

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Bc. Veronika Pěničková

Roboticky asistovaná rehabilitace horní končetiny

Diplomová práce

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

Olomouc 2022

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.

Olomouc 20. 05. 2022

podpis

Poděkování:

Ráda bych tímto poděkovala panu doc. MUDr. Petrovi Konečnému, Ph.D., MBA, za ochotu, vstřícnost a cenné rady při vedení této diplomové práce. Velké díky patří také mé rodině a přátelům za pomoc a podporu.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Diplomová práce

Název práce: Roboticky asistovaná rehabilitace horní končetiny

Název práce v AJ: Robot-assisted rehabilitation of upper arm

Datum zadání: 2021-01-31

Datum odevzdání: 2022-05-20

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Bc. Veronika Pěničková

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

Oponent práce: Mgr. Luboš Spisar

Abstrakt v ČJ:

Úvod: Robotické rehabilitační systémy jsou využívány u neurologických pacientů ke zmírnění motorických poruch horní končetiny a zlepšení výkonu pacienta ve funkčních aktivitách.

Cíl: Vyhodnotit efekt roboticky asistované rehabilitace u pacientů se spastickou parézou horní končetiny po cévní mozkové příhodě (CMP) na míru spasticity, funkci horní končetiny a soběstačnost v rámci běžných každodenních činností.

Metodika: Výzkumu se zúčastnilo celkem 67 probandů se spastickou parézou horní končetiny v chronickém stádiu po CMP. Probandi byli náhodně rozděleni do kontrolní a experimentální skupiny. Obě skupiny podstoupily klasický rehabilitační program doplněný 5 hodinami roboticky asistované rehabilitace (RAR) v experimentální skupině a 1 hodinou RAR týdně v kontrolní skupině. Probandi absolvovali dvě měření: vstupní vyšetření proběhlo před zahájením terapie a výstupní po měsíční terapii. Změna spasticity m. brachialis a m. brachioradialis byla hodnocena dle Modifikované Ashworthovy škály (MAS) a Tardieu škály (TS). Pro zhodnocení funkce HK byl využit Modifikovaný

Frenchayský test paže (MFS), soběstačnost v ADL byla vyhodnocena na základě Barthel indexu (BI).

Výsledky: Při porovnání výsledků obou skupin, bylo zjištěno, že došlo v experimentální skupině ke statisticky signifikantnímu zlepšení ($p < 0,05$) soběstačnosti v rámci ADL, funkce horní končetiny i stupně spasticity měřené dle Tardieu škály, což potvrdilo efektivitu robotické terapie. Jediným měřeným parametrem, kde nebyly pozorovány statisticky signifikantní změny je míra spasticity hodnocená dle MAS.

Závěr: Roboticky asistovaná rehabilitace má pozitivní vliv na snížení spasticity, zlepšení funkce horní končetiny i zvýšení soběstačnosti v ADL a je možné na ni pohlížet jako na efektivní doplněk klasické neurorehabilitace.

Abstrakt v AJ:

Introduction: Robotic rehabilitation systems are being used with neurological patients to alleviate their upper limb motor disorders and to improve the patient's performance in functional activities.

Aim: Evaluation of the effect of robot-assisted rehabilitation in stroke patients with upper limb paresis on the level of spasticity, upper limb function and self-sufficiency in activities of daily living.

Methods: Overall, a total of 67 patients with spastic upper limb paresis in the chronic stage after stroke participated in the research. Patients were randomly divided into control and experimental group. Both groups completed a conventional rehabilitation program supplemented by 5 hours of robot-assisted rehabilitation (RAR) in the experimental group and 1 hour of RAR per week in the control group. The patients underwent two measurements: the initial examination took place before the start of therapy and the final examination took place after one month of therapy. The change in spasticity of the brachialis muscle and brachioradialis muscle was assessed by the Modified Ashworth Scale (MAS) and the Tardieu Scale (TS). The Modified Frenchay arm test (MFS) was used to evaluate upper limb function and self-sufficiency in ADL was evaluated by the Barthel index (BI).

Results: When comparing the results of both groups, there was a statistically significant improvement ($p < 0.05$) in experimental group within: self-sufficiency performing ADL, upper limb function and the degree of spasticity measured by the Tardieu scale, which confirmed the effectiveness of the robotic therapy. The only measured parameter, where no statistically significant changes were observed. is the degree of spasticity evaluated by the Modified Ashworth Scale.

Conclusion: Robot-assisted rehabilitation has a positive effect on reducing spasticity, improving upper limb function and increasing self-sufficiency in ADL and can be seen as an effective complement to the conventional neurorehabilitation.

Klíčová slova v ČJ:

roboticky asistovaná rehabilitace, paréza horní končetiny, Gloreha Sinfonia, cévní mozková příhoda, spasticita

Klíčová slova v AJ:

robot-assisted rehabilitation, upper extremity paresis, Gloreha Sinfonia, stroke, spasticity

Rozsah: 85 stran / 7 příloh

OBSAH

ÚVOD	9
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ	11
1.1 Spasticita a syndrom centrálního motoneuronu.....	11
1.1.1 Etiologie spasticity	11
1.1.2 Epidemiologie spasticity.....	11
1.1.3 Patogeneze spasticity	12
1.1.4 Klinický obraz	12
1.2 Hodnocení spasticity.....	16
1.2.1 Hodnocení svalového tonu a rozsahu pohybu	17
1.2.2 Hodnocení ADL a funkce horní končetiny.....	18
1.3 Komplexní terapie spasticity	19
1.3.1 Farmakologická léčba.....	20
1.3.2 Chirurgická léčba.....	21
1.3.3 Rehabilitační léčba	21
1.3.4 Fyzikální terapie	26
1.4 Roboticky asistovaná terapie horní končetiny	28
1.4.1 Základní dělení robotických zařízení	29
1.4.2 Zástupci robotických systémů pro horní končetinu.....	30
1.4.3 Gloreha	31
2 CÍLE A HYPOTÉZY.....	35
2.1 Cíl práce.....	35
2.2 Vědecké otázky a hypotézy	35
2.2.1 Vědecká otázka č. 1	35
2.2.2 Vědecká otázka č. 2	36
2.2.3 Vědecká otázka č. 3	36
3 METODOLOGIE VÝZKUMU	37
3.1 Charakteristika výzkumné skupiny	37
3.2 Průběh výzkumu a metodika měření	38
3.3 Statistické zpracování dat	38
4 VÝSLEDKY.....	39

4.1	Výsledky k vědecké otázce č. 1	41
4.1.1	Výsledky k hypotéze H ₀₁	41
4.1.2	Výsledky k hypotéze H ₀₂	42
4.1.3	Výsledky k hypotéze H ₀₃	43
4.1.4	Výsledky k hypotéze H ₀₄	44
4.2	Výsledky k vědecké otázce č. 2	45
4.2.1	Výsledky k hypotéze H ₀₅	45
4.3	Výsledky k vědecké otázce č. 3	46
4.3.1	Výsledky k hypotéze H ₀₆	46
5	DISKUZE.....	48
5.1	Diskuze k vědecké otázce č. 1	50
5.2	Diskuze k vědecké otázce č. 2	52
5.3	Diskuze k vědecké otázce č. 3	55
5.4	Limity studie.....	58
5.5	Přínos pro praxi	59
	ZÁVĚR	60
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	61
	SEZNAM ZKRATEK.....	75
	SEZNAM OBRÁZKŮ	76
	SEZNAM TABULEK.....	77
	SEZNAM PŘÍLOH	78
	PŘÍLOHY.....	79

ÚVOD

Narůstající počet pacientů s motorickými a funkčními deficity způsobenými zejména cévní mozkovou příhodou a jinými neurologickými poruchami byl hlavním faktorem pro rozvoj rehabilitačních robotických zařízení. Mezi projevy léze v oblasti centrálního motoneuronu řadíme spasticitu, parézu a zkrácení měkkých tkání. Spasticita na horní končetině bývá nejvíce patrná u svalstva v oblasti loketního a zápěstního kloubu, což výrazně snižuje hybnost končetiny i celkový funkční výkon v každodenních aktivitách. Při rekonvalescenci po CMP je důležitá intenzivní rehabilitace, která minimalizuje tyto následky a ulehčuje návrat zpět do života.

A právě výhodou roboticky asistované rehabilitace je intenzita, kdy počet repetitivních pohybů v jedné terapeutické jednotce je mnohem vyšší, než jaké mohou dosáhnout samotní terapeuti. Zároveň díky odlehčení horní končetiny robotickým zařízením jsou kladeny nižší nároky na fyzioterapeuta jak manuálně, tak i časově, kdy dochází ke zvýšení samostatnosti pacienta. U robotického přístroje Gloreha Sinfonia je úkolově zaměřený trénink zacílen na zvýšení rozsahu pohybu, síly a vytrvalosti a také usnadnění iniciace pohybu a zlepšení koordinace. Roboticky asistovaná rehabilitace je vždy přizpůsobena úrovni disability pacienta a díky atraktivnímu designu a okamžité zpětné vazbě jsou pacienti touto terapií motivováni k dosažení co nejlepších výkonů.

Cílem mojí diplomové práce je zhodnotit, zda má roboticky asistovaná rehabilitace větší efekt než konvenční rehabilitační terapie na stupeň spasticity, funkční dovednosti horní končetiny a soběstačnost v ADL u pacientů s centrální parézou HK. Účinnost je vyhodnocována pomocí Modifikované Ashworthovy škály, Tardieu škálou, Frenchayského testu paže a Barthel indexu na začátku a na konci 4 - týdenní terapie.

K vyhledávání dostupných odborných informací pro obě části diplomové práce byla využita následující klíčová slova: roboticky asistovaná rehabilitace, paréza horní končetiny, Gloreha Sinfonia, cévní mozková příhoda, spasticita a jejich anglické ekvivalenty: robot-assisted rehabilitation, upper extremity paresis, Gloreha Sinfonia, stroke, spasticity. Odborné články byly získány z on-line databází: PubMed, EBSCO, Medvik, SpringerLink a Google Scholar. S ohledem na cíl této diplomové práce bylo celkem použito 103 zdrojů, z toho 69 anglicky a 17 česky psaných odborných článků v plnotextové podobě, 13 monografií a 4 webové informační stránky. Pro základní orientaci v problematice sloužilo 5 níže uvedených vědeckých článků a 2 monografie:

BLACK, L., GAEBLER-SPIRA, D. 2018. Nonsurgical Treatment Options for Upper Limb Spasticity. *Hand Clinics* [online]. 34(4), 455-464, [cit. 2022-02-07]. ISSN 1558-1969. Dostupné z: doi: 10.1016/j.hcl.2018.06.003.

DURET, C., GROSMIRE, A.G., KREBS, H. I. 2019. Robot-Assisted Therapy in Upper Extremity Hemiparesis: Overview of an Evidence-Based Approach. *Frontiers in Neurology* [online]. 10, 412, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2019.00412.

FAZEKAS, G., TAVASZI, I. 2019. The future role of robotics in neuro-rehabilitation. *Expert review of Neurotherapeutics* [online]. 19, 471-473, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1744-8360. Dostupné z: doi: 10.1080/14737175.2019.1617700.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, M., NAIR, K.P.S., PANICKER, J.N. 2019. *Neurorehabilitation therapy and therapeutics*. Cambridge University Press. ISBN 978-11-0718-469-5.

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

KONEČNÝ, P., KUBÍKOVÁ, J., VERNEROVÁ, M., TARASOVÁ, M. 2017. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 24(1), 19-22, [cit. 2022-04-21]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2017-1/roboticka-rehabilitace-spasticity-ruky-60477>.

MEHRHOLZ, J., POHL, M., PLATZ, T., KUGLER, J., ELSNER, B. 2018. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 9, 1-135, [cit. 2022-05-02]. ISSN 1465-1858. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD006876.pub5.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Spasticita a syndrom centrálního motoneuronu

1.1.1 Etiologie spasticity

V užším slova smyslu můžeme spasticitu charakterizovat jako zvýšení svalového tonu závislé na rychlosti pasivního protažení svalu. Tato zvýšená tonická odpověď je výsledkem abnormálního zpracování a modulace propioceptivních aferentních impulsů na úrovni míchy (Lance, 1980; Kaňovský, 2015, s. 10; Štětkařová, 2012, s. 124). V širším slova smyslu pojem spasticita pojmenovává tzv. spastický syndrom nebo také syndrom centrálního motoneuronu, kdy „spasticita v užším slova smyslu“ představuje jen jeden z klinických projevů celé řady symptomů (Barnes a Johnson, 2001, s. 1-2; Štětkařová, 2009, s. 149).

Cerebrální a spinální spasticita

Na základě lokalizace léze v rámci CNS rozlišujeme dva typy spasticity, které se kromě místa vzniku liší také klinickým obrazem. Prvním typem spasticity je cerebrální spasticita vznikající při postižení mozku na úrovni kortexu, subkortikální oblasti a v úrovni mozkového kmene (Štětkařová, 2013, s. 271; Ehler a Štětkařová, 2009, s. 318-319). Typicky dochází k postižení svalů s antigravitační funkcí. Na horní končetině je dominantou flekční spasticita, kdy jsou prsty, zápěstí a loket ve flexi, předloktí v pronaci a rameno v addukci, na dolní končetině je typicky extenční držení v kyčli a koleni s ekvinózním postavením nohy (Ehler a Štětkařová, 2009, s. 318-319).

Spasticita spinálního typu se vyskytuje při myelopatiích různé etiologie: RS, míšní traumata, nádory. Klinicky se spasticita manifestuje na flexorech horní končetiny – nejvíce vyjádřená je na prstech, ruce a předloktí. Na dolní končetině je také přítomna závažná flekční spasticita v kyčelním kloubu, flekční nebo extenční v koleni a ekvinózní deformita nohy s flexí prstů. U tohoto typu bývá častější výskyt spasmů, klonů, spastické dystonie těžkého stupně, bolestí a také větší motorické postižení (Ehler a Štětkařová, 2009, s. 318-319; Štětkařová, 2013, s. 271).

1.1.2 Epidemiologie spasticity

Spasticita je jedním z charakteristických projevů neurologických onemocnění jako jsou například cévní mozková příhoda (CMP), dětská mozková obrna (DMO), traumatické, degenerativní či nádorové poškození mozku a míchy, při kterých dochází k poruše centrálního motoneuronu (Kolář, 2012, s. 61). Detekuje se u více než 12 milionů lidí na světě, přičemž

přibližně u 20 % je příčinou invalidity (Kovalenko et al., 2020). Prevalence u jednotlivých onemocnění se různí a zároveň je obtížně vyhodnotitelná kvůli různým definicím spasticity i způsobu jejího měření. I přes tato omezení existující výzkum ukázal, že nejvyšší zastoupení spasticity bývá přítomno u roztroušené sklerózy 67-84 % a po traumatických poškozeních míchy kolem 60-70 %. O něco menší prevalence je u pacientů s kraniocerebrálními traumaty cca 14-34 %. U pacientů s nejrozšířenějším neurologickým onemocněním – CMP, je míra výskytu spasticity 17-38 % (Jech, 2015, s. 14-15; Angulo-Parker a Adkinson, 2018, s. 438; Kovalenko et al., 2020).

1.1.3 Patogeneze spasticity

Přesný mechanismus rozvoje spasticity není jednoznačně objasněn, existuje však několik teorií: teorie o zvýšené aktivaci γ motoneuronů způsobené ztrátou inhibičního účinku vedoucí ke zvýšení napínavých reflexů; imbalanční teorie, která vyzdvihuje převážení tonicko-excitačních descendentních drah s následným zvýšením dráždivosti α motoneuronů či teorie reorganizace synaptického vstupu (Kolář, 2012, s. 62). Obecně platí, že vznik spasticity přímo souvisí s počátečními stádii obnovy pohybu paretických končetin. Obnova spojení mezi mozkovou kůrou a strukturami extrapyramidového systému začíná po 1-3 týdnech od poškození centrálního motoneuronu a doba celkového zotavení se liší v závislosti na stupni poškození – 2 týdny až 3 měsíce. Během tohoto období se iniciace pohybu může provádět prostřednictvím neporušených drah extrapyramidového systému. Pomocí těchto cest dochází k vedení eferentního vzruchu do malých α motoneuronů, čímž dojde ke zvýšení napětí jimi inervovaných svalů a přípravě na vykonání pohybu. Tato eferentní informace však není dostatečně silná, čehož výsledkem je nedostatečná aktivace inhibičních interneuronů-Renshawových buněk, které se podílejí na zpětnovazební inhibici α motoneuronů a dochází proto k přetrvávajícímu zvýšenému napětí a aktivitě svalů (Kovalenko et al., 2020).

