutických sezení. Tréninky probíhaly pod dohledem ergoterapeuta, který upravoval cvičební program podle pokroku každého pacienta. Na začátku každého tréninku lékař vyšetřil postižení ruky, aby zjistil obnovení motorických funkcí, bolest nebo jiné komplikace. Všichni pacienti seděli na židli nebo invalidním vozíku vybaveném bezpečnostními pásy, aby se omezily pohyby trupu a zabránilo se pádům. Pacienti byli instruováni, aby se aktivně podíleli na cvičení podle cílových pohybů. Výsledky měření ukazují, že ve skupině Kinect byl naměřen zvýšený svalový tonus (dle MAS) flexorů loketního kloubu a zápěstí, což mohlo omezit obratnost ruky. Síla stisku ruky se významně více obnovila ve skupině Armeo, a to díky viditelně nižšímu svalovému tonu v zápěstí a lokti, který pacientům umožnil snadnější provádění těchto úkonů (Adomavičienė et al., 2019, s. 4-6).

2.5.2 Komentář k vědecké otázce č. 2

V druhé vědecké otázce jsme zjišťovali, jak se změnila soběstačnost dle základního Barthelova Indexu u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring. Naměřené výsledky kontrolní a experimentální skupiny byly zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem, kdy byl zjištěn statisticky významný rozdíl $p=0,023$. Výsledek prokázal statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že došlo k zvýšení soběstačnosti pacientů, a proto byla potvrzena alternativní hypotéza.

Diskuze k vědecké otázce č. 2

Ke stejným závěrům jako výzkum této diplomové práce dospěla i pilotní studie Čechové et. al. (2023), provedená na 12 pacientech, z toho 6 pacientů v experimentální a 6 v kontrolní skupině, v subakutním stádiu po prodělání ischemické CMP. Experimentální skupina měla předepsáno 90 minut konvenční fyzioterapie a ergoterapie a 30 minut na přístroji Armeo Spring. Kontrolní skupina absolvovala celkem 120 minut konvenční fyzioterapie a ergoterapie. Celkově bylo terapeutických sezení 10 až 12 během 3 týdnů. Objektivizace funkčních schopností byla testováno dle Barthelova indexu. O spojitosti se zlepšením funkce horní

končetiny a soběstačnosti hovoří získaná data, kdy pacienti v experimentální skupině dosáhli statisticky významnějšího rozdílu vstupních a výstupních hodnot oproti kontrolní skupině (Čechová et. al., 2023, s.181-184).

Jelikož k robotickému exoskeletu Armeo Spring patří i virtuální realita, je nutno její vliv zohlednit i v otázce soběstačnosti. Takto zaměřenou studii provedli Dabrowská et al., (2023), které zajímal vliv virtuální reality na soběstačnost a schopnost sebeobsluhy dle BI u pacientů maximálně 6 měsíců po prvním iktu. Studie zahrnovala 25 pacientů v intervenční a 25 pacientů v kontrolní skupině. Všichni pacienti podstoupili první den po přijetí do rehabilitačního sanatoria vstupní vyšetření vyškoleným ergoterapeutem. Další měření byla provedena po ukončení intervence a kontrolní hodnocení bylo provedeno 4 týdny po ukončení rehabilitace. Pacienti v intervenční skupině absolvovali kromě běžné terapie také trénink pomocí zařízení Oculus Quest 2 VR. Celkový objem aktivní VR terapie činil v průměru 270 min za celou dobu intervence. Náplní VR bylo volné malování, 2D obkreslování, 3D malování a skládání puzzle. V programu "volné malování" měli za úkol nakreslit konkrétní tvary; v programech 2D a 3D obkreslovali zobrazené tvary. V rámci konvenční terapie byli pacienti indikováni k individuální fyzioterapii založené na neurofyziologickém podkladu 2krát týdně po dobu 30 min (celkem 240-280 min za pobyt). Druhou část tvořila ergoterapie zaměřená na cílený trénink soběstačnosti, hrubé a jemné motoriky, monomanuálních a bimanuálních činností a zlepšení koordinace pohybů. Ergoterapie probíhala dvakrát týdně po dobu 30 min (celkem 240-280 min za pobyt). Dále pacienti absolvovali dvakrát týdně koupel s jodobromem + zábal, oxygenoterapii, vířivou koupel, cvičení v bazénu, suché horké obklady, klasickou masáž, mechanoterapii, plynové injekce CO₂, čtyřkomorovou koupel a elektrostimulaci. Ve výsledcích práce nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly v soběstačnosti mezi intervenční a kontrolní skupinou. Napříč tomu všichni pacienti v experimentální i kontrolní skupině shodně uváděli lepší schopnosti při zvládnání každodenních činností, jako je sprchování, zubní hygiena a oblékání, tudíž že se jejich soběstačnost po rehabilitaci zlepšila (Dabrowská et al., 2023, s. 4-8).

2.5.3 Komentář k vědecké otázce č. 3

Třetí vědecká otázka se týkala změny funkce horní končetiny dle modifikované Frenchayské škály u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring. Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Wilcoxonovým testem. Hodnota statistické významnosti dosáhla hodnoty $p= 0,212$, tudíž výsledky nebyly statisticky významné a byla potvrzena nulová hypotéza.

Nelze tedy konstatovat, že by podle našeho výzkumu měla RAR pozitivní vliv na funkci horní končetiny u pacientů se spastickou parézou.

Diskuze k vědecké otázce č. 3

Naše výsledky mFAT poukazují na zlepšení funkce a motoriky horní končetiny, avšak při porovnání výsledků kontrolní a experimentální skupiny se žádné statisticky významné zlepšení neprokázalo. K podobným výsledkům došla i studie Bocanové et. al. (2018), kdy rehabilitace na Armeo Spring probíhala u 19 osob, z toho 10 jedinců v experimentální a 9 v kontrolní skupině, v akutní fázi po CMP. Pacienti experimentální skupiny podstoupili 12 jednotek rehabilitace na Armeo Spring v délce 30 minut. U pacientů kontrolní skupiny probíhala individuální ergoterapie s cílem zlepšení hybnosti horní končetiny v totožném časovém rozmezí. Autoři zmiňují, že výklad výsledků ve funkčních škálách musí být obezřetný, jelikož zlepšení může být důsledkem časně kompenzace nežli zotavení. Po uplynutí 3 měsíců je další zlepšení výsledkem kompenzačních strategií (Bocanová et al., 2018, s. 122-124).

Celkem 105 pacientů v subakutní až chronické fázi postižených první supratentoriální ischemickou CMP bylo zařazeno do výzkumu, který provedli Calabrò et al., (2021) s cílem porovnat vliv roboticky asistovaného tréninku s využitím exoskeletů nebo end-efektoru na funkci hemiparetických horních končetin po CMP v reálné klinické praxi. Všichni hospitalizovaní pacienti byli hodnoceni pomocí validovaných škál pro horní končetinu na začátku léčby, po léčbě, a nakonec s odstupem tří měsíců. Intervence na Armeo Spring zahrnovala 20 sezení po 40 minutách (včetně 10 minut na nastavení), 3krát až 5krát týdně po dobu 6-8 týdnů. Intervence na end-efektorech (tj. InMotion 2, Armotion, Motore a ReoGo) měla stejný počet tréninků bez ohledu na typ robota. Úkoly, které měly být prováděny, byly přizpůsobeny pracovnímu prostoru a obtížnosti odpovídající zbytkovým schopnostem pacienta. Úkoly se zaměřovaly na funkční zlepšení, senzomotorickou reorganizaci a zmírnění spasticity. Pacienti prováděli pasivní, aktivní a aktivně asistovaná cvičení na kloubech horních končetin s cílem zlepšit funkci kloubů, předcházet kontrakturám, inhibovat spasticitu a zlepšit motorické funkce. Intervence na robotických zařízeních sloužila jako doplňková terapie ke konvenční rehabilitaci. Z měření vyplývá, že výsledky FAT ani MAS pro loketní kloub nebyly statisticky signifikantně ovlivněny. Autoři v závěru práce poukazují na vysoký potenciál terapie u pacientů v subakutní fázi onemocnění, kdy může docházet k většímu zlepšení díky neuroplasticitě (Calabro et al., 2021, s. 3-9).