Zjednodušeně lze konstatovat, že normotonus je závislý na vyvážené aktivitě inhibičních i excitačních vlivů. Při abnormálním zpracování proprioceptivních informací v míše, které jsou zbaveny supraspinální kontroly, dojde k jejímu narušení. Při ztrátě inhibičního vlivu dochází k hyperexcitabilitě napínavého reflexu a při poklesu excitačního vlivu na motoneurony - hlavně extenzory - ke snížené aktivitě při volných pohybech (Kaňovský, 2015, s. 10).

1.1.4 Klinický obraz

Klinické projevy syndromu centrálního motoneuronu lze rozdělit do dvou skupin – pozitivní a negativní symptomy. Manifestace jednotlivých projevů, a tedy i výsledný klinický obraz se mezi nemocnými může výrazně lišit, což je dáno mnoha faktory: rychlostí vzniku

poškození, konkrétní lokalizaci a rozsahem léze pyramidové dráhy aj. (Barnes a Johnson, 2001, s. 1-2; Jech, 2015, s. 14).

Pozitivní projevy

Pozitivní symptomy syndromu horního motoneuronu zahrnují řadu jevů, které vznikají v důsledku poruchy suprasegmentálních inhibičních mechanismů a jsou charakterizovány svalovou hyperreaktivitou. Kromě spasticity sem patří spastická dystonie, spastická kontrakce a asociované reakce (Kaňovský, 2015, s. 10; Štětkářová, 2013, s. 270).

- **Spasticita**

Spasticita je základním pozitivním projevem postižení centrálního motoneuronu. Tento symptom není na pacientovi primárně patrný, protože se neobjevuje v klidu. Jedná se o rychlostně vázaný hypertonus vznikající při rychlém pasivním protažení svalu. Obecně platí, že čím je rychlost protažení svalu větší, tím výraznější je odpor. Při pomalém pasivním protahování je prakticky možné provést pohyb v plném rozsahu, zatímco během rychlého protahování pocítí vyšetřující tzv. catch – tedy zarážku, extrémním případem může být až zastavení končetiny. S větší spastickou odpovědí se setkáváme u svalů, které jsou delší a větší (Štětkářová, 2013, s. 269-270; Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 107-108).

Viditelným projevem spasticity je klonus. Jedná se o repetitivní aktivaci fázického napívacího reflexu, který může vzniknout samovolně či v průběhu pasivního protažení. Představuje extrémní příklad hyperreflexe, což je umožněno díky abnormálně sníženému prahu (frekvence 6-8 Hz). Nejčastěji je klonus patrný na dolní končetině u m. triceps surae nebo m. quadriceps femoris (Jech, 2015, s. 16).

Spasticita bývá často spojována s pojmem „fenomén sklápějícího nože“, který se projevuje jako spastická svalová odpověď na pasivní protažení, které v určitém okamžiku povolí a umožňuje dokončení pasivní flexe. Při hodnocení stupně spasticity se často vyhodnocuje právě úhel, ve kterém k povolení spastické kontrakce dochází. Mechanismus tohoto fenoménu je založen na kombinaci patologie tonického napívacího reflexu modifikovaného dostředivými vlákny pro reflexy flexorů. Uvolnění spasticity a možnost dokončení pasivního pohybu je umožněno v určitém pomyslném bodě, kdy je napínání tak pomalé a protažený sval tak dlouhý, že nedochází k dosažení požadovaného prahu excitability tonického napívacího reflexu a vzniklý odpor zmizí (Kaňovský, 2015, s. 11).

- **Spastická dystonie**

Mezi další pozitivní projevy syndromu centrálního motoneuronu se zařazuje spastická dystonie. Jedná se o mimovolný stah svalů a na rozdíl od jiných symptomů, není závislá na

volné aktivitě svalů, ale naopak je přítomna v klidu. Odpovídá tedy za abnormální postavení segmentu, které s sebou může nést další vedlejší komplikace jako jsou zhoršené polohování či funkční omezení v ADL (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 109; Jech, 2015, s. 16). Typickým učebnicovým příkladem spastické dystonie je Wernick Mannovo držení: deprese, addukce a vnitřní rotace ramene, pronace předloktí, flexe v loketním kloubu, zapěstí a prstech. Na dolní končetině je přítomna vnitřní rotace a extenze v kyčelním i kolenním kloubu s postavením chodidla do inverze a plantární flexe (Horáček a Kolář, 2012, s. 388).

- **Spastické ko-kontrakce**

Za fyziologických okolností má ko-kontrakce, tedy současná kontrakce agonistů a antagonistů důležitou funkci. Umožňuje zajištění posturální stability a fixace jednotlivých segmentů. Dalším významným mechanismem řízení hybnosti je reciproční inhibice – současná aktivace agonistů a relaxace antagonistů, která naopak umožňuje pohyb jednotlivých segmentů. Při poškození centrálního motoneuronu dochází k poruše supraspinální kontroly a řízení reciproční inhibice, což se následně projeví tzv. spastickou ko-kontrací - simultánní kontrakcí agonistů i antagonistů téhož segmentu při pokusu o volný pohyb. Někdy bývá také označována jako fázičká nebo mobilní dystonie (Štětkářová, 2013, s. 270; Jech, 2015, s. 16-17; Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 109). Vzájemná aktivita obou svalových skupin výrazně omezuje provedení zamýšleného pohybu. V některých případech může být hyperaktivita antagonistů natolik výrazná, že při snaze o provedení určitého pohybu dojde k pohybu přesně opačným směrem, např. při snaze o extenzi v loketním kloubu postižené horní končetiny dojde k zesílení spastického flekčního pohybu (Kaňovský, 2015, s. 12).

- **Asociované reakce**

Asociované reakce, označované také jako spastické synkinézy představují zvláštní skupinu motorických projevů, které doprovázejí volný pohyb. Jejich typickým rysem je, že tyto synkinézy se vyskytují v segmentech vzdálených od místa, ve kterém je vědomý pohyb prováděn (Kaňovský, 2015, s. 12; Štětkářová, 2013, s. 270). Mají supraspinální původ, jsou stereotypní, stejnosměrné a vznikají díky fenoménu tzn. overflow – přetečení aktivity na kortikální úrovni. Příčinou vzniku jsou pravděpodobně neuroplastické změny CNS, kdy funkční motorický kortex ovlivní nejen původní svalové segmenty, ale zároveň dojde k aberantnímu vedení vzruchu i na jiné vzdálené segmenty (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 109; Štětkářová, 2013, s. 270). Typickým příkladem asociovaných reakcí u hemiparetika je zvýrazněná spastická aktivita flexorů horní končetiny, zejména flexorů lokte, která se objevuje při chůzi a se zvyšujícím se úsilím pacienta dochází k jejímu zhoršení (Kaňovský, 2015, s. 12). Často se vyskytuje sdružená elevace a abdukce ramene při volném pohybu akra či zrcadlový

pohyb na druhostranné končetině (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 109). Patří sem také různé mimovolní pohyby končetin i trupu doprovázející kýčání, zívání či kašel (Štětkařová, 2013, s. 270).

Negativní projevy

Negativní projevy syndromu centrálního motoneuronu jsou charakterizovány snížením motorické aktivity. Tato skupina klinických symptomů často způsobuje větší zdravotní postižení a je méně snadno zmírnitelná pomocí rehabilitačních strategií, než skupina projevů pozitivních. Patří sem hypotonie (v akutní fázi), paréza/plegie, zkrácení svalu, snížení obratnosti a únava (Barnes a Johnson, 2001, s. 2; Štětkařová, 2013, s. 268).

- **Paréza**

Hlavním negativním příznakem, který přispívá k invaliditě nemocného, je různý stupeň oslabení svalové síly od lehké parézy až po těžkou plegii (Barnes a Johnson, 2001, s. 2). Mezi mechanismy podílející se na vzniku parézy patří jednak samotné snížení svalové síly agonistů podmíněné centrální denervací, v důsledku čehož dochází ke snížení množství funkčních motorických jednotek. Zároveň je přítomen jejich abnormální nábor při kontrakci, což se projeví poruchou vzestupného zapojování od nejmenších po největší, tedy neefektivním vzorem aktivace svalů (Jech, 2015, s. 18-19; Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 104). Dalším faktorem, který se na vzniku parézy podílí je zvýšení napětí antagonistů podmíněné spastickou dystonií nebo ko-kontrakcí. Čím větší je napětí antagonisty, tím větší úsilí musí vynaložit agonista pro provedení volného pohybu – proto bývá také označována jako stretch senzitivní paréza. Například pokud chce pacient provést volnou extenzi prstů, je pro něj jednodušší tento pohyb provést ve výchozí pozici s flektovaným zápěstím, kdy jsou flexory pod menším napětím (Jech, 2015, s. 18-19; Baude, Nielsen a Gracies, 2018, s. 427).

- **Hypotonus**

V akutní fázi poškození horního motoneuronu se setkáváme s obrazem tzv. pseudochabé parézy – typická je pro transverzální míšní léze. V řádu několika hodin až dní je paradoxně přítomno snížení napětí svalů. Typické symptomy související se zvýšenou svalovou aktivitou se rozvíjejí postupně s nástupem neuroplastických procesů (Jech, 2015, s. 15). Hypotonus spolu s parézou svalů již v této rané fázi přispívají k rozvoji dalšího negativního projevu, a sice ke zkrácení svalů (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 106).

- **Zkrácení svalu**

Mezi negativní projevy spasticity dále patří zkrácení svalu, které souvisí se změnou jeho viskoelastických vlastností. Již v prvních hodinách od poškození centrálního motoneuronu

dochází v paretickém svalu ke snížení proteosyntézy, zmenšování počtu sarkomer a zvyšování množství kolagenních vláken. To vede k rozvoji atrofie, čemuž se následně přizpůsobuje i okolní vazivo. Dochází ke zkrácení svalu, snížení jeho pasivní protažitelnosti a zvýšení svalové tuhosti, z dlouhodobého hlediska až k rozvoji kontraktur (Štětkářová, 2013, s. 271; Gál, Hoskovicová a Jech, 2015, s. 106; Barnes a Johnson, 200, s. 3). Nejnáchylnější ke vzniku kontraktur jsou na horní končetině adduktory ramene, flexory lokte a prstů či supinátory předloktí. Na dolní končetině mezi tuto skupinu svalů patří flexory kolena, adduktory stehna a m. triceps surae (Jech, 2015, s. 18).

1.2 Hodnocení spasticity

Objektivní vyšetření spasticity je důležité, a to zejména na začátku léčby, kdy určuje další směr terapie, následně zhodnocuje její efektivitu a eventuálně slouží i jako indikace k chirurgickému zákroku nebo jako metoda získání parametrů pro výzkumy a studie (Rekand, 2010, s. 62-63). Klinické hodnocení spasticity vždy začíná odebráním kompletní anamnézy, včetně informací o frekvenci, závažnosti, lokalizaci a trvání spasticity, vlivu na spánek a denní aktivity, zjišťujeme i typ užívané medikace, poté následuje fyzikální vyšetření. Komponenty neurologického vyšetření souvisejícího se spasticitou obecně zahrnují hodnocení tonu, napínavých reflexů, Babinského test, hodnocení rozsahu pohybu, funkčních aktivit, chůze a přítomnosti dalších patologických reflexů. Rozsáhlá škála příznaků a symptomů činí hodnocení spasticity náročným, ale přesné měření je zásadní pro srovnání účinnosti různých druhů terapií a stanovení optimální léčby (Hugos a Cameron, 2019, s. 3-5).

Některé příznaky se projevují až při volných pohybech pacienta, proto by hodnocení nemělo probíhat pouze v klidové poloze, ale i v různých jiných polohách (vsedě, vestoje) během aktivních funkčních pohybů (Balci, 2018, s. 49-51). Existuje velké množství klinických škál pro zhodnocení spasticity a to zejména kvůli nejasné definici spasticity. Hlavním parametrem velkého množství z nich je kvantifikace odporu, který je kladený spastickým svalem pasivnímu pohybu. Ovšem žádná z nich neohodnotí pacienta komplexně, a proto dle toho, co chceme měřit a dlouhodobě sledovat, musíme vybrat adekvátní škálu. Obecně je můžeme rozdělit do tří skupin: 1. hodnocení svalového tonu, rozsahu pohybu a frekvence spazmů, 2. hodnocení celkového motorického postižení včetně denních aktivit, 3. hodnocení síly a funkce končetin, chůze (Štětkářová, 2013, s. 272-276).

Nejpoužívanějšími metodami v klinické praxi jsou modifikovaná Tardieu a Ashworthova stupnice. I když Tardieu škála přiměřeněji rozlišuje neurální a non-neurální složku spasticity než Ashworthova stupnice, nezískala tak široké využití v klinice. Částečně je to způsobeno

technikou, která je náročnější, a proto hůře proveditelná podobným způsobem v rámci dvou a více hodnotitelů. Problematické je také vyšetření velmi těžké spasticity, která zabraňuje vyvolání stretch-reflexu a klonu (Thibaut et al., 2013, s. 1095-1096).

V následujících kapitolách jsou blíže popsány jednotlivé standardizované klinické testy, které byly využity v této diplomové práci.

1.2.1 Hodnocení svalového tonu a rozsahu pohybu

- **Ashworthova škála**

Díky Ashworthově škále (AS) můžeme zhodnotit stupeň spasticity, kdy testujeme míru rezistence svalu při pasivním protažení. Díky své jednoduchosti a časové nenáročnosti je AS často využívána v praxi. Testovaný sval se v průběhu jedné sekundy (tzn. úhlovou rychlostí přibližně 80°/s) protáhne do maximální délky a následně se vyhodnocuje na stupnici o 5 bodech (viz. Tabulka 1, s.17). Hodnotí se pouze první provedení testu, protože při opakovaném protažení může dojít ke snížení hypertonu svalu a pohyb je tudíž volnější (Ehler, 2015, s. 21- 22, Kolář, 2012, s. 63).

Tabulka 1 Ashworthova škála (Kolář, 2012, s. 63)

0	Bez zvýšení svalového tonu
1	Lehký vzestup svalového tonu, klade odpor při pasivním pohybu
2	Značně zvýšený svalový tonus, ale pasivní pohyb je možné provést
3	Významně zvýšený svalový tonus, pasivní pohyb je obtížný
4	Postižená končetina je proti flexi i extenzi rigidní

- **Modifikovaná Ashworthova škála**

Důvodem pro vytvoření modifikované Ashworthovy škály (MAS) bylo zvýšení senzitivity testu, kvůli čemuž byl přidán navíc bod 1+ a také mírně pozměněn popis těžších stupňů škály (viz. Tabulka 2, s. 18). Spolehlivost takto modifikované škály byla testována u fleční spasticity v lokti (Bohannon a Smith, 1987, s. 206).

Výhodou AS i MAS je, že k testování nepotřebujeme žádné pomůcky. Nevýhodou však je, že nelze rozlišit neurální a biomechanickou složku svalového napětí (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 34, Kolář, 2012, s. 63).

Tabulka 2 Modifikovaná Ashworthova škála (Kolář, 2012, s. 63)

0	Žádný vzestup svalového tonu
1	Lehký vzestup svalového tonu, projevující se zadrhnutím, následovaným minimálním odporem na konci rozsahu pohybu
1+	Lehký vzestup svalového tonu, projevující se zadrhnutím, následovaným minimálním odporem ve zbývajícím rozsahu pohybu
2	Výraznější vzestup svalového tonu během pohybu, s částí těla lze snadno pohybovat
3	Podstatný vzestup svalového tonu, pasivní pohyb je těžký
4	Postižená končetina je fixována v určitém postavení, nelze s ní pasivně pohybovat

- **Tardieu škála**

Tardieu škála (TS) patří v současnosti k nejčastěji používaným stupnicím spasticity. Škála hodnotí úhel, při kterém se objeví kontrakce svalu vzhledem k poloze svalu při minimálním protažení. Je přínosná zejména pro hodnocení podílu spasticity (neurální složka) a svalové kontraktury (biomechanická složka) na zvýšeném odporu pasivnímu pohybu. Využívá tři různé rychlosti protažení svalu: V1 je co nejpomalejší pohyb a poskytuje zhodnocení pasivního rozsahu pohybu, V2 je rychlost segmentu při pádu končetiny na podkladě gravitace a V3 je co nejvyšší rychlost protažení, která maximalizuje zapojení napínacího reflexu (Glinski, 2016, s. 229, Ehler, 2015, s. 21-22, Gracies et al., 2010a, s. 421-423).