Výsledky této studie jsou v rozporu s již výše zmiňovanou pilotní studií Čechové et al., (2023), při hodnocení vlivu Armeo Spring na změnu soběstačnosti se studie zaměřila také

na funkci horní končetiny pomocí mFAT. Naměřené výsledky prokázaly statisticky významný rozdíl u mFAT v experimentální skupině oproti skupině kontrolní, což ilustruje funkční motorické dovednosti postižené horní končetiny (Čechová et. al., 2023, s. 184).

2.5.4 Komentář k vědecké otázce č. 4

Ve čtvrté vědecké otázce jsme zjišťovali, jak se změnila kvalita života dle dotazníku SF-36 u pacientů se spastickou parézou v souvislosti s RAR na přístroji Armeo Spring. Při porovnání výsledků mezi experimentální a kontrolní skupinou pomocí neparametrického Wilcoxonova testu byl zjištěn statisticky významný rozdíl $p=0,008$. Na základě těchto statistických výsledků se zamítla nulová hypotéza a byla potvrzena alternativní. Můžeme tedy konstatovat, že souvislost mezi terapií pomocí Armeo Spring a zvýšením kvality života byla signifikantně prokázána.

Diskuze k vědecké otázce č. 4

Výsledky této studie se shodují s již výše zmiňovanou pilotní studií Čechové et al., (2023), při hodnocení vlivu Armeo Spring na změnu soběstačnosti dle BI a funkci horní končetiny pomocí mFAT se studie zaměřila také na šetření kvality života, kde byl použit dotazník EQ-5D, který je standardizovaným nástrojem k hodnocení tzv. kvality života spojené se zdravím. Využívá se k terapeutickému posouzení efektivity a celkovém efektu aplikované léčby. Jde o standardizovaný dotazník s dostupnou a certifikovanou českou verzí. Dotazníkové šetření se provádí formou rozhovoru. Dotazník poskytuje výsledky měření kvality života v pěti oblastech – mobilita, sebepéče, aktivita, bolest, úzkost a deprese. Každá oblast má pět úrovní závažnosti (žádné, mírné, střední, závažné a extrémní potíže), kde každé úrovni odpovídá číslice od 1 do 5. Druhou součástí dotazníku je škála představující subjektivní názor pacienta na jeho momentální zdravotní stav. Naměřené výsledky prokázaly statisticky významný rozdíl u dotazníku EQ-5D v experimentální skupině oproti skupině kontrolní, což dokazuje pozitivní změnu kvality života spojenou se zdravím (Čechová et. al., 2023, s. 183-184).

2.6 Východiska pro praxi

Ve většině uvedených zahraničních výzkumech a studiích autoři uvádí, že došlo ke klinicky objektivnímu i subjektivnímu zlepšení v obou skupinách, což značí, že robotická intervence má v neurorehabilitaci své místo a je vhodná minimálně jako doplněk ke konvenční fyzioterapii a ergoterapii. Ačkoli jsme neprokázali statisticky signifikantní výsledky ohledně pozitivního vlivu roboticky asistované terapie na spasticitu měřenou dle modifikované Ashworthovy škály a funkci horní končetiny dle Frenchayské škály. Jedním z přínosů této práce byly statisticky signifikantní výsledky o změně soběstačnosti jedince dle indexu Barthelové a zlepšení kvality života dle dotazníku SF-36.

Z výsledků této diplomové práce a mnoha zahraničních výzkumů vyplývá, že zařazení roboticky asistované terapie s použitím Armeo Spring v rámci rehabilitačního programu u neurologických pacientů v chronickém stádiu vede ke zvýšení soběstačnosti a zlepšení kvality života. Možnost využít robotickou rehabilitaci k facilitaci hybnosti a poskytnout váhovou kompenzaci či odlehčení při cvičení pacientům s různě těžkým postižením na horní končetině je značným přínosem i pro práci fyzioterapeuta. Propojení virtuální reality a robotické rehabilitace, v němž pacient vykonává běžné denní aktivity nebo plní úkoly, může spolu s vizuálními podněty a zpětnou vazbou poskytnou nový sensorický vstup a být pro pacienta motivací.

Jelikož momentálně neexistuje mnoho tuzemských výzkumů či studií, v porovnání se zahraničními autory, které se věnují účinkům a efektivitě roboticky asistované rehabilitace spastické parézy na horní končetině, vidím v tomto směru velký potenciál pro budoucí výzkum.

2.7 Limity práce

Tato diplomová práce byla zpracována tak, aby posoudila efektivitu a vliv roboticky asistované rehabilitace pomocí přístroje Arneo Spring na spasticitu flexorů loketního kloubu, funkci horní končetiny, celkovou soběstačnost a kvalitu života pacienta. V této kapitole bude uvedeno několik limitů, na které ve studii narážíme, jež mohly zkreslit výsledky měření.

Prvním z limitů práce je nehomogenita vzorku probandů. Do měření bylo zahrnuto 21 pacientů po prodělání ischemické CMP, 2 pacienti s RS, 2 s nádorovým onemocněním a 2 po kraniotraumatu. U CMP nebylo rozlišeno, zdali šlo o primoataku či recidivu, případně jaký byl časový rozdíl mezi útoky. Pro zvýšení homogenity souboru by mohl být vybrán užší vzorek pacientů, například pouze po prvním prodělání ischemického CMP.

Druhým limitem je malá velikost vzorku pacientů, kdy bylo dohromady testováno 27 jedinců. Dále široký věkový rozptyl (od 28 let do 79 let) a rozdílná časová perioda od vzniku neurologického onemocnění. V experimentální skupině se časová perioda pohybovala od vzniku onemocnění od 3 do 69 měsíců, u kontrolní skupiny od 3 do 55 měsíců. Tyto rozdíly mohly zkreslit výsledky při vzájemném porovnávání naměřených dat skupin.

Dalším limitem jsou použité hodnotící škály, především modifikovaná Ashworthova škála, u níž je třeba provést identické měření a standardizovanou techniku k zajištění spolehlivosti. Diskutabilní je taktéž její použití k hodnocení spasticity u osob s roztroušenou sklerózou, protože u této populace není prokázána jejich platnost a spolehlivost. Nutno přidat i fakt, že hodnocení pomocí těchto škál provádělo několik různých fyzioterapeutů a ergoterapeutů a v hodnocení se mohla zrcadlit jejich individuální klasifikace. Mimo to je náročné porovnávat mezi jednotlivými segmenty, protože každý z nich má jiný rozsah pohybu, tudíž rychlost pasivního prodlužování svalu a dopad spasticity je proměnlivý (Hugos, Cameron, 2019, s. 4; Ward et al., 2016, s. 38).

Limitující bylo také hledání obdobných studií v dané problematice, které prováděly měření podle stejných hodnotících škál, zejména dle Frenchayského testu paže, vyšetřovaly m. biceps brachii, m. brachialis a m. brachioradialis v chronickém stádiu spastické parézy a zároveň prováděli terapii na zařízení Arneo Spring.

ZÁVĚR

Vzhledem k neustálému celosvětovému přibývání počtu pacientů s neurologickými onemocněními, jež jsou úzce spjaty s motorickými a jinými deficity, je společným zájmem zajistit co nejadekvátnější léčbu a rehabilitaci. V tomto směru je v posledních desetiletích v popředí zájmů robotická rehabilitace, která nabízí širokou škálu možností a využití v průběhu celé léčby, zároveň je určena pro široký záběr diagnóz a dá se do jisté míry přizpůsobit dle pacientových individuálních potřeb. Tento trend v neurorehabilitaci současně nabízí možnost propojení s virtuální realitou, což představuje zdroj taktilní, vizuální a propioceptivní zpětné vazby, jenž se významně podílí na facilitaci neuroplasticity a restituci motorických funkcí.

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit efekt roboticky asistované rehabilitace (RAR) horní končetiny s využitím systému Armeo Spring, se zaměřením na spastickou parézu flexorů loketního kloubu u neurologických pacientů.

Z výsledků výzkumu v rámci této diplomové práce vyplývá, že výsledky se statistickým významem vyšly z měření kvality života a základního Barthelova indexu. Naopak statisticky nevýznamné bylo měření vlivu roboticky asistované rehabilitace pomocí Armeo Spring na spasticitu flexorů loketního kloubu a funkci horní končetiny. Nutno však zohlednit hodnocení kvality pohybu, jenž klinické škály hodnotící funkci horní končetiny, neberou v potaz. Nutno taktéž zohlednit fakt, jenž někteří autoři ve svých výzkumech zmiňují, a to že zlepšení motorických funkcí může být výsledkem osvojení si adaptačních kompenzačních mechanismů s ohledem na dobu od vzniku neurologického onemocnění.

Všem pacientům z experimentální i kontrolní skupiny byla během studie poskytována srovnatelná konvenční fyzioterapie na neurofyziologickém podkladě a ergoterapie s cílem ovlivnit spasticitu a funkci horní končetiny. Robotická terapie na zařízení Armeo Spring byla na rozdíl od kontrolní skupiny poskytnuta experimentální skupině ve větší časové dotaci. S ohledem na výsledky tohoto výzkumu lze usuzovat, že roboticky asistovaná rehabilitace v kombinaci s konvenčními druhy rehabilitační terapie, pacientům nabízí významnější přínos v soběstačnosti a kvalitě života než jednotlivé typy terapií samostatně.

Limity, které ovlivnily tvorbu této práce mohou posloužit jako doporučení pro další obdobné výzkumy. Konkrétně lze navrhnout nábor většího souboru probandů, výběr pacientů s jednou konkrétní diagnózou a podobnou časovou periodou od vzniku onemocnění.

REFERENČNÍ SEZNAM

ADOMAVIČIENĚ, A., DAUNORAVIČIENĚ, K., KUBILIUS, R., VARŽAITYTĚ, L., RAISTENSKIS, J. 2019. Influence of New Technologies on Post-Stroke Rehabilitation: A Comparison of Armeo Spring to the Kinect System. *Medicina (Kaunas)*. 55(4):98. PMID: 30970655. DOI: 10.3390/medicina55040098.

AGGOGERI, F., MIKOLAJCZYK, T., O'KANE, J. 2019. Robotics for rehabilitation of hand movement in stroke survivors. *Advances in Mechanical Engineering*. 11(4). DOI: 10.1177/1687814019841921.

AMBLER, Z. 2011. *Základy neurologie*. 7. vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-707-3.

ARNOLD, N. G., JOUKO, K. 2015. *Strečink na anatomických základech*. Grada: Praha. ISBN: 978-80-247-5485-7.

BISSOLOTTI, L., VILLAFANE, J. H., GAFFURINI, P., ORIZIO, C., VALDES, K., NEGRINI, S. 2016. Changes in skeletal muscle perfusion and spasticity in patients with poststroke hemiparesis treated by robotic assistance (Gloreha) of the hand. *Journal of Physical Therapy Science*. 28(3): 769–773. DOI: 10.1589/jpts.28.769.

BOCANOVÁ, R., GUEYE, T., ŠVESTKOVÁ, O., OKTÁBCOVÁ, A. 2018. Efektivita robotické terapie prostřednictvím přístroje Armeo Spring u osob v akutní fázi po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 25(3): 119-125. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2018-3-25/efektivita-roboticke-terapie-prostrednictvim-pristroje-armedo-spring-u-osob-v-akutni-fazi-po-cevni-mozkove-prihode-106637>.

BOEHME, K. A., ESENWA C, ELKIND S. M. 2017. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circulation Research Journals*. 120(3):472-495. PMID: 28154098. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.308398.

BOWERS, D., FHEODOROFF, K., KHAN, P., HARRISS, J. P., DASHTIPOUR, K., BAHROO, L., LEE, M., ZAKHAROV, D., BALCAITIENE, J., EVIDENTE, V. 2016. Spastic Paresis and Rehabilitation – The Patient Journey. *European Neurological Review*. 11(2): 87-95. DOI: <https://doi.org/10.17925/ENR.2016.11.02.87>.

BRASHEAR, A., ELOVIC, E. 2016. *Spasticity: diagnosis and management*. 2nd Edition. Demos Medical Publishing, New York. ISBN 978-1-62070-072-3.

BRAZIER, J., ROBERTS, J., DEVERILL, M. 2002. The estimation of preference-based measure of health from the SF-36. *Journal of Health Economics*. 21: 271-292. DOI: 10.1016/s0167-6296(01)00130-8.

BURGET, N. 2015. Využití zpětné vazby v rehabilitaci pacientů s poruchami chůze po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 22(2): 70-78. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2015-2/vyuziti-zpetne-vazby-v-rehabilitaci-pacientu-s-poruchami-chuze-po-cevni-mozkove-prihode-52117>.

CALABRÒ, R. S., MORONE, G., NARO, A., GANDOLFI, M., LIOTTI, V., D'AURIZIO, C., STRAUDI, S., FOCACCI, A., POURNAJAF, S., APRILE, I., FILONI, S., ZANETTI, C., LEO, M. R., TEDESCO, L., SPINA, V., CHISARI, C., TAVEGGIA, G., MAZZOLENI, S., SMANIA, N., PAOLUCCI, S., FRANCESCHINI, M., BONAIUTI, D. 2021. Robot-Assisted Training for Upper Limb in Stroke (ROBOTAS): An Observational, Multicenter Study to Identify Determinants of Efficacy. *Journal of Clinical Medicine*. 10(22):5245. PMID: 34830527. DOI: 10.3390/jcm10225245.

COLOMER, C., BALDOVÍ, A., TORROMÉ, S., NAVARRO, M. D., MOLINER, B., FERRI, J., NOÉ, E. 2012. Efficacy of Armeo® Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. *Neurologia*. 28(5):261-267. DOI: 10.1016/j.nrl.2012.04.017.

ČECHOVÁ, Š. A., PASTUCHA, D., CHMELOVÁ, I., BANÍKOVÁ, Š. 2023. Armeo Spring zlepšuje kvalitu pohybu i života po iktu. *Praktický lékař*. 103(4): 180-187. ISSN 00326739.