Hodnotu úhlu reakce (Y) měříme v okamžiku, kdy dojde ke svalové kontrakci. Kvalitu svalové odpovědi posuzujeme dle šesti bodové stupnice: číslo 0 znamená pasivní pohyb v celém rozsahu bez rezistence, naopak číslo 5 udává, že je daný kloub nepohyblivý (viz. Příloha 1, s. 79) (Balci, 2018, s. 49-51, Glinski, 2016, s. 229).

1.2.2 Hodnocení ADL a funkce horní končetiny

- **Index Barthelové**

Pomocí Barthel indexu (BI) hodnotíme zvládání běžných denních aktivit. Základní verze obsahuje 10 úloh, kdy každá úloha je hodnocena body a celkově je možno získat maximálně 100 bodů. Modifikovaný index Barthelové (MBI) obsahuje hodnocení 11 aktivit (viz. Příloha 2, s. 80) jako jsou: osobní hygiena, jídlo, toaleta, oblékání, kontrola stolice, etc. Vyhodnocujeme jak schopnost pohybu, vegetativní funkce, tak i míru soběstačnosti a potřebu asistence další osoby. Dle dosažených výsledků stanovíme stupeň disability: nesoběstačný (0 - 40 bodů), středně nesoběstačný (41 - 60 bodů), mírně nesoběstačný (61 - 95 bodů) a soběstačný (96 - 100 bodů). Výsledek dává terapeutovi představu o pohybových

schopnostech pacienta i o míře asistence, kterou bude vyžadovat. Avšak hodnocení nezahrnuje celou škálu každodenních úkonů (např. přípravu jídla či domácí práce), a tedy i v případě dosažení maximálního počtu bodů to nemusí znamenat, že je pacient zcela soběstačný (Ehler, 2015, s. 22, Kolář, 2012, s. 221, Vaňásková, 2005, s. 312–313).

- **Modifikovaný Frenchayský test paže**

Modifikovaný Frenchayský test paže (MFS) je jednoduchý a časově nenáročný test, který se skládá z 10 testovacích úkolů. Výchozí pozice pacienta při testování je vsedě s rukama v klíně. Za každý splněný úkol má pacient jeden bod, a naopak při nesplnění nula bodů, maximální počet získaných bodů je tedy 10. Využívá se k měření obratnosti horních končetin při ADL aktivitách. K základním 5 testovacím úkolům v rámci Frenchayského testu paže patří: schopnost učesat se, připnutí kolíčku na podložku, napití se ze sklenice, uchopení a přemístění válce, uchopení pravítka a narýsování čáry. V modifikované verzi byly přidány následující úkoly: uchopení přiboru a krájení, zametání smetákem, nanesení zubní pasty na kartáček, uchopení a přemístění malé i velké láhve, otevření a uzavření sklenice (Gracies et al., 2010b, s. 415, Lippertová-Grünerová, 2005, s. 53).

1.3 Komplexní terapie spasticity

Pro stanovení optimálního rehabilitačního plánu je nutné zvážit příčinu a míru závažnosti spasticity, aktuální funkční stav pacienta, komorbiditu, kognitivní poruchy, věk a socioekonomické zázemí. Na stanovení specifických cílů terapie se podílejí lékaři, fyzioterapeuti, ergoterapeuti i ošetřovatelé (Black a Gaebler-Spira, 2018, s. 455-457). Příznaky způsobené spasticitou (omezený rozsah pohybu kloubů, ztráta obratnosti, abnormální držení končetin, etc.) vedou k progresivnímu funkčnímu omezení v rámci mobility, přesunů, aktivit každodenního života, což má dopad na kvalitu života pacienta a zvýšenou potřebu pečovatelské asistence (Amatya et al., 2013, s. 3-4).

Komplexní léčba spasticity zohledňuje specifické potřeby daného pacienta a zahrnuje intervenční farmakologickou, chirurgickou a rehabilitační léčbu a další disciplíny. V rámci rehabilitační léčby jsou v poslední době využívány také robotické přístroje a počítačová technika, které umožňují posílení funkčních rezerv u postižených osob. Pro využití jednotlivých technik je důležitá průkaznost účinnosti dle EBM, protože i u některých běžně využívaných technik nebyla dosud potvrzena klinickými studii (Štětkářová, 2013, s. 276 - 277).

Je však nutné zmínit, že není vždy nutné spasticitu eliminovat, protože v některých případech může být pro pacienta užitečná. Někteří pacienti ji využívají k udržení oporné funkce

své slabé dolní končetiny, což jim umožňuje nesení váhy při přesunech či chůzi. Zároveň nás náhlé zhoršení spasticity může upozornit na jiné právě probíhající onemocnění jako infekce močových cest, ledvinná kolika a retence moči nebo dekubity, kdy při léčbě primární nemoci dochází k výraznému zlepšení celkového stavu (Khan et al., 2017, s. 4, Bethoux, 2015, s. 630 - 631).

1.3.1 Farmakologická léčba

Farmakoterapie spasticity je zaměřená na ovlivnění neuromediátorů, které hrají důležitou roli v rozvoji spastického syndromu: glutamát, noradrenalin, serotonin, GABA a glycin. Snahou je snížit uvolňování těchto excitačních neuromediátorů z presynaptických zakončení aferentních vláken, potenciovat inhibiční interneurony, redukovat kontraktlní vlastnosti příčně pruhované svaloviny a minimalizovat facilitační supraspinální vliv. Perorální aplikace léků představuje nejčastější a nejjednodušší způsob podávání farmakologické léčby (Štětkářová, 2012, s. 125-126).

- **Benzodiazepiny**

Do této kategorie řadíme například Diazepam, jedná se o látky, které zvyšují presynaptickou inhibici působením na GABA-A receptory na úrovni spinální a supraspinální. Nejčastějším vedlejším účinkem je sedativní efekt, proto jsou často dávkována na noc. Další vedlejší účinky zahrnují problémy s kognicí a chováním, močové retence, zácpu a ataxii (Black a Gaebler-Spira, 2018, s. 458-459, Cibulčík, 2015, s. 24-25).

- **Tizanidin**

Jedná se o alfa-2 adrenergní agonistu, který presynapticky snižuje polysynaptickou reflexní míšní aktivitu excitačních interneuronů. Tlumí uvolňování substance P z aferentních nociceptivních vláken a snižuje polysynaptické míšní reflexy, kontrakce a bolestivé spazmy. Jeho výhodou je, že nemá výrazný sedativní účinek, ale mezi nežádoucí účinky patří nevolnost, zvracení a je nutné sledovat jaterní funkce kvůli potenciální hepatotoxicitě (Black a Gaebler-Spira, 2018, s. 458-459, Cibulčík, 2015, s. 24-25).

- **Baclofen**

Je to látka působící jako GABA agonista na úrovni míchy, kdy stimulací GABA-B receptorů snižuje reflexní přenosy v míše a zabraňuje uvolňování excitačních aminokyselin. Při vyšších dávkách mezi jeho vedlejší účinky zahrnujeme ospalost, ataxii, kardiovaskulární poruchy a nízký krevní tlak. Tuto nevýhodu lze vyřešit použitím intratekálního kontinuálního podání baclofenu. Látka je podávána pomocí implantované pumpy s intratekálním katetrem

a zároveň je možné upravit velikost dávky dle klinického účinku (Štětkářová, Ehler, Jech, 2012, s. 62, Cibulčík, 2015, s. 24-25, Lazorthes et al., 2002, s. 38-39).

- **Botulotoxin A**

Mezinárodně uznávaný lék první volby při léčbě spasticity, který je aplikován intramuskulárně. Jeho využití je vhodné u výrazné lokální spasticity určité svalové skupiny. Botulotoxin snižuje uvolňování acetylcholinu z cholinergních neuronů na nervosvalové ploténce, což má za následek znemožnění přenosu impulsu do cílového svalu. Snížení spasticity obvykle trvá u dospělých i dětí až 12 týdnů. První účinky jsou patrné už během prvních dvou dnů od aplikace, největší účinek, tzv. peak effect pacient pocítuje mezi 2 až 6 týdnem. Aplikaci je nutné opakovat, protože po 3-4 měsících dochází k regeneraci poškozené nervosvalové ploténky (Black a Gaebler-Spira, 2018, s. 458-459, Štětkářová, 2012, s. 125-126). Ve studii Gandolfiho et al. (2019) bylo prokázáno, že při aplikaci botulotoxinu v kombinaci s robotickým tréninkem se zlepšuje funkce ruky a svalová aktivace. Autoři poukazují na fakt, že samotná aplikace botulotoxinu by byla nedostatečná, a je nutno ji kombinovat s rehabilitačními metodami (Gandolfi, 2019, s. 5-6).

1.3.2 Chirurgická léčba

Neurochirurgie je zvažována pouze u pacientů s těžkou spasticitou a kontrakturami, která je doprovázená velkými chronickými bolestmi a kde došlo k selhání neinvazivních konzervativních metod. Cílem je ovlivnění reflexního míšního oblouku a tím redukce aferentních vlivů k zadním rohům míšním. Mezi chirurgické postupy patří klasické neuroablativní techniky (selektivní periferní neurotomie, laterální longitudinální myelotomie, dorzální rhizotomie) a jejich moderní modifikace pomocí mikrochirurgie – DREZotomie (selektivní léze v zóně vstupu dorzálního kořene). Tyto techniky jsou nevratné a mohou negativně ovlivnit funkci močového měchýře (Cibulčík, 2015, s. 25, Lazorthes et al., 2002, s. 35-37).

Druhou skupinou jsou ortopedické korekční zákroky zaměřené na měkké struktury. Patří sem tenotomie, myotomie, změny délky šlach a transfery šlach. Indikací k zákroku jsou těžké fixované kontraktury. Tyto zákroky se provádí především na svalstvu dolních končetin, díky čemuž dochází k podstatnému zlepšení kvality chůze (Cibulčík, 2015, s. 25, Štětkářová, 2012, s. 126).

1.3.3 Rehabilitační léčba

Rehabilitační léčba spasticity představuje dlouhodobý proces, kdy v rámci sestavování rehabilitačního plánu vždy postupujeme dle aktuálního stavu pacienta s přihlédnutím ke stádiu

jeho onemocnění a využíváme zejména následující metody: polohování, vertikalizaci, pasivní pohyby, strečink, aktivní cvičení a posilovací trénink, ortézy a dlahování (González-Fernandéz, Nair a Panicker, 2019, s. 122-125, Kolář, 2012, s. 389-393, Ehler, Vaňásková a Štětkařová, 2009, s. 179). Robotická rehabilitace je detailněji popsána v další kapitole, jelikož je předmětem této diplomové práce.

- **Polohování**

Polohování je jedním ze základních terapeutických prvků využívaných v akutním stádiu onemocnění, kdy se snažíme co nejvíce podpořit reparační mechanismy. Zajišťuje zlepšené prokrvení jednotlivých částí těla, což slouží jako prevence proti vzniku dekubitů a trofických změn. Pacientovu polohu měníme po dvou až třech hodinách, a to také během noci. Poloha končetin vychází z antispastických vzorců a zároveň je důležité, aby byli centrované kořenové klouby. Správné polohování brání vzniku svalových atofií, kontraktur a deformací kloubů a zlepšuje psychický stav pacienta. Využíváme polohu na zádech, zdravé/postižené straně a na břiše (Kolář, 2012, s. 390).

Neméně důležitá je pak v subakutním a chronickém stádiu poloha pacienta vsedě na invalidním vozíku. Spasticita může pozitivně ovlivnit držení těla, protože umožňuje udržet polohu vsedě i u pacientů s velmi oslabeným trupem, zároveň má negativní vliv na posturální stabilitu a funkci horních končetin. Pro co nejoptimálnější umístění pacienta ve vozíku využíváme možnosti nastavení šířky, hloubky a úhlu sedu, výšky opěrky zad a nastavení těžiště, tak aby dolní končetiny byly umístěny v mírné flexi, abdukci a zevní rotaci a abychom docílili extenze trupu. Při používání invalidního vozíku chceme, aby byl sed maximálně stabilní, symetrický a co nejvíce komfortní (Rayegani, Babae a Raeissadat, 2020, s. 8-9, González-Fernandéz, Nair a Panicker, 2019, s. 123-124).

- **Vertikalizace**

Hned jak je pacient schopen tolerovat vyšší polohu, z hlediska kardiopulmonální zátěže, intrakraniálního tlaku a motorického stavu, provádíme postupnou vertikalizaci se současnou kontrolou srdeční frekvence a krevního tlaku (Kolář, 2012, s. 19).

Vertikalizace do stoje aktivuje antigravitační svaly, zlepšuje flexibilitu, moduluje neuronální složku spasticity a má pozitivní psychologické účinky. Pokud jde o dobu trvání, většina pacientů v rámci studií prováděla vertikalizaci po dobu 40 minut, s frekvencí třikrát až čtyřikrát týdně. K vertikalizaci můžeme použít různé speciální pomůcky a přístroje jako vertikalizační stůl Erigo, vertikalizační stojan Oswestry či elektrické vertikalizační vozíky (Rayegani, Babae a Raeissadat, 2020, s. 6).

Hendrieho studie (2014) se zaměřila na účinky pravidelného používání vertikalizačního stojanu v u pacientů s RS. Účastníci využívali stojan 30 minut, třikrát týdně po dobu 16 až 24 týdnů. Bylo zaznamenáno signifikantní zlepšení svalové síly a ADL. Subjektivně dle pacientů došlo také ke zlepšení kontinence, klonu a snížení počtu pádů (Hendrie, Watson a McArthur, 2014, s. 1179-1184).

- **Strečink a pasivní pohyby**

Je dobře známo, že imobilizace svalu ve zkrácené poloze způsobuje jeho atrofii, zkrácení svalových vláken a zvýšení poměru kolagenu ke svalovým vláknům tkáně. Tyto histologické změny jsou zjištěné již do 2 dnů po začátku imobilizace (Gracies, 2001, s. 748-752).

Strečink je jednou z nejpoužívanějších metod u spasticity, jejímž cílem je udržovat nebo zvyšovat protažitelnost svalů a měkkých tkání a fyziologický kloubní rozsah pohybu. Existuje mnoho metod protahování, může být prováděno manuálně terapeutem, pomocí mechanických zařízení nebo s pomocí dlah či ortéz (Freitas et al., 2016, s. 239-240, Stevenson a Jarrett, 2016, s. 67-68). Z dostupné literatury není zcela jasné, jak dlouho je třeba sval protahovat pro zabránění vzniku kontraktur, ale delší časová období se zdají být efektivnější, mělo by se jednat o minimum 6 hodin denně (Stevenson a Jarrett, 2016, s. 68). Dle Gála et al. (2015) by terapie, aby byla efektivní, měla probíhat 4 až 7krát týdně, jednou až dvakrát za den nejméně po dobu 20-30 minut pro každou svalovou skupinu (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 115).

V systematickém přehledu (2011) autoři zkoumali 25 studií zaměřených na efekt strečinku u pacientů s různými neurologickými onemocněními. Ošetření mohlo být provedeno pomocí externího zařízení jako je dlaha či ortéza, terapeutem či samotným pacientem. Průměrná délka strečinku ve studiích se pohybovala od 30-45 minut (u některých studií až několik hodin), terapie probíhala v rámci týdne až 6 měsíců. Dle výsledků došlo pouze ke krátkodobému zlepšení kloubní mobility, ale malému dlouhodobému účinku (Katalinic, Harvey a Herbert, 2011, s. 21-22). Díky okamžitým účinkům strečinku na kloubní rozsah pohybu a ztuhlost, může být protažení zvláště prospěšné před provedením každodenní činnosti, jako je mytí a oblékání, a také před cvičením (Stevenson a Jarrett, 2016, s. 68).

Jedním z nových přístupů využívaných v rehabilitaci spastické parézy je koncept francouzského neurologa Jeana-Michela Graciese: Dohoda o reedukačním tréninku (Guided Self-rehabilitation Contract, GSC). Metoda spočívá v tom, že pacient v domácím prostředí samostatně provádí statický prolongovaný strečink zkrácených a hyperaktivních svalů spolu s s možnou chemodenervací hyperaktivních svalů, a také intenzivní motorický trénink (maximální počet opakujících se pohybů během 15-30 s) paretických svalů dle instrukcí od fyzioterapeuta. Jelikož celá terapie probíhá samostatně v domácím prostředí pacienta, je její

průběh veden ve formě deníku, který slouží k posouzení efektu GSC. Tato metoda se snaží orientovat přímo na příčinu funkčních poruch pacienta a snížit tak využívání farmakologické léčby, zejména kvůli nežádoucím účinkům léků (Gracies, 2021, s. 204-206, Hoskovcová a Gál, 2016, s. 15-19).

Kombinovanou terapii podobnou GSC testoval Giovannelli et al. (2007) u 38 pacientů s roztroušenou sklerózou. U experimentální skupiny byl aplikován botulotoxin, strečink a aktivní cvičení, ve srovnání s aplikací pouze botulotoxinu u kontrolní skupiny. U obou skupin došlo dle MAS ke snížení spasticity, ovšem v případě experimentální skupiny byl efekt výraznější (Giovannelli, 2007, s. 333-336, Hoskovcová a Gál, 2016, s. 15-19).

Pasivní pohyby provádíme bez aktivní účasti pacienta za účelem zachování funkčního rozsahu pohybu v jednotlivých kloubech, zmírnění non-neurálních změn a zamezení rozvoje spasticity. Doporučuje se provádět pasivní pohyby denně, a to v maximálním možném rozsahu, ovšem jen do pocitu tahu či mírné bolesti. Pohyby vykonáváme pomalou rychlostí, plynule ve všech segmentech končetiny a zaměřujeme se na pohyby dle antispastického vzorce (např. flexe kyčle spíše ve střední čáře, než v addukci a vnitřní rotaci). Je vhodné pacientovi 20-30 minut před terapií podat spasmolytickou léčbu. Kromě manuálně prováděných pasivních pohybů terapeutem, mohou být k terapii také využity různé pohybové přístroje, jako je například MotoMed, který je k dispozici pro sedící pacienty i pro pacienty na lůžku (Stevenson a Jarrett, 2016, s. 66-67, Kolář, 2012, s. 355).

- **Aktivní cvičení a posilovací trénink**

U těch pacientů, kde je to možné, začínáme co nejdříve s aktivním cvičením za účelem zvýšení svalové síly, reedukace pohybových vzorců a ke zlepšení kardiovaskulární kondice, protože účinky jsou větší než ty, které byly pozorovány u pasivního cvičení. Cvičební program by měl zahrnovat tzv. task-oriented cvičení zaměřená na specifický úkol, například sed-stoj, které jsou součástí denní rutiny (González-Fernandéz, Nair a Panicker, 2019, s. 122).

Dříve bylo posilování svalů se spasticitou kontraindikováno v domnění, že by stav pouze zhoršilo. Nicméně bylo zjištěno, že svaly se spasticitou a jejich antagonisté mohou být všichni oslabeni, ale vždy existuje relativní hyperaktivita jednoho versus druhého. Tato nerovnováha zhoršuje provedení funkčních pohybů a následně vede ke svalové atrofii a sekundárním změnám měkkých tkání (McNee et al., 2009, s. 433-434).

MUDr. Hoskovcová uvádí, že posilovací trénink musí být přísně individuální pro daného pacienta. Během typického tréninku u zdravých jedinců k docílení vyšší svalové síly používáme velkou zátěž s malým počtem opakování během krátké doby. Naopak při stupňování zátěže u neurologických pacientů (např. s roztroušenou sklerózou) nesmí dojít

k jejich přetížení a nadměrné únavě, a proto cvičíme s malými zátěžemi, s vyšším počtem opakování za delší časový úsek. U pacientů s centrálním typem parézy je vhodné soustředit se nejdříve na svalovou vytrvalost a výkon a až nakonec svalovou sílu (Hoskovcová a Gál, 2016, s. 17-18).

Nedávný systematický přehled z roku 2020, potvrdil, že je možné zlepšit svalovou sílu, mobilitu, rychlost chůze i rovnováhu bez zvýšení stupně spasticity u pacientů po CMP. Bylo zhodnoceno 75 studií z jejichž výsledků autoři usuzují, že existuje dostatek důkazů pro začlenění aerobního tréninku a smíšeného tréninku (zahrnujícího rezistentní trénink i chůzi) v rámci rehabilitačních programů po cévní mozkové příhodě (Saunders et al., 2020, s. 43-45). Smíšený trénink je obvykle u pacientů oblíbený, protože nabízí rozmanité druhy cviků a je dobře tolerován z fyzického i psychického hlediska. Zároveň je možné jej doplnit balančním tréninkem, pokud je hlavním problémem pacienta nestabilita (Hoskovcová a Gál, 2016, s. 17- 18). Mezi fyzioterapeutické koncepty běžně užívané u pacientů se spasticitou patří: Bobath koncept, Vojtova reflexní lokomoce, propioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) a značný význam má také ergoterapie se zaměřením na ADL (Thibaut et al., 2013, s. 1099, Kolář, 2012, s. 389).

- **Ortézy a dlahování**

Ortézy a dlahy jsou nástrojem pro zlepšení výkonu končetin a prevenci vzniku sekundárních změn. Tyto pomůcky mohou být prefabrikované, ale obvykle jsou individuálně zhotovené na zakázku z plastu či kovu nebo mohou být vyrobeny na základě přesného odlitku. Nejběžnějším materiálem pro výrobu je termoplast, protože jej lze lehce upravit při změně stavu pacienta (Rayegani, Babae a Raeissadat, 2020, s. 9, Švestková, 2017, s. 210-214).

Cílem při jejich využití je: strečink zkrácených svalů, korekce nevhodného postavení v kloubech, zlepšení funkce horní končetiny a efektivity chůze. Pro ortotika je léčba spasticity, deformit a kontraktur na horní končetině náročným úkolem, protože léčebné intervence a cíle se u každého pacienta liší (Kumar a Vinita, 2021, s. 8, Rayegani, Babae a Raeissadat, 2020, s. 9). Dle způsobu využití můžeme ortézy rozdělit do tří skupin: statické, semidynamické a dynamické. Statická ortéza bez pohyblivých komponent se používá k imobilizaci kloubů v určité poloze a omezení progresu deformace. Ačkoliv byl při dlouhodobém používání prokázán pozitivní účinek, může v některých případech způsobit svalovou atrofii a snížení svalové funkce. Naopak dynamické ortézy umožňují díky pružným částem a kloubům provedení pohybu končetiny působením jemného tahu na daný segment. Semidynamické ortézy limitují nechtěný pohyb, a naopak usnadňují realizaci jiného cíleného pohybu s využitím

pevných elastických materiálů ortézy (Kumar a Vinita, 2021, s. 8-10, Švestková, 2017, s. 210- 214).

Při indikaci ortéz a dlah musíme s pacientem projednat také způsob použití a délku užívání. Některé dlahy a ortézy se používají především v noci k 8 a více hodinovému protažení svalů, jiné mohou být nošeny během každodenních činností pro zlepšení funkce končetin. Při každé další návštěvě by měl být pacient dotázán na bolest a nepohodlí, protože při nesprávném používání se mohou zhoršit příznaky a vzniknout nové deformace. Neexistuje žádná kontraindikace pro podávání ortéz, ovšem některé stavy (např. cévní poruchy, zlomeniny, těžké poranění měkkých tkání, poruchy chování, kognitivní deficit, epilepsie, akutní zánět, etc.) mohou limitovat jejich využití (Stevenson a Jarrett, 2016, s. 74-75). U predisponovaných jedinců je třeba vzít v potaz riziko vzniku poškození kůže, proto je třeba ortézy a dlahy používat opatrně a upřednostňovat výrobky z měkkých materiálů, jako jsou například pěna, ovčí kůže, neopren či lykra (González-Fernández, Nair a Panicker, 2019, s. 124).

Mezi poměrně často využívané ortézy na HKK patří loketní dlahy. Obecně se používají v situacích, kdy došlo k omezení rozsahu pohybu v kloubu v důsledku zvýšeného tonu bicepsového svalu, který udržuje loketní kloub ve flektované poloze (Stevenson a Jarrett, 2016, s.75). Garavaglia et al. sledoval efekt dynamické pseudoelastické ortézy u chronických pacientů po CMP. V rámci terapie pacienti ortézu využívali nejméně 6 hodin denně, po dobu 4 týdnů, žádná jiná forma terapie nebyla povolena. Byly zaznamenány změny na MAS a Fugl-Meyerově škále, kdy došlo ke snížení spasticity a zlepšení funkce horní končetiny (Garavaglia et al., 2019, s. 4-6).

V zahraničí se využívá u nás zatím poměrně neznámá metoda Constraint-induced movement therapy (CIMT), která spočívá v tom, že pacientova zdravá končetina je znehybněna na určitou denní dobu a on je tedy nucen, co nejvíce používat končetinu paretickou. Podmínkou je parciálně zachovaná motorika postižené končetiny. Studie s primáty prokázaly, že intenzivní repetitivní zapojování paretické končetiny urychluje návrat hybnosti, což bylo následně potvrzeno i funkční magnetickou rezonancí ve studiích, které zkoumaly efekt CIMT u člověka (Švestková., 2017, s. 210-213).

1.3.4 Fyzikální terapie

U pacientů s lézí centrálního motoneuronu je fyzikální terapie využívána jako doplněk léčby. Mezi metody, které jsou nejčastěji používány řadíme termoterapii, funkční elektrickou stimulaci, transkutánní elektrostimulaci, rázovou vlnu a ultrazvuk. Trvání účinku u většiny

z těchto metod je relativně krátkodobé, je však vhodné zařadit jejich aplikaci před nebo bezprostředně po rehabilitaci k sumaci efektu terapie (Picelli, 2018, s. 293-294).

- **Negativní termoterapie**

Lokální ochlazování svalů pouze dočasně snižuje spasticitu a klonus a to především snížením citlivosti svalového vřetenka k protažení. Často se využívá jako příprava před kinezioterapií. Pro aplikaci chladu můžeme využít kryosáčky, ledové kostky nebo zkapalněné plyny jako je ethylchlorid. Průměrná doba lokální aplikace je přibližně dvacet minut (Poděbradský a Poděbradská, 2009, s. 164, Smania, 2010, s. 430).

- **Pozitivní termoterapie**

Antispastický účinek pozitivní termoterapie je způsoben nejen relaxací svalů a jiných měkkých tkání, ale také snížením aktivity gama aferentních vláken, což vede k poklesu impulzů ze svalových vřetének (Smania, 2010, s. 431). Lee a Ng (2008) ve své studii uvádějí, že pasivní strečink s předchozím lokálním tepelným ošetřením (20 minut, aplikace horkého zábalu při 75 °C) výrazně zvyšuje protažitelnost svalů (Lee a Ng, 2008, s. 776-777).

- **Funkční elektrostimulace**

Funkční elektrostimulace (FES) spočívá v dráždění periferních nervů pomocí stimulatoru, což vyvolává stah různých skupin svalů v určitém pořadí. Cílem je generovat cílené koordinované pohyby a opětovně tak získat funkční schopnosti v rámci ADL. V oblasti ramenního kloubu se FES používá ke stimulaci svalů, které jsou zodpovědné za udržování hlavice humeru v glenoidální jamce (zejména musculus supraspinatus a deltoideus), a tak snižuje riziko subluxe (Vafadar, Cote a Archambault, 2015, s. 2)

- **Transkutánní elektrostimulace**

Transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS) je aplikace nízkoenergetických pulzů přes pokožku, kdy dochází k dráždění nervových kmenů a vláken. Hlavním účinkem je výrazná analgezie a to na základě vratkové teorie tlumení bolesti (Poděbradský a Poděbradská, 2009, s. 86) Shaygennejad et al. (2013) porovnával efekt čtyřtýdenního užívání léku baklofenu versus aplikaci TENS u pacientů s roztroušenou mozkomíšní sklerózou. Výsledky ukázaly, že došlo ke snížení spasticity dle stupnice MAS u obou skupin, ovšem více signifikantně ve skupině s aplikací TENS (Shaygennejad et al., 2013, s. 637-640).

- **Rázová vlna**

Z biofyzikálního hlediska jsou rázové vlny definovány jako sekvence jednotlivých, vysoce energetických, dvoufázových akustických impulzů s rychlým šířením náhle zvýšeného

tlaku (během 10 ns dosahuje hodnot 100-1000 barů). Fokusovaná rázová vlna je aplikována přímo do tkání s absorpcí energie do hloubky cca 12 cm (Notarnicola a Moretti, 2012, s. 33-35) Nejnovější systematický přezkum (2019) analyzoval 17 studií s celkovým počtem 303 pacientů, které zkoumaly účinky aplikace rázové vlny u spastického hypertonu. Přezkum potvrdil statisticky významné subjektivní (spasticita, bolest a funkce) i objektivní (rozsah pohybu, posturální kontrola, svalový tonus a elasticita) zlepšení spasticity po CMP (Dymarek et al., 2020, s. 21-25).

- **Ultrazvuk**

Terapie ultrazvukem (US), díky jeho tepelným a mechanickým účinkům, vede ke zlepšení cirkulace a regenerace tkání, zvýšenému místnímu metabolismu a snížení tuhosti pojivových tkání. US umožňuje změny viskoelastických vlastností a také snižuje citlivost svalového vřetenka na protažení. V Ansariho studii (2007) bylo zaznamenáno významné snížení excitability alfa motoneuronu a spasticity plantárního flexoru kotníku u pacientů po CMP, u kterých bylo využito patnáct 10minutových terapií kontinuálním US (intenzita 1,5W/cm²) (Ansari et al., 2007, s. 137-141). Antispastický účinek ovšem nebyl potvrzen následnou studií z roku 2011, která uvádí, že US ani terapie s využitím infračerveného záření nemohou modifikovat klinické a elektrofyziologické rysy spasticity (Sahin, Ugurlu a Karahan, 2011, s. 64-65).

1.4 Roboticky asistovaná terapie horní končetiny

Robotem asistovaná terapie horní končetiny a chůze jsou velmi aktuální témata. Hlavním faktorem pro rozvoj rehabilitační robotiky během posledních dvou desetiletí, je neustále se zvyšující počet pacientů s motorickými a funkčními deficity způsobenými zejména cévní mozkovou příhodou a jinými neurologickými syndromy. Dle Světové zdravotnické organizace (WHO) se vyskytuje přibližně u 15% světové populace určitá forma postižení a invalidity. Cílem rehabilitace je podpora návratu ztracených funkcí, aby byl pacient co nejdříve samostatný a soběstačný (Fazekas a Tavaszi, 2019, s. 471, Daunoraviciene et al., 2018, s. 534).

Rozvoj robotických rehabilitačních technologií probíhal zejména od konce roku 1980 a ve 21. století se objevily první komerčně dostupná robotická zařízení. Aplikace těchto zařízení nespočívá v nahrazení fyzioterapeuta, ale spíše v rozšíření léčebných možností. V některých rehabilitačních zařízeních se již stala běžnou součástí multidisciplinárního rehabilitačního programu (Fazekas a Tavaszi, 2019, s. 471-472).

Hlavní výhodou roboticky asistované terapie je mnohem větší počet intenzivních opakování v jednom terapeutickém sezení, než jaké mohou dosáhnout samotní terapeuti.

Jako příklad můžeme uvést mechanická zařízení pro rehabilitaci horní končetiny: Armeo či Gloreha, které jsou připevněna na tělo uživatele, kdy hlavním cílem robotického tréninku je zvýšení aktivního rozsahu pohybu, znovunabytí motorických funkcí a síly, usnadnění iniciace pohybu ke zvýšení selektivní kontroly a také rozvíjení kognitivních funkcí a pozornosti (Daunoraviciene et al., 2018, s. 534). Také MUDr. Daňková uvádí, že dle výsledků studií má aplikace roboticky asistované rehabilitace velký potenciál využitelnosti u širokého spektra poruch hybnosti, jako například u pacientů v subakutním stádiu CMP, kdy může pozitivně ovlivnit motorické a funkční zotavení pacienta (Daňková a Pastucha, 2018, s. 293).

V neposlední řadě může být výhodou také atraktivnost těchto systémů, díky které můžeme u pacienta vzbudit vyšší motivaci k rehabilitaci. Robotická terapie nabízí zpětnou vazbu, která může být vizuální, sluchová, vibrační i multisenzorická. Těchto vazeb se nejčastěji využívá při hrách, kdy ocenění za dokončení pohybu předložené počítačovým programem inspiruje a tvoří motivaci k dalšímu pohybu (Yue, Zhang & Wang, s. 9). Rehabilitační roboty patří mezi velmi dobré vyhodnocovací prostředky, poskytovatelům péče umožňují kvantitativní měření. Nejpokročilejší robotické systémy obsahují senzory, které měří a zaznamenávají kinematiku a kinetiku během pohybu horních končetin. Tato zpětná vazba nabízí schopnost přizpůsobit a individualizovat terapii úrovni disability pacienta, měřit jeho výsledky, motivovat ho a mimo jiné i obhájit využití robotiky v rámci rehabilitačního programu pojišťovnam (Duret, Grosmaire a Krebs, 2019, s. 5).