DAŔBROWSKÁ, M., PASTUCHA, D., JANURA, M., TOMÁŠKOVÁ, H., HONZÍKOVÁ, L., BANÍKOVÁ, Š., FIEDOROVÁ, I. 2023. Effect of virtual reality therapy on quality of life and self-sufficiency in post-stroke patients. *Medicina, Basel*. 59(9): 1669. DOI:10.3390/medicina59091669.

DAŔKOVÁ, Š., PASTUCHA, D. 2018. Robotická rehabilitace pacientů s parézou horní končetiny po cévní mozkové příhodě. *Neurologie pro praxi*. 19(4): 290-293. DOI: 10.36290/neu.2019.054.

DRESSLER, D., BHIDAYASIRI, R., BOHLEGA, S., CHANA, P., CHIEN, H. F., CHUNG, T. M., COLOSIMO, C., EBKE, M., FEDOROFF, K., FRANK, B., KAJI, R., KANOVSKY,

P., KOÇER, S., MICHELI, F., ORLOVA, O., PAUS, S., PIRTOSEK, Z., RELJA, M., ROSALES, R. L., SAGÁSTEGUI-RODRÍGUEZ, J. A., SCHOENLE, P. W., SHAHIDI, G. A., TIMERBAEVA, S., WALTER, U., SABERI, F. A. 2018. Defining spasticity: a new approach considering current movement disorders terminology and botulinum toxin therapy. *Journal of Neurology*. 265(4):856-862. DOI: 10.1007/s00415-018-8759-1.

EHLER, E., ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. 2009. Botulotoxin v léčbě spasticity. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*. 72/105(4): 317-321. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2009-4/botulotoxin-v-lecbe-spasticity-33142>.

EMOS, M. C., AGARWAL, S. 2023. Neuroanatomy, Upper Motor Neuron Lesion. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): *StatPearls Publishing*. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537305/>.

ENSLIN, J. M. N., ROHLWINK, U. K., FIGAJI, A. 2020. Management of Spasticity After Traumatic Brain Injury in Children. *Frontiers in Neurology*. 11:126. DOI: 10.3389/fneur.2020.00126.

ERTZGAARD, P., CAMPO, C., CALABRESE, A. 2017. Efficacy and safety of oral baclofen in the management of spasticity: A rationale for intrathecal baclofen. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 49(3):193-203. DOI: 10.2340/16501977-2211.

ESQUENAZI, A., LEE, S., WATANABE, T., NASTASKIN, A., MCKEE, C., O'NEILL, J., SCHEPONIK, K., MAY, J. 2021. A Comparison of the Armeo to Tabletop-assisted Therapy Exercises as Supplemental Interventions in Acute Stroke Rehabilitation: A Randomized Single Blind Study. *PM&R*. 13(1):30-37. DOI: 10.1002/pmrj.12397.

FEKADU, G., CHELKEBA, L., KEBEDE, A. 2019. Risk factors, clinical presentations and predictors of stroke among adult patients admitted to stroke unit of Jimma university medical center, south west Ethiopia: prospective observational study. *BMC Neurology*. 19(1):187. PMID: 31390995. DOI: 10.1186/s12883-019-1409-0.

FHEODOROFF, K. JACINTO, J., GEURTS, A., MOLTENI, F., FRANCO, J. H., SANTIAGO, T., ROSALES, R., GRACIES. J. M. 2016. How Can We Improve Current Practice in Spastic Paresis. *European Neurological Review*. 11(2), 79–86. DOI:10.17925/ENR.2016.11.02.79.

FRANCISCO, G. E., WISSEL, J., PLATZ, T., LI, S. 2021. Post-Stroke Spasticity. *Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation*. Pp: 149-173. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1_9#DOI.

GÁL, O., HOSKOVCOVÁ, M., JECH, R. 2015. Neuroplasticita, restituce motorických funkcí a možnosti rehabilitace spastické parézy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 22(3): 101-127. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2015-3/neuroplasticita-restituce-motoricky-funkci-a-moznosti-rehabilitace-spasticke-parezy-55870>.

GIJBELS, D., LAMERS, I., KERKHOFS, L., ALDERS, G., KNIPPENBERG, E., FEYS, P. 2011. The Armeo Spring as training tool to improve upper limb functionality in multiple sclerosis: a pilot study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 8:5. DOI: 10.1186/1743-0003-8-5.

GLINSKY, J. 2016. Tardieu Scale. *Journal of Physiotherapy*. 62(4): 229. DOI: 10.1016/j.jphys.2016.07.007.

GOBBO, M., GAFFURINI, P., VACCHI, L., LAZZARINI, S., VILLAFANE, J., ORIZIO, C., NEGRINI, S., BISSOLOTTI, L. 2017. Hand Passive Mobilization Performed with Robotic Assistance: Acute Effects on Upper Limb Perfusion and Spasticity in Stroke Survivors. *BioMed Research International*. 2796815. DOI: 10.1155/2017/2796815.

GOMEZ-CUARESMA, L., LUCENA-ANTON, D., GONZALEZ-MEDINA, G., MARTIN-VEGA, F. J., GALAN-MERCANT, A., LUQUE-MORENO, C. 2021. Effectiveness of Stretching in Post-Stroke Spasticity and Range of Motion: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Personalized Medicine*. 11(11): 1074. DOI: 10.3390/jpm11111074.

GRACIES, J. M. 2005a. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle & Nerve*. 31(5): 535-51. DOI: 10.1002/mus.20284.

GRACIES, J. M. 2005b. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle & Nerve*. 31(5): 552-571. DOI: 10.1002/mus.20285.

GRACIES, J. M. 2015. Coefficients of impairment in deforming spastic paresis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 58(3): 173-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.04.004>.

GRACIES, J. M., BAYLE, N., VINTI, M., ALKANDARI, S., VU, P., LOCHE, C. M., COLAS, C. 2010. Five-step clinical assessment in spastic paresis. *European Journals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 46(3):411-421. PMID: 20927007.

GRACIES, J. M., FRANCISCO, G. E., JECH, R., KHATKOVA, S., RIOS, C. D., MAISONOBE, P. 2021. Guided Self-rehabilitation Contracts Combined With AbobotulinumtoxinA in Adults With Spastic Paresis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 45(3): 203-213. DOI: 10.1097/NPT.0000000000000359.

GRACIES, J. M., JECH, R., VALKOVIC, P., MARQUE, P., VECCHIO, M., DENES, Z., VILAIN, C., DELAFONT, B., PICAUT, P. 2020. When can maximal efficacy occur with repeat botulinum toxin injection in upper limb spastic paresis? *Brain Communications*. 3(1):fcaa201. DOI: 10.1093/braincomms/fcaa201.

GRACIES, J. M., PRADINES, M., GHÉDIRA, M., LOCHE, C.-M., MARDALE, V., HENNEGRAVE, C., GAULT-COLAS, C., AUDUREAU, E., HUTIN, E., BAUDE, M., BAYLE, N., Neurorestore Study Group. 2019. Guided Self-rehabilitation Contract vs conventional therapy in chronic stroke-induced hemiparesis: NEURORESTORE, a multicenter randomized controlled trial. *BMC Neurology*. 19(39): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1257-y>.

HARVEY, L. A., KATALINIC, O. M., HERBERT, R. D., MOSELEY, A. M., LANNIN, N. A., SCHURR, K. 2017. Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *Journal of Physiotherapy*. 63(2):67-75. DOI: 10.1016/j.jphys.2017.02.014.