1.4.1 Základní dělení robotických zařízení

Robotická zařízení určená pro rehabilitaci horních končetin můžeme dle jejich mechanické stavby rozdělit do dvou hlavních kategorií: tzv. koncové efekторы (end-effectors) a exoskeletony. Koncový efektor je připojen k distální části postižené končetiny, odkud je iniciován pohyb, který zapříčiní změnu polohy ruky. Zároveň pohyb koncového efektoru ovlivní prostřednictvím řetězení i proximální segmenty horní končetiny. Zástupcem je například MIT-Manus, který se využívá pro rehabilitaci ramenního a loketního kloubu. Naopak exoskeletony jsou individuálně přizpůsobeny délce končetiny každého pacienta a pracují na základě primárního vzruchu z robotického kloubu, který iniciuje pohyb daného kloubu pacienta. Tato konstrukce umožňuje souběžné a přesné řízení pohybů (Duret, Grosmaire a Krebs, 2019, s. 2, Maciejasz et al., 2014, s. 13-14). Jedním ze zástupců exoskeletonů může být například Gloreha či Armeo koncept od švýcarského výrobce Hocoma. Oba tyto systémy řeší různé terapeutické cíle v celém průběhu rehabilitačního procesu, od rehabilitace v akutním stádiu až po závěrečnou ambulantní péči (Mekki et al., 2018, s. 605).

Dalším kritériem pro dělení robotických systémů je míra asistence. Aktivní zařízení jsou díky zabudovanému pohonu schopny provádět pohyb horní končetiny. Taková asistence pohybů je vyžadována, pokud je pacientova svalová síla nedostatečná pro provádění konkrétního cvičení. Nicméně i s aktivními zařízeními je cvičení považováno za pasivní, když není vyžadováno úsilí pacienta (např. pacient zůstává neaktivní, zatímco zařízení aktivně pohybuje kloubem v kontrolovaném rozsahu pohybu). Pasivní zařízení nejsou schopná pohybovat končetinou, ale jsou vybavená pohony poskytujícími tzv. odporovou sílu (brzdy) při pohybu končetiny nesprávným směrem. Trénovací zařízení mohou být aktivní nebo pasivní, pomocí senzorů jsou schopna zaznamenávat pohyb a poskytovat zpětnou vazbu při terapii s využitím virtuální reality. Speciální kategorií jsou hmatová zařízení, jejichž hlavní funkcí není způsobovat či bránit pohybu, ale spíše poskytnout uživateli hmatový vjem (Maciejasz et al., 2014, s. 12).

Dle specifické oblasti využití rozdělujeme robotické systémy do dvou kategorií: zařízení pro vykonávání fyzické terapie a zařízení na podporu vykonávání běžných denních aktivit, které zlepšují pacientovu nezávislost a kvalitu života. Taková zařízení by měla být cenově dostupná, bezpečná a snadno ovladatelná. V současnosti na trhu převažují spíše robotická zařízení sloužící pro trénink, která se pro svou komplexnost a vysokou pořizovací cenu nacházejí v rehabilitačních zařízeních (Maciejasz et al., 2014, s. 11-12).

1.4.2 Zástupci robotických systémů pro horní končetinu

Ve zdravotnických zařízeních vlastnících robotické přístroje pro rehabilitaci horní končetiny byly v rámci České republiky nejvíce zastoupeny přístroje Gloreha a Armeo, a proto budou detailněji popsány v následujících kapitolách (Kubíková, 2016, s. 51-52).

- **Armeo systém**

Rehabilitace s přístroji Armeo je komplexní terapeutický koncept pro jednotlivce, kteří utrpěli mrtvici, traumatické poranění mozku nebo jiné neurologické poruchy vedoucí k poruše funkce horní končetiny. Intenzivní, opakující se, na úkol orientované pohyby pomáhají postupné reorganizaci mozku, která následně umožňuje znovuoobnovení pohybu a funkčnosti postižených částí těla. Softwarová platforma poskytuje automatické průběžné hodnocení motorických funkcí. Pacienti mohou snadno sledovat jejich pokrok, což je povzbuzuje a motivuje k dosažení vyššího počtu opakování, a tudíž lepších dlouhodobých výsledků (Hocoma, 2022).

Armeo Power

Terapii s přístrojem ArmeoPower je vhodné využít zejména v časných fázích rehabilitace – u pacientů, kteří nejsou schopni žádného nebo pouze minimálního pohybu postižené horní končetiny. Zařízení díky senzorům reaguje na míru aktivity pacienta a poskytuje podporu paže v 3D prostoru od proximální k distální oblasti, kdy i při nulovém aktivním pohybu končetiny, je schopno pohyb iniciovat a pasivně ji vést (Calabro et al., 2016, s. 6).

Armeo Senso

Armeo Senso je vhodné ke zlepšení pohybových schopností u pacientů s mírně až středně těžkým deficitem funkce horní končetiny. Velkou výhodou tohoto typu přístroje je, že jej lze využívat samostatně v domácím prostředí. Výsledky Wittmannovy studie (2016) potvrzují, že tato domácí terapie je bezpečná a může poskytnout rehabilitační trénink s vysokou intenzitou. Integrovaná hodnocení umožňují každodenní monitorování terapie, přizpůsobení obtížnosti a detekci maladaptivních motorických vzorů (Wittmann et al., 2016, s. 9).

Armeo Spring

V případě Armeo Spring nejde o robotickou technologii v pravém slova smyslu, ale jedná se o přístrojovou ortézu paže s pěti stupni volnosti (tři pro ramenní kloub, jeden pro loketní kloub a jeden pro zápěstí) bez robotických ovladačů, takzvaný pasivní systém. Hlavní konstrukce je sestavena z horního modulu pro paži, dolního modulu pro předloktí a cylindricky tvarované hydraulické rukojeti citlivé na sílu úchopu. Každý modul je délkově nastavitelný dle anatomických rozměrů horní končetiny daného pacienta. Přístroj obsahuje pružinový mechanismus, který umožňuje přesné nastavení úrovně kompenzace hmotnosti horní končetiny proti tíhové síle ve 3D pracovním prostoru. To umožňuje pacientům pomocí reziduální motorické funkce horních končetin dosáhnout většího aktivního rozsahu pohybu, než by bylo možné bez odlehčení hmotnosti končetiny (Kolářová et al., 2019, s. 111-114, Daunoraviciene et al., 2018, s. 535, Perry, Evans a Stokic, 2017, s. 2). Indikační skupinou Armeo Spring jsou pacienti, kteří začínají znovu získávat aktivní hybnost horní končetiny a jsou tedy sami schopni iniciace pohybu. Vhodný je i pro pacienty s diagnózami jako je například dětská mozková obrna, neuromuskulární onemocnění, roztroušená skleróza a také po ortopedických operacích nebo při atrofii svalstva horní končetiny (Kolářová et al., 2019, s. 112-113).

1.4.3 Gloreha

Gloreha systém

Robotický systém Gloreha byl vyvinut italskou společností Idrogenet zejména pro pacienty s neurologickou symptomatikou. Jedná se o speciální flexibilní rukavici, která

umožňuje pasivní či aktivní flexi i extenzi jednotlivých prstů a další kombinace pohybů v rámci rehabilitačního cvičení (Bissolotti et al., 2016, s. 770).

Na rozdíl od jiných rehabilitačních robotických zařízení, generátory energie robota nejsou umístěny na končetině pacienta, ale mechanická síla je přenášena přes polotuhé kabely na hřbet rukavice, která obepíná prsty a zápěstí. Díky tomu hmotnost zařízení nepůsobí na ruku pacienta během rehabilitační terapie. Villafañe et al. (2017) uvádí, že výhoda terapie s Glorehou spočívá v tom, že jakmile terapeut zařízení nastaví, pacient může během cvičení zůstat sám, kdy je mu poskytována vizuální zpětná vazba přes monitor. Tímto se snižuje potřeba individuálního kvalifikovaného zásahu pro pasivní cvičení rozsahu pohybu ruky (Villafañe et al., 2017, s. 2-5).

Mezi účinky roboticky asistované terapie s Glorehou patří zvýšení rozsahu pohybu, zlepšení koordinace a obratnosti postižené končetiny. Také má pozitivní vliv na redukci spasticity, zlepšení lokálního prokrvení tkání a zmírňuje pocity ztuhlosti a bolesti v segmentu (Gobbo et al., 2017, s. 4).

Gloreha Sinfonia

Velkou přidanou hodnotou novější verze robotického zařízení Gloreha Sinfonia, je senzorická rukavice, která je schopna snímat pohyb zdravé ruky a v případě potřeby jej takto přenášet na ruku ochrnutou řízenou robotickým systémem.

Rehabilitační neoprenové rukavice jsou lehké, pohodlné, snadno se dezinfikují a jsou k dispozici v 6 různých velikostech (XXS, XS, S, M, L, XL). Ponechávají dlaň volnou, omezují pocení a usnadňují uchopování reálných předmětů, jsou využitelné jak v chabém stádiu, tak při spasticitě (u velmi těžké spasticity po léčbě botulotoxinem). Dále systém obsahuje dvě dynamické podpěry, které odlehčují váhu horní končetiny během terapie. Stůl ve tvaru C usnadňuje přístup k pracovní ploše i pacientům na invalidním vozíku.

V rámci terapie pacient nemá předem definovanou polohu, zápěstím a paží lze během cvičení volně pohybovat, ovšem v případě potřeby příslušenství obsažené v sadě může stabilizovat zápěstí ve funkční poloze. Terapeut může nastavit a naplánovat širokou škálu cvičení s různou úrovní obtížnosti a složitosti. Včasná a intenzivní mobilizace může zabránit dysfunkční reorganizaci mozkové kůry, stejně jako brání vzniku adhezí, kontraktur, sekundárnímu poškození imobilizací, také udržuje a zvyšuje kloubní rozsah pohybu.

Gloreha Sinfonia kombinuje různé terapeutické režimy, aby tak byla využitelná v léčbě pacientů během všech fází zotavení. Zahrnuje možnost pasivní i aktivně asistované mobilizace, bimanuální trénink nebo terapeutické videohry (Gloreha Sinfonia, 2021).

- **Bimanuální trénink**

Díky Gloreha Sinfonia může cvičení aktivně vést i hemiplegický či hemiparetický pacient. Zařízení rozpozná pohyby jeho „zdravé“ ruky a reprodukuje je na kontralaterální končetině prostřednictvím robotické rukavice. Flexe a extenze prstů jsou dynamicky aktivovány pacientem, aby se zvýšila míra jeho zapojení a motivace. Stimulace korových oblastí mozku je zesílena zrcadlovým mechanismem, sledováním 3D imitace rukou v pohybu a prováděním funkčních úkolů s reálnými předměty. Ve srovnání s tradiční zrcadlovou terapií umožňuje Sinfonia překročit pohybovou iluzi: skutečný motorický trénink může být generován robotickou rukavicí na ruce s motorickým deficitem, což zvyšuje rehabilitační potenciál (Gloreha Sinfonia, 2021).

- **Pasivní mobilizace**

Pasivní mobilizaci uplatňujeme zejména v první fázi léčby u pacientů, kteří nemají zachovanou žádnou schopnost aktivního pohybu. Mobilizace prstů do flexe a extenze je generována robotickou rukavicí podle individuálně přizpůsobitelných naprogramovaných parametrů. Pasivní mobilizace je současně doprovázena multismyslovou stimulací (3D animace ruky na obrazovce, zvukové efekty, hudební doprovod, hlasové navádění, interakce s předměty), aby se zajistilo zapojení pacienta a vyvolaly se plastické změny v neuronových sítích. Opakující se tréninkový program facilite neuromuskulární reedukaci, snižuje výskyt otoků, udržuje a popřípadě i zvyšuje rozsah pohybu (Gloreha Sinfonia, 2021).

- **Asistovaná aktivní mobilizace**

Během asistované aktivní mobilizace je v rámci vybraného cvičebního programu vyžadováno, aby pacient autonomně zahájil motorický úkol. Robotická rukavice sleduje aktivitu pacienta a motorizovaný systém zasáhne pouze v případě potřeby, když je nutná asistence k dokončení pohybu. Indikátory výkonu poskytují okamžitou zpětnou vazbu o pacientově stupni autonomie v celém rozsahu pohybu. Software nabízí různé druhy cvičení, které pacienta vedou během terapie k jasným cílům a pomocí intuitivní grafiky ho motivují k překonání svého dosavadního maxima. Terapeut může nastavit různé parametry a postupně zvyšovat úroveň obtížnosti. Tato forma terapie omezuje vznik kompenzačních strategií, které vedou k fenoménu nepoužívání postižené horní končetiny (Gloreha Sinfonia, 2021).

- **Aktivní cvičení s využitím terapeutických videoher**

Interaktivní hry jsou založeny na aktivním pohybu končetiny, který je registrován senzory. Pacientův úkol může být například sběr hub při kterém trénuje různé druhy úchopů nebo například řízení auta, kdy se musí vyhnout překážkám na cestě, a tak trénuje flexi

a extenzi zápěstí. Během terapií jsou uložena všechna data týkající se každého pacienta. Terapeuti mohou pomocí analýzy grafů monitorovat trend dosažených výsledků a pacienti tak mohou získat přímou zpětnou vazbu o svých zlepšeních. Nové technologie jako terapeutické videohry pomáhají eliminovat pocity frustrace, nudy a sklíčenosti u dlouhodobě nemocných pacientů a tímto způsobem mohou pozitivně ovlivnit výsledky rehabilitačního procesu (Gloreha Sinfonia, 2021).

Gloreha Aria

Gloreha Aria byla vyvinuta pro terapeutické ošetření celé horní končetiny, kdy její aktivní pohyby jsou detekovány specifickým senzorem. Úroveň kompenzace je kalibrována podle hmotnosti paže a schopnosti kontroly pohybu postižené končetiny. Motorické zotavení není nikdy odděleno od obnovení kognitivních schopností. Gloreha Aria proto využívá cvičení, která jsou inspirována testy a aktivitami typickými pro neuropsychologickou léčbu. Patří k nim trénování selektivní pozornosti, řešení problémů, vizuálně-prostorové dovednosti, paměti, představivosti atd. Barvy, čísla, obrázky, hrací karty: software nabízí interaktivní kognitivní stimulační cvičení přizpůsobená pacientovi. Hravý aspekt a kombinace motorických úkolů zvyšují míru compliance pacienta s kognitivním deficitem. Úroveň obtížnosti cvičení může naprogramovat terapeut nebo se může automaticky upravit na základě výkonu pacienta (Gloreha Aria, 2021).

Gloreha Workstation

Gloreha Workstation je inovativní ergonomický tréninkový prostor pro rehabilitaci celé horní končetiny. Dvě dynamické podpěry umožňují volný pohyb paží bez gravitace, aby mohly plnit funkční úkoly v rámci ADL jako například uchopování, přemísťování a zvedání předmětů. Součástí zařízení je i monitor kde, zatímco je prováděna terapie, je simultánně zobrazena trojrozměrná simulace (Gloreha Workstation, 2021).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení efektivity roboticky asistované terapie pomocí systému Gloreha Sinfonia na funkci a spasticitu horní končetiny u neurologických pacientů s poruchou centrálního motoneuronu v chronickém stádiu.

2.2 Vědecké otázky a hypotézy

2.2.1 Vědecká otázka č. 1

Má roboticky asistovaná terapie pozitivní vliv na změnu spasticity u pacientů se spastickou parézou horní končetiny?

H₀1: Změna spasticity po terapii m. brachialis podle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamná.

H_A1: Změna spasticity po terapii m. brachialis podle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významná.

H₀2: Změna spasticity po terapii m. brachioradialis podle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamná.

H_A2: Změna spasticity po terapii m. brachioradialis podle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významná.

H₀3: Změna spasticity po terapii m. brachialis podle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamná.

H_A3: Změna spasticity po terapii m. brachialis podle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významná.

H₀4: Změna spasticity po terapii m. brachioradialis podle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamná.

H_A4: Změna spasticity po terapii m. brachioradialis podle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významná.

2.2.2 Vědecká otázka č. 2

Má roboticky asistovaná terapie vliv na zlepšení funkce horní končetiny u pacientů se spastickou parézou?

H₀5: Zlepšení funkce horní končetiny podle MFS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamné.

H_A5: Zlepšení funkce horní končetiny podle MFS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významné.

2.2.3 Vědecká otázka č. 3

Má roboticky asistovaná terapie vliv na zvýšení soběstačnosti pacienta při vykonávání ADL?

H₀6: Zvýšení soběstačnosti pacienta při vykonávání ADL podle BI mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamné.

H_A6: Zvýšení soběstačnosti pacienta při vykonávání ADL podle BI mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významné.

3 METODOLOGIE VÝZKUMU

3.1 Charakteristika výzkumné skupiny

Výzkumnou skupinu této diplomové práce tvořilo celkem 67 probandů s centrální hemiparézou horní končetiny. Indikačním kritériem pro zařazení do testované skupiny bylo chronickém stádium po ischemickém/hemoragickém CMP se spastickou parézou horní končetiny, hodnocení ve škále MAS 1-3, žádný kognitivní deficit, posturální stabilita v sedu, věk minimálně 18 let a ochota spolupracovat. Kritéria pro vyloučení ze studie zahrnovala nulovou či příliš vysokou míru spasticity, kontraktury v oblasti lokte a akra HK, kognitivní a psychické deficity nebo jiná onemocnění znemožňující adekvátní provedení měření a spolupráci s pacientem. Měření probíhala v období od března 2021 do března 2022 v Centru léčebné rehabilitace v nemocnici Prostějově.

Probandi byli náhodně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. Experimentální skupinu tvořilo celkem 36 osob, z toho 15 žen a 21 mužů ve věkovém rozmezí od 43 do 87 let. Průměrný věk v rámci experimentální skupiny byl 67,67 let. Do kontrolní skupiny bylo zařazeno 31 osob, z nichž bylo 19 žen a 12 mužů s průměrným věkem 70,26 let. Nejmladší pacient měl 41 let a nejstarší pacient měl 88 let (viz. Tabulka 3, s. 37). Nižší počet probandů v kontrolní skupině byl zapříčiněn předčasným ukončením terapie u 4 pacientů, a tedy nemožností provedení výstupního měření pro statistické zhodnocení.

Všichni testovaní jedinci byli napřed obeznámeni s průběhem měření i jeho účelem a podepsali informovaný souhlas s participací ve studii (viz. Příloha 3, s. 81-82). Realizace experimentu byla schválena Etickou komisí Fakulty zdravotnických věd UPOL (viz. Příloha 4, s. 83).

Tabulka 3 Popisná charakteristika zkoumaného souboru

Experimentální skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
Věk	36	67,67	43	87	69,50	11,07
Kontrolní skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
Věk	31	70,26	41	88	71,00	9,67

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

3.2 Průběh výzkumu a metodika měření

V rámci výzkumné části bylo u každého probanda v obou skupinách provedeno vstupní vyšetření před zahájením terapie a následně výstupní vyšetření po 4- týdenní terapii. Probandi v experimentální skupině podstoupili terapii pomocí Gloreha Sinfonia v intenzitě 5 hodin týdně ve srovnání s kontrolní skupinou, kde robotická intervence probíhala pouze 1 hodinu týdně. Obě skupiny absolvovaly také klasický rehabilitační program založený neurofyziologickém podkladě a ergoterapii. Terapie pomocí Gloreha Sinfonia probíhala vždy ve stejnou dobu a časová dotace byla 30 minut. V terapii byl zahrnut i čas na nastavení cvičebního programu, upevnění nástavce na předloktí, navlečení senzomotorické rehabilitační rukavice na prsty a zajištění správné ergonomie sedu pacienta před obrazovkou. Z těchto důvodů byl reálný čas cvičební jednotky 20 minut, kdy byly vybrány vhodné programy ke zvýšení mobility horní končetiny, ke zlepšení koordinace a rozsahu pohybu. V experimentální i kontrolní skupině byly zvoleny stejné programy z důvodu objektivizace efektu terapie.

V této diplomové práci byly ke sběru dat využity standardizované metody měření, které bývají nejčastěji využívány v klinické praxi. K hodnocení stupně spasticity byla použita Modifikovaná Ashwortova škála (MAS) a Tardieu škála (TS). Měřeny byly konkrétně dva svaly: m. brachialis a m. brachioradialis. Pro zhodnocení funkčních schopností horní končetiny byl využit Modifikovaný Frenchayský test paže (MFS) a základní Barthelův index (BI). Celková doba měření byla přibližně 45 minut. Při vstupním i výstupním vyšetření byli probandi měřeni stejným fyzioterapeutem a výsledky všech provedených testů byly zaznamenány do tabulky v programu Microsoft Office Excel.

3.3 Statistické zpracování dat

Pro statistické zpracování dat byly zaznamenány údaje o etiologii onemocnění, pohlaví, věku a také vstupní a výstupní hodnoty na škálách: MAS, TS, BI a MFS u všech probandů. Jejich následné zpracování proběhlo prostřednictvím programu STATISICA. Nejdříve byla vytvořena základní popisná charakteristika obou skupin, kdy u vybraných dat byly vypočítány následující hodnoty: minimální, maximální a průměrná hodnota, směrodatná odchylka a medián. Poté byla ověřena normalita dat, kdy na základě výsledků Shapiro-Wilkova testu bylo zjištěno, že data nemají normální rozložení. Z tohoto důvodu byl použit neparametrický Mann-Whitney U test, který je vhodný k porovnání dat dvou různých výběrových souborů (kontrolní a experimentální skupiny). Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$; pokud je tedy hodnota p vyšší než 0,05, je výsledek označen jako statisticky nevýznamný.

4 VÝSLEDKY

Všechny hodnoty měřených parametrů u experimentální i kontrolní skupiny byly staticky zpracovány k vytvoření výsledků na výše uvedené hypotézy. Ty byly zaměřeny na zhodnocení efektivity roboticky asistované terapie, a tedy porovnání experimentální skupiny, jejíž terapie byla obohacena o robotickou rehabilitaci v intenzitě 5 hodin týdně, s kontrolní skupinou se standartní rehabilitační terapií doplněnou 1 hodinou robotické intervence za týden.

V následujících tabulkách jsou pomocí metod popisné statistiky shrnuty konkrétní hodnoty obou skupin: průměrná, minimální a maximální hodnota, medián a směrodatná odchylka (SD), a také rozdíly (R) naměřených dat před začátkem terapie a po měsíční intervenci (viz. Tabulka 4, s. 39, Tabulka 5, s. 40).

Tabulka 4 Popisná statistika naměřených parametrů-experimentální skupina

Experimentální skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
MAS-A_1	36	1,75	0	3	2	0,72
MAS-A_2	36	1,40	0	2	1,5	0,67
MAS-A_R	36	0,35	0	1	0	0,44
MAS-B_1	36	1,79	0	3	2	0,79
MAS-B_2	36	1,39	0	2	1,5	0,66
MAS-B_R	36	0,40	0	1	0,25	0,44
TS-A_1	36	22,92	0	80	20	15,83
TS-A_2	36	16,11	0	60	15	12,25
TS-A_R	36	6,81	0	20	5	6,67
TS-B_1	36	26,25	0	80	22,5	16,10
TS-B_2	36	18,19	0	60	20	12,54
TS-B_R	36	8,06	0	30	5	7,95
BI zákl. 1	36	65,28	10	90	70	19,20
BI zákl. 2	36	74,86	40	95	80	15,14
BI zákl. R	36	9,58	0	35	5	7,78
MFS_1	36	59,44	10	95	60	20,90
MFS_2	36	71,78	35	100	70	16,03
MFS_R	36	12,33	0	50	10	10,41

Legenda: MAS - Modifikovaná Ashworthova škála; MAS_A_1 - skóre MAS m. brachialis před terapií; MAS_A_2 - skóre MAS m. brachialis po terapii; MAS_A_R - rozdíl mezi hodnotami MAS vstupního a výstupního měření m.brachialis; MAS_B_1 - skóre MAS m. brachioradialis před terapií; MAS_B_2 - skóre MAS m. brachioradialis po terapii; MAS_B_R - rozdíl mezi hodnotami MAS vstupního a výstupního měření m.brachioradialis; TS – Tardieu škála; TS_A_1 - skóre TS m. brachialis před terapií; TS_A_2 - skóre TS m. brachialis po terapii; TS_A_R - rozdíl mezi hodnotami TS vstupního a výstupního měření m.brachialis; TS_B_1 - skóre TS m. brachioradialis před terapií; TS_B_2 - skóre TS m. brachioradialis po terapii; TS_B_R - rozdíl mezi hodnotami TS vstupního a výstupního měření m.brachioradialis; BI zákl. - Barthel index základní; BI zákl._1 - skóre BI před terapií; BI zákl._2 - skóre BI po terapii; BI zákl._R - rozdíl mezi hodnotami BI vstupního

a výstupního měření; **MFS** - modifikovaný Frenchayský test paže; **MFS_1** - skóre MFS před terapií; **MFS_2** - skóre MFS po terapii; **MFS_R** - rozdíl mezi hodnotami MFS vstupního a výstupního měření; **N** - počet testovaných pacientů ve skupině; **SD** - směrodatná odchylka

Tabulka 5 Popisná statistika naměřených parametrů-kontrolní skupina

Kontrolní skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
MAS-A_1	31	1,94	1	3	2	0,42
MAS-A_2	31	1,69	1	2	2	0,46
MAS-A_R	31	0,24	0	1	0	0,41
MAS-B_1	31	1,98	1	3	2	0,52
MAS-B_2	31	1,68	1	2	2	0,44
MAS-B_R	31	0,31	0	1	0	0,42
TS-A_1	31	21,94	0	60	20	13,08
TS-A_2	31	19,19	0	50	20	12,32
TS-A_R	31	2,74	0	10	0	3,84
TS-B_1	31	28,06	10	50	30	11,74
TS-B_2	31	24,03	5	45	25	10,99
TS-B_R	31	4,03	0	10	5	3,27
BI zákl. 1	31	68,06	25	90	70	15,09
BI zákl. 2	31	72,90	40	90	75	13,34
BI zákl. R	31	4,84	0	15	5	3,76
MFS_1	31	54,94	0	96	60	23,42
MFS_2	31	61,35	5	97	65	22,46
MFS_R	31	6,42	0	16	5	4,22

Legenda: **MAS** - Modifikovaná Ashworthova škála; **MAS_A_1** - skóre MAS m. brachialis před terapií; **MAS_A_2** - skóre MAS m. brachialis po terapii; **MAS_A_R** - rozdíl mezi hodnotami MAS vstupního a výstupního měření m.brachialis; **MAS_B_1** - skóre MAS m. brachioradialis před terapií; **MAS_B_2** - skóre MAS m. brachioradialis po terapii; **MAS_B_R** - rozdíl mezi hodnotami MAS vstupního a výstupního měření m.brachioradialis; **TS** - Tardieu škála; **TS_A_1** - skóre TS m. brachialis před terapií; **TS_A_2** - skóre TS m. brachialis po terapii; **TS_A_R** - rozdíl mezi hodnotami TS vstupního a výstupního měření m.brachialis; **TS_B_1** - skóre TS m. brachioradialis před terapií; **TS_B_2** - skóre TS m. brachioradialis po terapii; **TS_B_R** - rozdíl mezi hodnotami TS vstupního a výstupního měření m.brachioradialis; **BI zákl.** - Barthel index základní; **BI zákl. 1** - skóre BI před terapií; **BI zákl. 2** - skóre BI po terapii; **BI zákl. R** - rozdíl mezi hodnotami BI vstupního a výstupního měření; **MFS** - modifikovaný Frenchayský test paže; **MFS_1** - skóre MFS před terapií; **MFS_2** - skóre MFS po terapii; **MFS_R** - rozdíl mezi hodnotami MFS vstupního a výstupního měření; **N** - počet testovaných pacientů ve skupině; **SD** - směrodatná odchylka

4.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1

V rámci vědecké otázky č.1, která zní: „Má roboticky asistovaná terapie pozitivní vliv na změnu spasticity u pacientů se spastickou parézou horní končetiny?“ byly hodnoceny hypotézy H_{01} , H_{02} , H_{03} a H_{04} .

4.1.1 Výsledky k hypotéze H_{01}

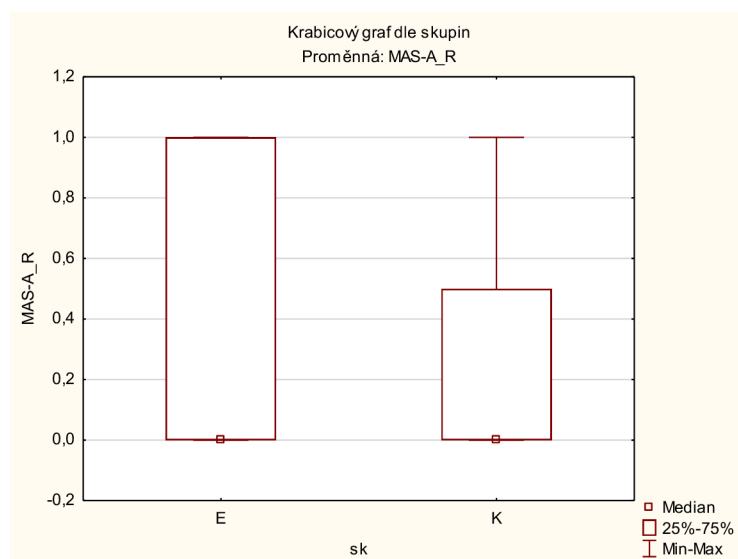
První hypotéza se zabývala posouzením rozdílu ve změně spasticity m.brachialis dle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou. Test normality dat ukázal, že jsou u obou skupin hodnoty MAS asymetricky rozložené (nemají normální distribuci). Z tohoto důvodu byl k analýze využit Mann-Whitney U test, který neprokázal statisticky významný rozdíl ve změně spasticity mezi skupinami (viz. Tabulka 6, s. 41).

Tabulka 6 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_MAS_A

	Součet pořadí EX	Součet pořadí K	U	Z	p - hodnota
R_MAS_A	1294,5	983,5	487,5	1,0370	0,2997

Legenda: R_MAS_A - rozdíl hodnot naměřených dle MAS u m.brachialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; EX - experimentální skupina; K - kontrolní skupina; U - hodnota testového kritéria; Z - testovací kritérium; p-hodnota - hladina statistické významnosti

Pro názornost je níže uveden krabicový graf, ve kterém je zobrazeno rozložení rozdílů hodnot spasticity m. brachialis zaznamenaných pomocí MAS během vstupního a výstupního měření u experimentální a kontrolní skupiny (viz. Obrázek 1, s. 41).



Obrázek 1 Grafické znázornění změny hodnot MAS_A_R mezi vstupem a výstupem

Legenda k Obrázku 1: MAS_A_R - rozdíl hodnot naměřených dle MAS u m. brachialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; E - experimentální skupina; K - kontrolní skupina

Při statistické analýze vyšla hodnota p větší než 0,05 a na základě tohoto výsledku nelze nulovou hypotézu zamítnout: **H₀1: Změna spasticity po terapii m. brachialis podle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamná.**

4.1.2 Výsledky k hypotéze H₀2

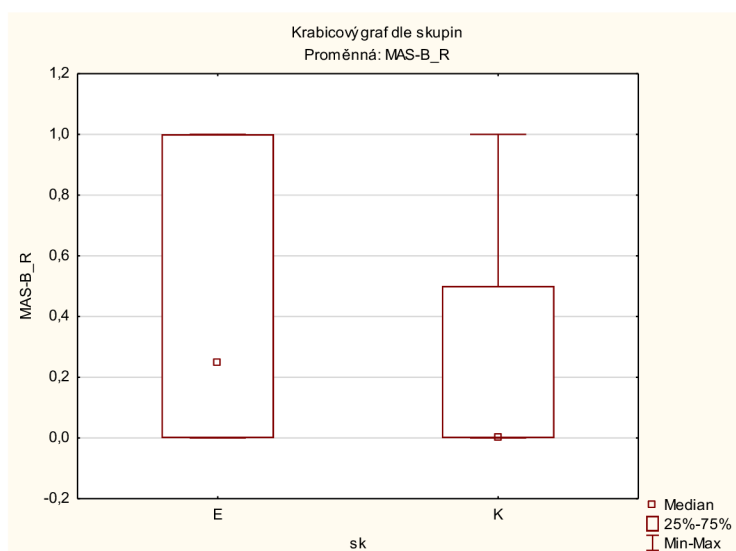
Druhá hypotéza se zabývala posouzením rozdílu ve změně spasticity m.brachioradialis dle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou. Test normality dat ukázal, že jsou u obou skupin hodnoty MAS asymetricky rozložené (nemají normální distribuci). Z tohoto důvodu byl k analýze využit Mann-Whitney U test, který neprokázal statisticky významný rozdíl ve změně spasticity mezi skupinami (viz. Tabulka 7, s. 42).