HAVRDOVÁ, E. et al. 2015. *Roztroušená skleróza v praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-189-6.

HOK, P., VEVERKA, T., HLUŠTÍK, P., NEVRLÝ, M., KAŇOVSKÝ, P. 2021. The Central Effects of Botulinum Toxin in Dystonia and Spasticity. *Toxins (Basel)*. 13(2):155. DOI: 10.3390/toxins13020155.

HOSKOVCOVÁ, M., GÁL O. 2016. Problematika spastické parézy u pacientů s roztroušenou sklerózou. *Současné trendy v rehabilitaci pacientů s roztroušenou sklerózou*. Solen. ISBN 978-80-7471-172-5.

HOSKOVCOVÁ, M., GÁL O. 2020. Problematika spastické parézy u pacientů s roztroušenou sklerózou. *Současné trendy v rehabilitaci pacientů s roztroušenou sklerózou II*. Solen. ISBN 978-80-7471-331-6.

HUGOS, C. L., CAMERON, M. H. 2019. Assessment and Measurement of Spasticity in MS: State of the Evidence. *Current Neurology and Neuroscience Reports*. 19(10): 79. DOI: 10.1007/s11910-019-0991-2.

HUSSAIN, I., SALVIETTI, G., SPAGNOLETTI, G., MALVEZZI, M., CIONCOLONI, D., ROSSI, S., PRATTICHIZZO, D. 2017. A soft supernumerary robotic finger and mobile arm support for grasping compensation and hemiparetic upper limb rehabilitation. *Robotics and Autonomou Systems*. 93:1-12. DOI:10.1007/978-3-319-46532-6_10.

CHALARD, A., AMARANTINI, D., TISSEYRE, J., MARQUE, P., GASQ, D. 2020. Spastic co-contraction is directly associated with altered cortical beta oscillations after stroke. *Clinical Neurophysiology*. 131(6): 1345-1353. ISSN 1388-2457. DOI: 10.1016/j.clinph.2020.02.023.

CHAN, I. H., FONG, K. N., CHAN, D. Y., WANG, A. Q., CHENG, E. K., CHAU, P. H., CHOW, K. K., CHEUNG, H. K. 2016. Effects of Arm Weight Support Training to Promote Recovery of Upper Limb Function for Subacute Patients after Stroke with Different Levels of Arm Impairments. *BioMed Research International*. 2016:9346374. PMID: 27517053. DOI: 10.1155/2016/9346374.

JARRATT BARNHAM I. J., ALAHMADI, S., SPILLANE, B., PICK, A., LAMYMAN, M. 2022. Surgical interventions in adult upper limb spasticity management: a systematic review. *Hand Surgery & Rehabilitation*. 41(4):426-434. DOI: 10.1016/j.hansur.2022.04.006.

JECH, R. 2015. Klinické aspekty spasticity. *Neurologie pro praxi*. 16(1): 14-19. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/04.pdf>.

KAŇOVSKÝ, P. 2015. Patofyziologie spasticity. *Neurologie pro praxi*. 16(1): 10-13. ISSN 1803-5280. Dostupné z: https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-201501-0003_Patofyziologie_spasticity.php.

KAŇOVSKÝ, P., BÁRTKOVÁ, A. a kol. 2020. *Speciální neurologie*. Svazek I. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5611-9.

KAWAMURA, K., ETOH, S., NOMA, T., HAYASHI, R., JONOSHITA, Y., NATSUME, K., NIIDOME, S., YU, Y., SHIMODOZONO, M. 2022. Quantitative measurement of resistance force and subsequent attenuation during passive isokinetic extension of the wrist in patients with mild to moderate spasticity after stroke. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 19(1):110. PMID: 36224659. DOI: 10.1186/s12984-022-01087-3.

KOLÁŘ, P. et al. 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘ, P. 2015. Spasticita u dětské mozkové obrny. *Rehabilitace a lékařství*. 22(3): 148-153. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2015-3/spasticita-u-detske-mozkove-obrny-dmo-55957>.

KOLÁŘOVÁ, B., STACHO, J., JIRÁČKOVÁ M., KONEČNÝ, P., NAVRÁTILOVÁ, L. 2019. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci*. Univerzita Palackého v Olomouci. 2. přepracované vydání. ISBN: 978-80-244-5403-0.

KONEČNÝ, P. et al. 2019. *Fyzikální terapie a diagnostika*. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN: 978-80-244-5495-5.

KONEČNÝ, P., TARASOVÁ, M., KUBÍKOVÁ, J., VERNEROVÁ, M. 2017. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 24(1): 19-22. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2017-1/roboticka-rehabilitace-spasticity-ruky-60477>.

KÖVÁRI, M., TOMÁŠKOVÁ, A., SLABÝ, K., DEMEKOVÁ, J., LILLING, D., KOBESOVÁ, A. 2022. Ovlivnění spasticity pomocí elektrické stimulace podle Jantsche – pilotní studie. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*. 85/ 118(3): 239– 244. DOI: 10.48095/cccsnn2022239.

KRIVOŠÍKOVÁ, M. 2011. Úvod do ergoterapie. *Grada: Praha*. ISBN 978-80-247-2699-1.

LACLERGUE, Z., GHÉDIRA, M., GAULT-COLAS, C., BILLY, L., GRACIES, J. M., BAUDE, M. 2023. Reliability of the Modified Frenchay Scale for the Assessment of Upper Limb Function in Adults With Hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 104(10):1596-1605. DOI: 10.1016/j.apmr.2023.04.003.

LANG, C. E., BLAND, M. D., BAILEY, R. R., SCHAEFER, S. Y., BIRKENMEIER, R. L. 2013. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke:

foundations for clinical decision making. *Journal of Hand Therapy*. 26(2):104-115. DOI: 10.1016/j.jht.2012.06.005.

LEE, J. M., GRACIES, J. M., PARK, S. B., LEE, K. H., LEE, J. Y., SHIN, J. H. 2018. Botulinum Toxin Injections and Electrical Stimulation for Spastic Paresis Improve Active Hand Function Following Stroke. *Toxins (Basel)*. 10(11):426. DOI: 10.3390/toxins10110426.

LINDSAY, C., ISPOGLOU, S., HELLIWELL, B., HICKLIN, D., STURMAN, S., PANDYAN, A. 2021. Can the early use of botulinum toxin in post stroke spasticity reduce contracture development? A randomised controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 35(3): 399-409. DOI: 10.1177/0269215520963855.

LINDSAY, C., KOUZOUNA, A., SIMCOX, C., PANDYAN, A. D. 2016. Pharmacological interventions other than botulinum toxin for spasticity after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 10(10):CD010362. DOI: 10.1002/14651858.CD010362.pub2.

LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, M. 2005. *Neurorehabilitace*. Praha: Galén. ISBN: 80-7262-317-6.

LORENTZEN, J., PRADINES, M., GRACIES, J. M., NIELSEN J. B. 2018. On Denny-Brown's 'spastic dystonia' – What is it and what causes it? *Clinical Neurophysiology*. 129(1): 89-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.10.023>.

LUMSDEN, D. E. 2023. Spastic dystonia: Still a valid term. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 65(10):1308-1315. DOI: 10.1111/dmcn.15582.

MESEGUER-HENAREJOS, A. B., SÁNCHEZ-MECA, J., LÓPEZ-PINA, J. A., CARLES-HERNÁNDEZ R. 2018. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 54(4):576-590. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04796-7.