Tabulka 7 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_MAS_B

	Součet pořadí EX	Součet pořadí K	U	Z	p - hodnota
R_MAS_B	1290	988	492	0,9171	0,3591

Legenda: R_MAS_B - rozdíl hodnot naměřených dle MAS u m. brachioradialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; EX - experimentální skupina; K - kontrolní skupina; U - hodnota testového kritéria; Z - testovací kritérium; p-hodnota - hladina statistické významnosti

Pro názornost je níže uveden krabicový graf, ve kterém je zobrazeno rozložení rozdílů hodnot spasticity m. brachioradialis zaznamenaných pomocí MAS během vstupního a výstupního měření u experimentální a kontrolní skupiny (viz. Obrázek 2, s. 42).



Obrázek 2 Grafické znázornění změny hodnot MAS_B mezi vstupem a výstupem

Legenda k Obrázku 2: MAS_B_R - rozdíl hodnot naměřených dle MAS u m. brachioradialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; E - experimentální skupina; K - kontrolní skupina

Při statistické analýze vyšla hodnota p větší než 0,05 a na základě tohoto výsledku nelze nulovou hypotézu zamítnout: **H_0 : Změna spasticity po terapii m. brachioradialis podle MAS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky nevýznamná.**

4.1.3 Výsledky k hypotéze H_03

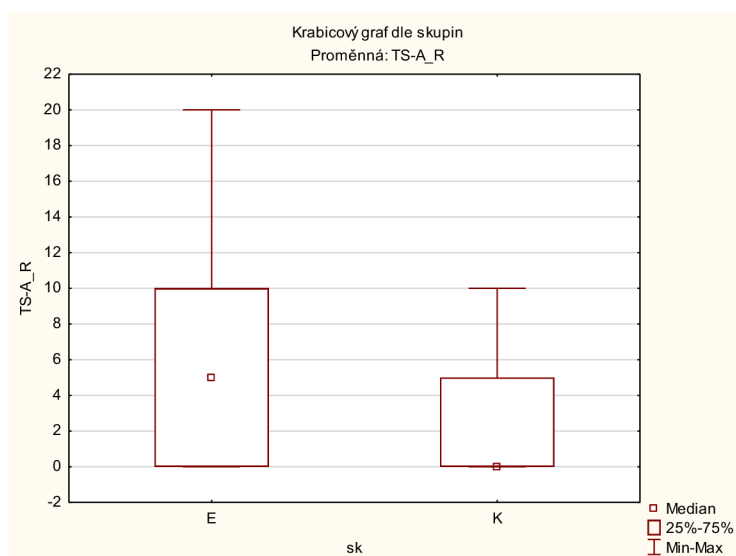
Třetí hypotéza se zabývala posouzením rozdílu ve změně spasticity m.brachialis dle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou. Test normality dat ukázal, že jsou u obou skupin hodnoty TS asymetricky rozložené (nemají normální distribuci). Z tohoto důvodu byl k analýze využit Mann-Whitney U test, který prokázal statisticky významný rozdíl ve změně spasticity mezi skupinami (viz. Tabulka 8, s. 43).

Tabulka 8 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_TS_A

	Součet pořadí EX	Součet pořadí K	U	Z	p - hodnota
R_TS_A	1426	852	356	2,6989	0,0070

Legenda: R_TS_A - rozdíl hodnot naměřených dle TS u m. brachialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; EX - experimentální skupina; K - kontrolní skupina; U - hodnota testového kritéria; Z - testovací kritérium; p-hodnota - hladina statistické významnosti

Pro názornost je níže uveden krabicový graf, ve kterém je zobrazeno rozložení rozdílů hodnot spasticity m. brachialis zaznamenaných pomocí TS během vstupního a výstupního měření u experimentální a kontrolní skupiny (viz. Obrázek 3, s. 43).



Obrázek 3 Grafické znázornění změny hodnot TS_A mezi vstupem a výstupem

Legenda k Obrázku 3: TS_A_R - rozdíl hodnot naměřených dle TS u m. brachialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; E - experimentální skupina; K - kontrolní skupina

Při statistické analýze vyšla hodnota p nižší než 0,05 a na základě tohoto výsledku zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy: **H_{A3}: Změna spasticity po terapii m. brachialis podle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významná.**

4.1.4 Výsledky k hypotéze H₀₄

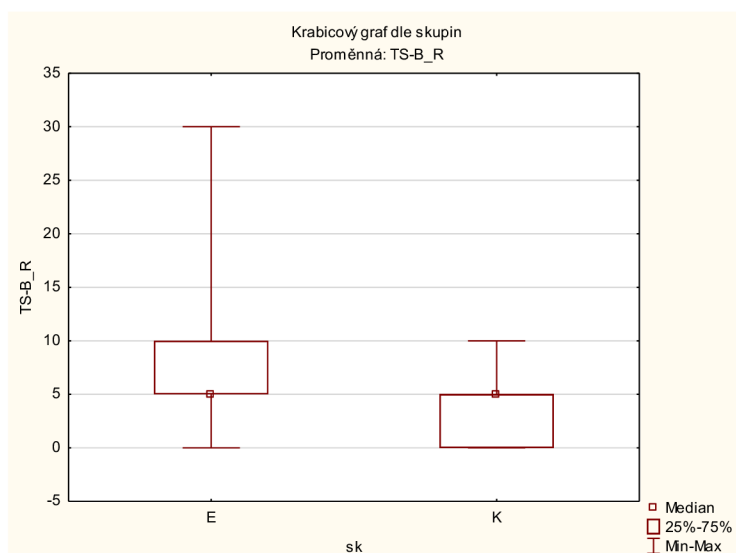
Čtvrtá hypotéza se zabývala posouzením rozdílu ve změně spasticity m.brachioradialis dle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou. Test normality dat ukázal, že jsou u obou skupin hodnoty TS asymetricky rozložené (nemají normální distribuci). Z tohoto důvodu byl k analýze využit Mann-Whitney U test, který prokázal statisticky významný rozdíl ve změně spasticity mezi skupinami (viz. Tabulka 9, s. 44).

Tabulka 9 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_TS_B

	Součet pořadí EX	Součet pořadí K	U	Z	p - hodnota
R_TS_B	1376,5	901,5	405,5	2,0501	0,0404

Legenda: R_TS_B - rozdíl hodnot naměřených dle TS u m. brachioradialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; EX - experimentální skupina; K - kontrolní skupina; U - hodnota testového kritéria; Z - testovací kritérium; p-hodnota - hladina statistické významnosti

Pro názornost je níže uveden krabicový graf, ve kterém je zobrazeno rozložení rozdílů hodnot spasticity m. brachioradialis zaznamenaných pomocí TS během vstupního a výstupního měření u experimentální a kontrolní skupiny (viz. Obrázek 4, s. 44).



Obrázek 4 Grafické znázornění změny hodnot TS_B mezi vstupem a výstupem

Legenda k Obrázku 4: TS_B_R - rozdíl hodnot naměřených dle TS u m. brachioradialis při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; E - experimentální skupina; K - kontrolní skupina

Při statistické analýze vyšla hodnota p nižší než 0,05 a na základě tohoto výsledku zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy: **H_{A4}: Změna spasticity po terapii m. brachioradialis podle TS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významná.**

4.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2

V rámci vědecké otázky č.2, která zní: „Má roboticky asistovaná terapie vliv na zlepšení funkce horní končetiny u pacientů se spastickou parézou?“ byla hodnocena hypotéza H₀₅.

4.2.1 Výsledky k hypotéze H₀₅

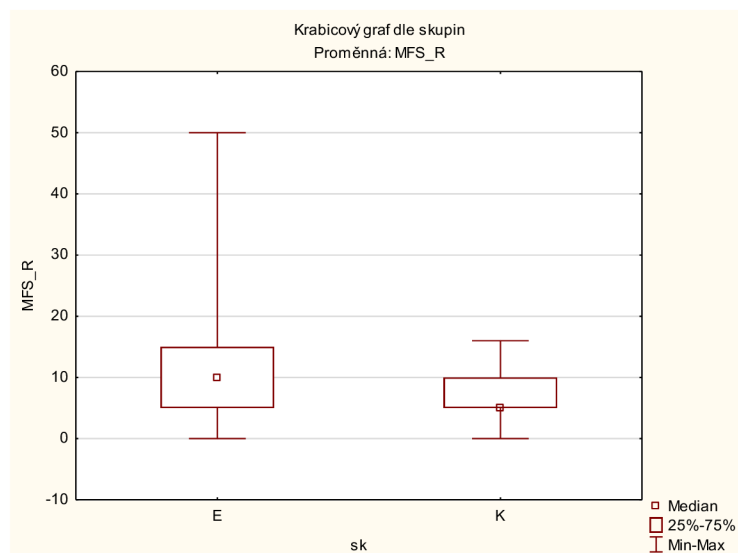
Pátá hypotéza se zabývala posouzením rozdílu ve zlepšení funkčního stavu horní končetiny dle MFS mezi experimentální a kontrolní skupinou. Test normality dat ukázal, že jsou u obou skupin hodnoty MFS asymetricky rozložené (nemají normální distribuci). Z tohoto důvodu byl k analýze využit Mann-Whitney U test, který prokázal statisticky významný rozdíl ve zlepšení funkčního stavu horní končetiny mezi skupinami (viz. Tabulka 10, s. 45).

Tabulka 10 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_MFS

	Součet pořadí EX	Součet pořadí K	U	Z	p - hodnota
R_MFS	1431,5	846,5	350,5	2,7667	0,0057

Legenda: R_MFS - rozdíl hodnot naměřených dle MFS při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; EX - experimentální skupina; K - kontrolní skupina; U - hodnota testového kritéria; Z - testovací kritérium; p-hodnota - hladina statistické významnosti

Pro názornost je níže uveden krabicový graf, ve kterém je zobrazeno rozložení rozdílů hodnot funkčního stavu horní končetiny zaznamenaných pomocí MFS během vstupního a výstupního měření u experimentální a kontrolní skupiny (viz. Obrázek 5, s. 46).



Obrázek 5 Grafické znázornění změny hodnot MFS mezi vstupem a výstupem

Legenda k Obrázku 5: MFS_R - rozdíl hodnot naměřených dle MFS při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; E - experimentální skupina; K - kontrolní skupina

Při statistické analýze vyšla hodnota p nižší než 0,05 a na základě tohoto výsledku zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy: **H_{A5}: Zlepšení funkce horní končetiny podle MFS mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významné.**

4.3 Výsledky k vědecké otázce č. 3

V rámci vědecké otázky č.3, která zní: „Má roboticky asistovaná terapie vliv na zvýšení soběstačnosti pacienta při vykonávání ADL?“ byla hodnocena hypotéza H₀₆.

4.3.1 Výsledky k hypotéze H₀₆

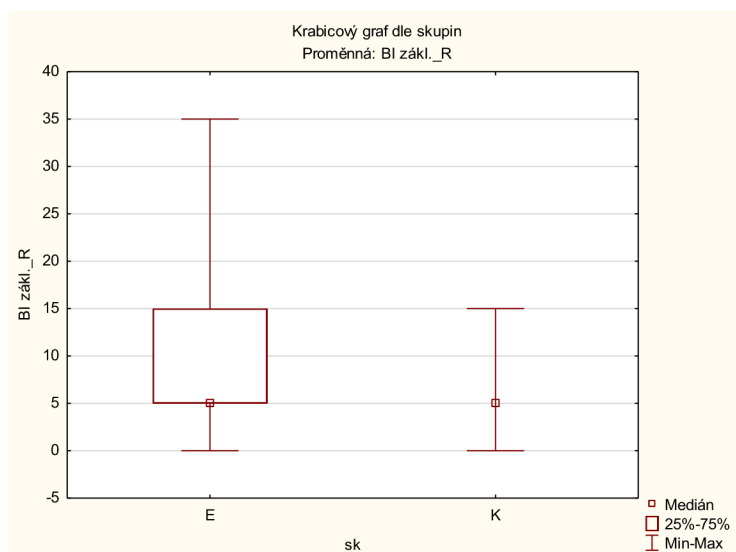
Šestá hypotéza se zabývala posouzením rozdílu ve zvýšení soběstačnosti v ADL dle BI mezi experimentální a kontrolní skupinou. Test normality dat ukázal, že jsou u obou skupin hodnoty BI asymetricky rozložené (nemají normální distribuci). Z tohoto důvodu byl k analýze využit Mann-Whitney U test, který prokázal statisticky významný rozdíl ve zvýšení soběstačnosti v ADL mezi skupinami (viz. Tabulka 11, s. 46).

Tabulka 11 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_BI

	Součet pořadí EX	Součet pořadí K	U	Z	p - hodnota
R_BI	1438,5	839,5	343,5	2,9617	0,0031

Legenda: R_BI - rozdíl hodnot naměřených dle BI při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; EX - experimentální skupina; K - kontrolní skupina; U - hodnota testového kritéria; Z - testovací kritérium; p-hodnota - hladina statistické významnosti

Pro názornost je níže uveden krabicový graf, ve kterém je zobrazeno rozložení rozdílů hodnot soběstačnosti v ADL zaznamenaných pomocí BI během vstupního a výstupního měření u experimentální a kontrolní skupiny (viz. Obrázek 6, s. 47).



Obrázek 6 Grafické znázornění změny hodnot BI mezi vstupem a výstupem

Legenda k Obrázku 6: BI_R - rozdíl hodnot naměřených dle BI při vstupním a výstupním vyšetření u obou skupin; E - experimentální skupina; K - kontrolní skupina

Při statistické analýze vyšla hodnota p nižší než 0,05 a na základě tohoto výsledku zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy: **H_{A6}: Zvýšení soběstačnosti pacienta při vykonávání ADL podle BI mezi experimentální a kontrolní skupinou je statisticky významné.**

5 DISKUZE

Tato diplomová práce měla za cíl zhodnotit efektivitu terapie prostřednictvím robotického zařízení Gloreha Sinfonia na funkci a spasticitu horní končetiny u pacientů v chronické fázi po CMP v porovnání s běžnou individuální fyzioterapií cílenou na zlepšení hybnosti HK. V následujících kapitolách budou naše dosažené výsledky porovnány s dostupnými teoretickými poznatky tuzemských i zahraničních studií.

Z důvodu stárnutí populace a zvýšené prevalence chronických onemocnění, jako je diabetes mellitus, hyperlipidémie a hypertenze, dochází v posledních desetiletích k významnému nárůstu výskytu cévní mozkové příhody jak v evropských zemích, tak celosvětově (Avan et al., 2019, s. 26-28). V Evropě je CMP druhou nejčastější příčinou úmrtí a hlavní příčinou invalidity u dospělých. Zvyšující se počet pacientů, kteří prodělali CMP a musí žít s jejími následky, klade vyšší nároky na dostupnost specializované péče a rehabilitace (Wafa et al., 2020, s. 2418-2425).

Poruchy funkce horních končetin jsou po cévní mozkové příhodě velmi časté. Obvykle zahrnují obtíže s koordinací pohybů, což vede k potížím při provádění každodenních činností, jako je oblékání, hygiena či stravování. Více než polovina pacientů s postižením horních končetin po CMP má přetrvávající neurologické postižení ještě mnoho měsíců až let po atace. Z tohoto důvodu je obnova a zlepšení motorických funkcí horní končetiny hlavním cílem rehabilitace. V rámci terapie pacientů po CMP bylo vyvinuto mnoho možných intervencí zahrnujících různé druhy cvičení a technik (např. Bobath koncept, PNF), speciální vybavení (ortézy a dlahy) a také mohou mít formu farmakologické léčby (např. aplikace botulotoxinu) nebo roboticky asistované rehabilitace (Pollock et al., 2014, s. 4-7).