MOON, S. H., CHOI, J. H., PARK, S. E. 2017. The effects of functional electrical stimulation on muscle tone and stiffness of stroke patients. *The Journal of Psychical Therapy Science*. 29(2): 238-241. DOI: 10.1589/jpts.29.238.

MORONE, G., COCCHI, I., PAOLUCCI, S., IOSA, M. 2020. Robot-assisted therapy for arm recovery for stroke patients: state of the art and clinical implication. *Expert Review of Medical Devices*. 17(3), 223-233. ISSN 1743-4440. DOI:10.1080/17434440.2020.1733408.

NAVRÁTIL, L., PŘÍHODA, A. a kolektiv. 2022. *Robotická rehabilitace*. Grada. ISBN: 978-80-271-0665-3.

NIU, C. M., BAO, Y., ZHUANG, C., LI, S., WANG, T., CUI, L., XIE, Q., LAN, N. 2019. Synergy-Based FES for Post-Stroke Rehabilitation of Upper-Limb Motor Functions. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 27(2): 256–264. DOI:10.1109/tnsre.2019.2891004.

PATEJDL, R., ZETTL, K. U. 2017. Spasticity in multiple sclerosis: Contribution of inflammation, autoimmune mediated neuronal damage and therapeutic interventions. *Autoimmunity Reviews*. 16(9): 925-936. ISSN 1568-9972. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autrev.2017.07.004>.

PENNATI, G. V., DA RE, C., MESSINEO, I., BONAIUTI, D. 2015. How could robotic training and botulinum toxin be combined in chronic post stroke upper limb spasticity? A pilot study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 51(4):381-387. PMID: 25358636.

PFEIFFER, J. 2007. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1135-5.

PODĚBRADSKÝ, J., PODĚBRADSKÁ R. 2009. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada. ISBN 978-80-244-5495-5.

POLLOCK, A., FARMER, S. E., BRADY, M. C., LANGHORNE, P., MEAD, G. E., MEHRHOLZ, J., VAN WIJCK, F. 2014. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. ISSN 14651858. DOI: 10.1002/14651858.CD010820.pub2.

POSTERARO, F., MAZZOLENI, S., ALIBONI, S., CESQUI, B., BATTAGLIA, A., DARIO, P., MICERA S. 2009. Robot-mediated therapy for paretic upper limb of chronic patients following neurological injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 41(12): 976-980. DOI: 10.2340/16501977-0403. ISSN 1650-1977.

PRADINES, M., GHÉDIRA, M., BIGNAMI, B., VIELOTTE, J., BAYLE, N., MARCINIAK, C., BURKE, D., HUTIN, E., GRACIES J. M. 2022. Do Muscle Changes Contribute to the Neurological Disorder in Spastic Paresis? *Frontiers in Neurology*. 13:817229. DOI: 10.3389/fneur.2022.817229.

RAYEGANI, S. M., BABAEE, M., RAEISSADAT, S. A. 2020. Rehabilitation Medicine Management of Spasticity. *IntechOpen*. DOI: 10.5772/intechopen.93008.

REIF, M. 2011. Hodnotící škály používané u pacientů s cévní mozkovou příhodou. *Neurologie pro praxi*. 12: 12-15. Dostupné z: https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-201192-0005_Hodnotici_skaly_pouzivane_u_pacientu_s_cevni_mozkovou_prihodou.php.

REIFENAUER, I., HOŠKOVÁ, B. 2018. Využití dotazníku kvality života SF-36 u hlediska praxe. *Studia Kineanthropologica*. 19(3): 259-265. DOI: 10.32725/sk.2018.054.

RŮŽIČKA, E. et al. 2019. *Neurologie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-681-5.

SCHINWELSKI, J. M., SITEK, J. E., WAŻ, P., ŚLAWEK W. J. 2019. Prevalence and predictors of post-stroke spasticity and its impact on daily living and quality of life. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*. 53(6): 449-457. DOI: 10.5603/PJNNS.a2019.0067.

SCHUHFRIED, O., CREVENNA, R., FIALKA-MOSER, V., PATERNOSTRO-SLUGA, T. 2012. Non-invasive neuromuscular electrical stimulation in patients with central nervous system lesions: an educational review. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 44(2):99-105. DOI: 10.2340/16501977-0941.

SIVARAMAKRISHNAN, A., SOLOMON, J. M., MANIKANDAN, N. 2018. Comparison of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and functional electrical stimulation (FES) for spasticity in spinal cord injury - A pilot randomized cross-over trial. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 41(4):397-406. DOI: 10.1080/10790268.2017.1390930.

SOUSA, A. S. P., MOREIRA, J., SILVA, C., MESQUITA, I., MACEDO, R., SILVA, A., SANTOS, R. 2022. Usability of Functional Electrical Stimulation in Upper Limb Rehabilitation in Post-Stroke Patients: A Narrative Review. *Sensors (Basel)*. 22(4): 1409. DOI: 10.3390/s22041409.

SUNNERHAGEN, K. S., OPHEIM, A., ALT MURPHY, M. 2019. Onset, time course and prediction of spasticity after stroke or traumatic brain injury. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 62(6): 431-434. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.04.004>.

SYNNOT, A., CHAU, M., PITT, V., O'CONNOR, D., GRUEN, L. R., WASIAK, J., CLAVISI, O., PATTUWAGE, L., PHILLIPS, K. 2017. Interventions for managing skeletal muscle

spasticity following traumatic brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. PMID: 29165784. DOI: 10.1002/14651858.CD008929.pub2.

ŠIŠKOVÁ, D. 2011. Dětská mozková obrna. *Revizní a posudkové lékařství*. 14(4): 127-132. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/revizni-posudkove-lekarstvi/2011-4/detska-mozkova-obrna-37338>.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. 2013. Mechanizmy spasticity a její hodnocení. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 76/109(3): 267-280. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2013-3-9/mechanizmy-spasticity-a-jeji-hodnoceni-40575>.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I., EHLER, E., JECH, R. 2012. *Spasticita a její léčba*. Praha: Maxdorf, Jessenius. ISBN 978-80-7345-302-2.

TAVEGGIA, G., BORBONI, A., SALVI, L., MULÉ, C., FOGLIARESI, S., VILLAFANE, J. H., CASALE, R. 2016. Efficacy of robot-assisted rehabilitation for the functional recovery of the upper limb in post-stroke patients: a randomized controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 52(6):767-773. PMID: 27406879.

TURNER-STOKES, L., ASHFORD, S., ESQUENAZI, A., WISSEL, J., WARD, A. B., FRANCISCO, G., LAINS, J., SUPUTTITADA, A., SERRANO, S., BAGULEY, I. J., BARNES, M., SIMPSON, D. M. 2018. A comprehensive person-centered approach to adult spastic paresis: a consensus-based framework. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 54(4):605-617. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04808-0.

VAŇÁSKOVÁ, E. 2005. Testování v neurorehabilitaci. *Neurologie pro praxi*. 6: 311-314. Dostupné z: https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-200506-0006_testovani_v_neurorehabilitaci.php.

VEERBEEK, J. M., LANGBROEK-AMERSFOORT, A. C., VAN WEGEN, E. E., MESKERS, C. G., KWAKKEL, G. 2017. Effects of Robot-Assisted Therapy for the Upper Limb After Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 31(2):107-121. DOI: 10.1177/1545968316666957.

VILLAFANE, J. H., TAVEGGIA, G., GALERI, S., BISSOLOTTI, L., MULLÈ, C., IMPERIO, G., VALDES, K., BORBONI, A., NEGRINI, S. 2018. Efficacy of Short-Term Robot-Assisted

Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *Hand (N Y)*. 13(1):95-102. DOI: 10.1177/1558944717692096.

VINTI, M., BAYLE, N., MERLO, A., AUTHIER, G., PESENTI, S., JOUVE, J. L., CHABROL, B., GRACIES, J. M., BOULAY, C. 2018. Muscle Shortening and Spastic Cocontraction in Gastrocnemius Medialis and Peroneus Longus in Very Young Hemiparetic Children. *BioMed Research International*. 2018:2328601. PMID: 29951529. DOI: 10.1155/2018/2328601.

VITRIKAS, K., DALTON, H., BREISH, D. 2020. Cerebral Palsy: An Overview. *American Family Physician*. 101(4): 213-220. PMID: 32053326. Dostupné z: <https://www.aafp.org/afp/2020/0215/p213.html>.

VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K. a kol. 2021. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5767-3.

WAFI, H. A., WOLFE, C. D. A., EMMETT, E., ROTH, G. A., JOHNSON, C. O., WANG, Y. 2020. Burden of Stroke in Europe. *Stroke*. 51(8):2418-2427. PMID: 32646325. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.029606.

WARD, A., JOST, W., JECH, R., GRACIES, J. M. 2016. Comprehensive Care of Patients with Spastic Paresis – A Long-Term Commitment. *European Neurological Review*. 11(1): 36-40. DOI: <http://doi.org/10.17925/ENR.2016.11.01.1b>.

ZENG, H., CHEN, J., GUO, Y., TAN, S. 2021. Prevalence and Risk Factors for Spasticity After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neurology*. 11:616097. DOI: 10.3389/fneur.2020.616097.

SEZNAM ZKRATEK

ADL	activities of daily living
AS	Ashworthova škála
BI	Barthelové index
BTX	botulotoxin
BTX-A	botulotoxin typu A
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervový systém
DMO	dětská mozková obrna
DNS	Dynamická neuromuskulární stabilizace
EMG	elektromyografie
FAT	Frenchayský test paže
FES	funkční elektrostimulace
FSA	Five-step clinical assessment
GABA	kyselina gama-aminomáselná
GSC	Guided Self-rehabilitation Contract
HK	horní končetina
m.	musculus
m. BB	musculus biceps brachii
m. Br	musculus brachialis
m.BRR	musculus brachioradialis
MAS	Modifikovaná Ashworthova škála
mFAT	modifikovaná Frenchayská škála
PNF	Proprioceptivní neuromuskulární facilitace
RAR	roboticky asistovaná rehabilitace
ROM	range of motion
RS	roztroušená skleróza mozkomíšní
SF-36	dotazník kvality života
SIP	spřažené impulzní proudy
TAT	Therapist-Assisted Table Top Intervention
TENS	transkutánní elektroneurostimulace
TS	Tardieuova škála
VR	virtuální realita

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Syndrom centrálního motoneuronu – začarovaný trojúhelník	17
Obrázek 2 Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro m. biceps brachii před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.....	44
Obrázek 3 Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro m. brachialis před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.....	46
Obrázek 4 Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro m. brachioradialis před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.....	48
Obrázek 5 Krabicový graf rozdílu hodnot soběstačnosti dle BI před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.....	50
Obrázek 6 Krabicový graf rozdílu hodnot MFAT před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.....	52
Obrázek 7 Krabicový graf rozdílu hodnot kvality života dle SF-36 před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.....	54

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Popisná charakteristika zkoumaného souboru	40
Tabulka 2 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro m. biceps brachii před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.	43
Tabulka 3 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro m. brachialis před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.	45
Tabulka 4 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro m. brachioradialis před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.	47
Tabulka 5 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot soběstačnosti podle BI před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.	49
Tabulka 6 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MFAT před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.	51
Tabulka 7 Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot soběstačnosti podle BI před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Informovaný souhlas	83
Příloha 2 Souhlas etické komise	85
Příloha 3 Charakteristika experimentální a kontrolní skupiny	86
Příloha 4 Modifikovaná Ashworthova škála	89
Příloha 5 Tardieuova škála	90
Příloha 6 základní Index Barthelové	91

PŘÍLOHY

Příloha 1 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: **Roboticky asistovaná rehabilitace spastické parézy**

Období realizace: březen 2023 – červen 2024

Řešitelé projektu: doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA, Bc. Tereza Mikolášová

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je zhodnocení efektu robotem asistované rehabilitace na funkci horní končetiny u pacientů se spastickou parézou po cévní mozkové příhodě (CMP).

Jedná se o výzkumnou část diplomové práce, která bude měřena v Centru léčebné rehabilitace v nemocnici AGEL Prostějov od března 2023 do června 2024. Bude měřen soubor 30 pacientů po CMP v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním se spastickou parézou horní končetiny. Výzkumné šetření bude zahrnovat vyšetření před terapií a po 3 měsíční standardní rehabilitační terapii doplněné terapií s rehabilitačním robotem. Vstupní a výstupní vyšetření zahrnuje vyplnění klinického dotazníku, který hodnotí subjektivně a objektivně funkci horní končetiny, soběstačnost a spasticitu. Z účasti na výzkumu pro Vás nevyplývají žádná rizika. Výhodou účasti na tomto výzkumném šetření je, že probandi budou mít kvalitnější terapii a zhodnocení funkcí a přispějí k objasnění problematiky robotické neuro-rehabilitace. Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení účastníka výzkumu

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli, metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a , že mám možnost kdykoliv od spolupráce na výzkumu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracovány v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží účastník výzkumu (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis účastníka výzkumu (zákonného zástupce):_____

V _____ dne: _____

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:_____

Příloha 2 Souhlas etické komise



Fakulta
zdravotnických věd

UPOL - 134713/1070-2022

Vážený pan
doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA
FZV UP v Olomouci

2022-06-13

Vyjádření Etické komise FZV UP


Vážený pane docente,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP v Olomouci byl Váš projekt posouzen a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že projektu s názvem „**Robotická rehabilitace ruky**“, jehož jste hlavním řešitelem, bylo uděleno

souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .

S pozdravem,

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Fakulta zdravotnických věd
Etická komise
Hněvotínská 3, 775 15 Olomouc


Mgr. Renata Váverková
předsedkyně
Etické komise FZV UP

Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci
Hněvotínská 3 | 775 15 Olomouc | T: 585 632 880
www.fzv.upol.cz

Příloha 3 Charakteristika experimentální a kontrolní skupiny

Popisná statistika pro jednotlivé parametry – experimentální skupina

Experimentální skupina						
Proměnná	Platných N	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum
Věk	15	60,6	15,338	65	28	75
Doba trvání (měsíců)	15	22,07	17,027	21,00	3	69
NIHS skóre_1	15	7,93	1,792	8,00	4	10
NIHS skóre_2	15	6,20	1,699	6,00	3	8
MASBB_1	15	2,20	0,414	2,00	2	3
MASBB_2	15	2,033	0,2968	2,000	1,5	3,0
MASBRR_1	15	2,13	0,352	2,00	2	3
MASBRR_2	15	1,700	0,2535	1,500	1,5	2,0
MASBr_1	15	1,633	0,2289	1,500	1,5	2,0
MASBr_2	15	2,13	0,352	2,00	2	3
Základní BI_1	15	70,00	6,547	70,00	60	80
Základní BI_2	15	79,67	6,399	80,00	65	85
Rozšířený BI_1	15	88,33	2,440	90,00	85	90
Rozšířený BI_2	15	89,33	1,759	90,00	85	90
MFAT_1	15	64,33	8,209	65,00	50	75
MFAT_2	15	73,67	7,669	75,00	55	85
SF-36_1	15	70,00	6,268	70,00	60	80
SF-36_2	15	79,67	5,164	80,00	65	85

Popisná statistika pro jednotlivé parametry – kontrolní skupina

Kontrolní skupina						
Proměnná	Platných N	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum
Věk	12	58,58	12,288	58,50	34	79
Doba trvání (měsíců)	12	20,00	17,456	17,50	3	55
NIHS skóre_1	12	7,33	2,348	7,50	4	10
NIHS skóre_2	12	5,67	2,605	6,00	2	9
MASBB_1	12	2,42	0,515	2,00	2	3
MASBB_2	12	2,17	0,389	2,00	2	3
MASBRR_1	12	2,33	0,492	2,00	2	3
MASBRR_2	12	1,917	0,1946	2,000	1,5	2,0
MASBr_1	12	2,33	0,492	2,00	2	3
MASBr_2	12	1,750	0,3371	2,000	1,0	2,0
Základní BI_1	12	69,17	9,003	70,00	50	80
Základní BI_2	12	75,83	10,408	75,00	55	90
Rozšířený BI_1	12	86,25	4,330	87,50	80	90
Rozšířený BI_2	12	86,67	4,438	90,00	80	90
MFAT_1	12	58,75	11,307	60,00	40	70
MFAT_2	12	66,67	14,355	67,50	45	85
SF-36_1	12	70,00	7,687	70,00	60	80
SF-36_2	12	75,42	8,908	75,00	65	90

Legenda k tabulkám:

Věk – věk pacienta; Doba trvání – počet uplynulých měsíců od vzniku onemocnění; NIHS skóre_1 – hodnota NIHS při vstupním vyšetření; NIHS skóre_2 – hodnota při výstupním vyšetření; MASBB_1 – hodnota MAS pro m. biceps brachii při vstupním vyšetření; MASBB_2 – hodnota MAS pro m. biceps brachii při výstupním vyšetření; MASBRR_1 – hodnota MAS pro m. brachioradialis při vstupním vyšetření; MASBRR_2 – hodnota MAS pro m. brachioradialis při výstupním vyšetření; MASBr_1 – hodnota MAS pro m. brachialis při vstupním vyšetření; MASBr_2 – hodnota MAS pro m. brachialis při výstupním vyšetření; Základní BI_1 – hodnota základního BI při vstupním vyšetření; Základní BI_2 – hodnota

základního BI při výstupním vyšetření; Rozšířený BI_1 – hodnota rozšířeného BI při vstupním vyšetření; Rozšířený BI_2 – hodnota rozšířeného BI při výstupním vyšetření; MFAT_1 – hodnota modifikovaného Frenchayského testu paže při vstupním vyšetření; MFAT_2 – hodnota modifikovaného Frenchayského testu při výstupním vyšetření; SF-36_1 – hodnota dotazníku kvality života SF-36 při vstupním vyšetření; SF-36_2 – hodnota dotazníku kvality života SF-36 při výstupním vyšetření; Platných N - počet testovaných pacientů ve skupině, Průměr - průměrná hodnota, SD - směrodatná odchylka, Medián - střední hodnota, Minimum - minimální hodnota, Maximum - maximální hodnota.

Příloha 4 Modifikovaná Ashworthova škála (Ehler, 2015, s. 21)

Tabulka 4. Modifikovaná Asworthova škála (Štětkařová et al., 2012)

0	Žádný vzestup svalového tonu
1	Lehký vzestup svalového tonu (zadrhnutí a uvolnění, minimální odpor ke konci pohybu)
1+	Lehký vzestup svalového tonu (zadrhnutí a uvolnění během necelé poloviny rozsahu pohybu)
2	Výraznější vzestup svalového tonu během celého rozsahu pohybu; pohyb je snadný
3	Výrazný vzestup svalového tonu, pohyb je obtížný
4	Postižená část je ztuhlá do flexe i do extenze

Příloha 5 Tardieuova škála (Ehler, 2015, s. 21)

Tabulka 5. Tardieuova škála (Štětkářová et al., 2012)

Zásady	Testování je vždy ve stejnou dobu Vždy se zachová stejná poloha těla při testování dané končetiny Klouby (i šije) jsou při vyšetření ve stále stejné poloze Pro každou skupinu svalů se kontrakce hodnotí při specifických rychlostech protažení dvěma parametry (X a Y)
Rychlost protažení	V1 – co nejpomalejší (pomalejší než pokles končetiny ve směru gravitace) V2 – rychlost segmentu končetiny při pádu končetiny na podkladě gravitace V3 – co nejrychlejší (rychlejší než pád ve směru gravitace)
Kvalita kontrakce svalů (X)	0 – bez odporu v průběhu pasivního pohybu 1 – mírný odpor v průběhu pasivního pohybu bez jasného záškubu 2 – jasný záškrub (catch) v určitém úhlu, který přerušuje pasivní pohyb a je následován uvolněním (release) 3 – vyčerpávající se klonus (méně než 10 sekund) v určitém úhlu 4 – nevyčerpávající se klonus (více než 10 sekund při trvajícím protažení svalů) v určitém úhlu
Úhel reakce (kontrakce) svalů (Y)	Měří se vzhledem k poloze svalů při minimálním protažení svalů (odpovídá úhlu „0“) pro všechny klouby s výjimkou kyčle, kde závisí na klidové poloze DK se mají testovat v poloze na zádech v doporučených polohách kloubů a v doporučených rychlostech

Příloha 6 základní Index Barthelové (Ehler, 2015, s. 22)

Položka	Skóre	Kategorie
Střevo	0	Inkontinentní
	1	Příležitostně inkontinentní (méně než 1 krát za týden)
	2	Kontinentní
Močový měchýř	0	Inkontinentní více než 1 krát za 24 hodin
	1	Příležitostně inkontinentní
	2	Kontinentní
Úprava zevnějšku	0	Potřebuje pomoc
	1	Nezávislý při úpravě tváře, vlasů, čištění zubů, holení
Použití WC	0	Závislý (neschopen hygienických úkonů)
	1	Potřebuje pomoc (přemísťování, oblékání)
	2	Nezávislý
Stravování	0	Závislý – je třeba jej krmit
	1	Potřebuje pomoc (nakrájení nožem, mazání)
	2	Nezávislý
Přemísťování	0	Neschopen, nemůže sedět vzpřímeně
	1	Potřebuje větší pomoc (většinou dvou osob)
	2	Potřeba menší pomoci nebo dozoru
	3	Nezávislý
Mobilita	0	Imobilní
	1	Nezávislý – ale na vozíku (okolo domu)
	2	Chodí s pomocí jedné osoby
	3	Nezávislý při chůzi (může používat hole)
Oblékání	0	Závislý
	1	Potřebuje pomoc, ale zvládne polovinu sám
	2	Nezávislý (zvládne i zapínání knoflíků, nazouvání bot)
Chůze	0	Nemožná
	1	Potřebuje pomoc, dozor či pomůcky
	2	Nezávislý
Koupání	0	Závislý
	1	Nezávislý
Body	Hodnocení	
0–4 body	Velmi těžká disabilita	
5–9 bodů	Těžká disabilita	
10–14 bodů	Středně těžká disabilita	
15–19 bodů	Mírná disabilita	
20 bodů	Nezávislý	