Robotická rehabilitační intervence je inovativní technika založená na principech motorického učení, jako je vysoce opakující se, intenzivní a úkolově specifický trénink se zpětnou vazbou. Robotické zařízení může poskytnout jak pasivně asistovanou rehabilitaci, tak aktivní trénink s pouhou dopomocí, kdy během 45-minutové terapie lze provést průměrně až kolem 734 pohybů (Duret et al., 2015, s. 58-61). Intenzita je klíčovou složkou rehabilitačního programu, dle Kwakkela et al. by mělo probíhat 16 hodin cvičebních intervencí týdně, aby došlo k pozitivnímu ovlivnění činností každodenního života zejména u subakutních a chronických pacientů (Kwakkel et al., 2004, s. 2529-2531).

V posledních letech byl publikován velký počet vědeckých článků o roboticky asistované rehabilitaci po cévní mozkové příhodě analyzujících účinky robotiky samostatně nebo ve spojení s konvenční terapií. Dle dostupných vědeckých údajů bylo převážně zhodnoceno,

že robotická terapie vedla k o něco výraznějšímu zlepšení motorických funkcí ve srovnání s konvenční komplexní péčí. Došlo tak k vyvrácení názoru mnoha odborníků, kteří mylně očekávali výrazný nárůst svalového tonu a zvýšení bolesti ramen v důsledku intenzivního tréninku. Většina studií ukázala pravý opak, kdy intenzivní robotický trénink byl spojen se snížením tonu a zlepšením motoriky HK. Také například Bertani et al. a Zhang et al. (2017) uvedli, že robotický trénink byl efektivnější při snižování motorické poruchy než klasická rehabilitační péče (Bertani et al., 2017, s. 1568, Zhang et al., 2017, s. 27). Systematické review Mehrholze et al. (2018) uvádí, že využití robotické intervence jako doplňku konvenční terapie je pravděpodobně účinnější a přínosnější než oba typy terapií využívané separátně (Mehrholz et al., 2018, s. 19-21).

V oblasti funkčních dovedností HK byly do posledních let výsledky spornější, protože většina studií dospěla k závěru, že robotická terapie nedokáže zvýšit soběstačnost pacientů v ADL nad rámec tradiční péče. Až v roce 2018 Mehrholz et al. v systematickém review po zhodnocení 24 studií zahrnujících celkem 957 pacientů dospěli k závěru, že robotický trénink HK může zlepšit aktivity každodenního života u pacientů v akutní fázi po CMP s vysokou kvalitou důkazů. Výsledky však musí být interpretovány opatrně kvůli velké variabilitě studií (například v délce trvání terapie, počtu probandů, rozdílném stádiu po CMP, etc.) (Mehrholz et al., 2018, s. 19-21).

V žádné z citovaných studií však nebyly hlášeny závažné nežádoucí vedlejší účinky. Vážné zdravotní komplikace pacientů, které se ojediněle vyskytly nesouvisely přímo s robotickou intervencí. Pouze jedna studie uvedla, že sedm pacientů pociťovalo nepohodlí a dva pacienti měli po robotické terapii puchýře na konečcích prstů (Hesse et al., 2014, s. 641).

Důležitým aspektem, který je třeba zdůraznit je, že rehabilitační roboti jsou poměrně dobré nástroje pro hodnocení úrovně aktivity uživatele. Umožňují přesnou charakterizaci a kvantifikaci časového průběhu motorického výkonu. Nejpokročilejší robotické systémy zahrnují vestavěné senzory, které měří a zaznamenávají kinematiku a kinetiku během pohybu horní končetiny. Duret et al. (2019) tvrdí, že kinematické indikátory mohou být platnými měřítky pro posouzení motorických poruch horních končetin a zároveň navrhuje, že tyto údaje by mohly doplňovat klinické hodnocení (Duret, Grosmaire a Krebs, 2019, s. 5).

Ačkoliv jsou v současnosti robotické systémy celosvětovým trendem a jsou stále více zahrnovány do rehabilitační léčby neurologických pacientů, díky jejich vysokým pořizovacím nákladům jsou dostupné zatím pouze omezeně (Opavský, 2016, s. 59-63). Robotické zařízení Gloreha v České republice využívají například ve Fakultní nemocnici Olomouc, v Rehabilitačním ústavu Kladruby, v Centru léčebné rehabilitace Nemocnice Prostějov

či v Rehabilitačním ústavu Brandýs nad Orlicí a v dalších rehabilitačních zařízeních, kdy ve většině případů byly pro financování využity dotace z fondů EU. Hesse et al. (2014) zkoumali účinnost roboticky asistované terapie kombinované s konvenční ve srovnání s klasickou rehabilitací HK, kdy dle výsledků došlo u obou skupin ke srovnatelnému zlepšení stavu horní končetiny. Autoři se zaměřili také na finanční stránku robotické rehabilitace a udávají, že i když jsou pořizovací cena a náklady na údržbu velké, je z dlouhodobého hlediska robotická intervence (4,15 € / 1 terapie) levnější než individuální terapie (10 € / 1 terapie) (Hesse et al., 2014, s. 643-646). Také analýza nákladů ve studii Vanoglia et al. (2016), i když byla provedena u omezeného počtu probandů, naznačuje, že je možné provést intenzivní roboticky asistovanou rehabilitaci u pacientů s centrální hemiparézou HK za nižší cenu než konvenční terapii. Robot jako takový může pro fyzioterapeuta být nápomocný tím, že mu umožňuje věnovat více času pacientům, kteří nemohou být léčeni pomocí robotické intervence (Vanoglio et al., 2016, s. 6- 8).

5.1 Diskuze k vědecké otázce č. 1

Vědecká otázka č. 1 se zabývala vlivem roboticky asistované rehabilitace na změnu spasticity horní končetiny měřené pomocí modifikované Ashworthovy škály a Tardieu škály. Vyšetřovány byly dva svaly: m. brachialis a m. brachioradialis.

Při hodnocení m. brachialis pomocí MAS v experimentální skupině došlo ke snížení spasticity u 15 probandů, u 21 probandů se výsledná hodnota nezměnila. V kontrolní skupině u 22 probandů zůstal stupeň spasticity stejný, 9 probandů mělo nižší skóre. Při hodnocení m. brachioradialis pomocí MAS v experimentální skupině došlo ke snížení spasticity u poloviny probandů, u druhé poloviny zůstala hodnota stejná. V kontrolní skupině mělo 12 probandů nižší skóre, u 19 probandů se výsledná hodnota nezměnila (viz. Příloha 5 a 6, s. 84-85). Z uvedených výsledků je patrné, že došlo k mírnému poklesu stupně spasticity v obou skupinách (v experimentální skupině o něco výrazněji než v kontrolní) u obou vyšetřovaných svalů. Ovšem při porovnání výsledků mezi skupinami ($p=0,3$ pro m. brachialis, $p=0,36$ pro m. brachioradialis) nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl a byla potvrzena nulová hypotéza.

Naopak při porovnání výsledků mezi experimentální a kontrolní skupinou při hodnocení Tardieu škálou byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p=0,007$ pro m. brachialis, $p=0,04$ pro m. brachioradialis), a tedy potvrzena alternativní hypotéza. Náš výzkum prokázal, že roboticky asistovaná rehabilitace má pozitivní vliv na snížení spasticity hodnocené dle TS u pacientů s hemiparézou horní končetiny v chronickém stádiu po CMP. Při hodnocení m. brachialis

pomocí TS v experimentální skupině došlo ke zlepšení výsledků u 25 probandů, u 11 probandů se hodnota nezměnila. Z kontrolní skupiny mělo 12 probandů nižší skóre, u 19 probandů se výsledky nezměnily. Při hodnocení m. brachioradialis pomocí TS v experimentální skupině došlo k poklesu stupně spasticity u 28 probandů, u 8 probandů zůstala hodnota stejná. V kontrolní skupině mělo 21 probandů nižší skóre, u 10 probandů se výsledná hodnota nezměnila (viz. Příloha 5 a 6, s. 84-85). Bohužel většina tuzemských i zahraničních studií v rámci hodnocení stupně spasticity využila modifikovanou Ashworthovu škálu, a tedy nebylo možné naše výsledky naměřené dle Tardieu škály s nimi adekvátně porovnat.

K rozdílným výsledkům v rámci hodnot spasticity dle modifikované Ashworthovi škály se dopracoval Bissoloti et al. (2016) ve své studii, která zkoumala účinky roboticky asistované rehabilitace na perfuzi kosterního svalstva, spasticitu a motorické funkce HK. Studie se účastnilo 7 pacientů (2 ženy a 5 mužů) s hemiparézou HK v chronickém stádiu po CMP, kteří podstoupili 3 - týdenní terapii s robotickým zařízením Gloreha (3krát týdně po dobu 30 minut). Dle naměřených výsledků roboticky asistovaná rehabilitace snížila spasticitu na horní končetině o 68,6 %. Hodnoty MAS naměřené ve všech sledovaných segmentech: lokte ($p=0,03$), zápěstí ($p=0,005$) a prstů ($p=0,015$), byly signifikantně nižší (Bissoloti, 2016, s. 770- 772).

Cílem studie Miccinilliho et al. (2020) bylo zhodnotit účinnost léčby pomocí robotické rukavice Gloreha Sinfonia při obnově motorických schopností hemiparetické horní končetiny u pacientů s různou závažností postižení v chronickém stádiu po CMP. Třináct probandů bylo přiřazeno buď k aktivní asistované robotické léčbě, nebo pasivní robotické léčbě dle jejich aktivní hybnosti v zápěstí (extenze minimálně 20 stupňů). Obě skupiny podstoupily 20 roboticky asistovaných rehabilitací a byly hodnoceny na začátku a po konci terapeutické intervence a znovu po jednom měsíci. K zhodnocení byly využity následující škály: modifikovaná Ashworthova škála (MAS), Motor Power (MP) a Fugl Meyer Upper-Extremity test (FMUE). Výsledky prokázaly statisticky významné snížení spasticity a zlepšení motorických schopností u obou skupin. Autoři však uvádí, že mezi limity jejich studie patří malá velikost testovaného vzorku, a tedy k potvrzení jejich výsledků jsou zapotřebí další randomizované kontrolované studie s vyšším počtem probandů (Miccinilli et al., 2020, s. 79- 84).

Modifikovanou Ashworthovu škálu ve své studii použil také Konečný et al. (2017), který porovnával efekt robotické interakce na snížení spasticity horní končetiny u pacientů v chronickém stádiu po CMP s konvenčním rehabilitačním plánem. Studie se zúčastnilo celkem 38 probandů se spastickou hemiparézou HK, kteří byli náhodně rozděleni do experimentální

(20 probandů) a kontrolní skupiny (18 probandů). V obou skupinách byl všem probandům do spastických svalů aplikován botulotoxin a dále následovala 8 - týdenní klasická rehabilitační terapie. V experimentální skupině bylo navíc pacientům poskytnuto dvě a půl hodiny roboticky asistované terapie pomocí Gloreha Professional II týdně, v kontrolní skupině pokračovali v rehabilitaci s využitím konvenčních komplexních metod. Ve studii byla potvrzena klinicky i statisticky signifikantní závislost mezi kombinovanou terapií s robotickým zařízením a snížením spasticity v oblasti zápěstí ($p=0,001$) a prstů ($p=0,004$) u pacientů s hemiparézou HK, kdy bylo dosaženo zlepšení o 1 stupeň na modifikované Ashworthově škále (Konečný et al., 2017, s. 21-22).

Ke stejným závěrům jako tato diplomová práce dospěli i Milia et al. (2019), kteří se ve své studii zaměřili na ověření účinnosti robotické terapie pomocí zařízení Gloreha u pacientů v akutním stádiu po CMP. Dvanáct pacientů (průměrný věk = 64,5 let, muži/ženy: 8:4) po dobu 3 týdnů absolvovalo každý den: půl hodinovou robotickou terapii, 1,5 hodin fyzioterapie a půl hodiny ergoterapie. Z hlediska spasticity měřené dle MAS nebyly pozorovány žádné statisticky významné změny ($p=0,6$). Studie však prokázala významný vliv robotické intervence na funkční zotavení horní končetiny měřené dle funkční míry nezávislosti (FIM) ($p=0,01$) a Devíti-kolíkového testu ($p=0,01$) (Milia et al., 2019, s. 62-66).

Třicet pět probandů ve věku 45 až 80 let s centrální hemiparézou HK v akutním stádiu po CMP bylo ve studii Borboniho et al. (2017) náhodně rozděleno do dvou skupin: skupina A zahrnovala 16 pacientů s úplnou parézou, do skupiny B bylo zařazeno 14 pacientů s částečnou parézou. Obě skupiny absolvovaly 20 terapeutických intervencí v průběhu dvou týdnů, které zahrnovaly: 1,5 hodiny pasivní roboticky asistované terapie pomocí zařízení Gloreha Professional II a 1 hodinu ergoterapie a fyzioterapie. Záměrem autorů bylo zjistit, jestli konvenční rehabilitace v kombinaci s pasivní robotickou intervencí bude mít efekt na edém, spasticitu a míru bolesti u pacientů s centrální hemiparézou HK. Data byla naměřena na začátku a bezprostředně po intervenci. Dle analýzy výsledků bylo statisticky signifikantní snížení otoku v oblasti zápěstí ($p=0,005$) a nižší míra intenzity bolesti ($p=0,04$) dle vizuální analogové škály (VAS) ve skupině s částečnou parézou. Konvenční rehabilitační léčba obohacená o pasivní robotickou terapii však ani u jedné ze skupin pacientů neměla signifikantní vliv na redukci spasticity dle MAS ($p=0,36$) (Borboni et al., 2017, s. 2-8).

5.2 Diskuze k vědecké otázce č. 2

Vědecká otázka č. 2 se zabývala vlivem roboticky asistované rehabilitace na zlepšení funkce horní končetiny měřené pomocí modifikovaného Frenchayského testu paže.

V experimentální skupině došlo ke zlepšení výsledků u 34 probandů, z kontrolní skupiny mělo vyšší skóre 29 probandů. V obou skupinách se pouze u 2 probandů hodnota nezměnila (viz. Příloha 5 a 6, s. 84-85). U experimentální skupiny došlo k vyššímu nárůstu mediánu (z 60 bodů na 70 bodů) než u kontrolní skupiny (z 60 bodů na 65 bodů) (viz. Tabulka 4 a 5, s. 39-40). Při porovnání výsledků mezi experimentální a kontrolní skupinou byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p=0,006$), proto byla nulová hypotéza zamítnuta a alternativní hypotéza potvrzena. Můžeme tak konstatovat, že roboticky asistovaná rehabilitace má pozitivní vliv na zlepšení funkce horní končetiny.

Frenchayský test paže využila v rámci hodnocení funkce HK i Aprile et al. (2020), která se ve své randomizované kontrolované studii soustředila na porovnání konvenční terapie versus terapie zprostředkované 4 rehabilitačními roboty, aby tak byla rehabilitována proximální i distální část horní končetiny. Této studii se zúčastnilo celkem 190 pacientů v subakutním stádiu po CMP rozdělených do kontrolní skupiny s klasickou terapií a experimentální skupiny s robotickou intervencí. V obou skupinách byla terapie prováděna denně po dobu 45 minut, 5 dní v týdnu, celkem tedy proběhla 30krát. Měření byla provedena na začátku a na konci terapie a následně po 3 měsících pomocí Fugl Meyer Upper-Extremity testu (FMUE), Motricity indexu MAS, Frenchayského testu paže, modifikovaného Barthel indexu, a dalších. Autoři uvádí, že robotická i konvenční terapie prokazatelně zlepšují funkci horní končetiny, ale jejich výsledky jsou ekvivalentní neboli neexistuje mezi nimi statisticky významný rozdíl ($p=0,948$). Výhodu robotické intervence spatřují v možnosti ošetřovat 3 pacienty najednou, přičemž se snižuje alokace personálních zdrojů (Aprile et al., 2020, s. 4-12).

Dvacet sedm pacientů s centrální hemiparézou HK v subakutním stádiu po CMP bylo ve studii Vanoglia et al. (2016) náhodně rozděleno do dvou skupin: konvenční rehabilitace probíhala v kontrolní skupině, pacienti v experimentální skupině absolvovali 30 terapeutických intervencí s robotickým zařízením Gloreha Professional II. Při porovnání obou skupin, došlo v experimentální skupině ke statisticky významnému zlepšení motorických funkcí paretické končetiny (Motricity Index, $p=0,002$), koordinace a zručnosti (Devíti-kolíkový test, $p=0,009$) a síly úchopu (Grip Test, $p=0,003$). Funkce horní končetiny byla hodnocena pomocí škály funkční nezávislosti (FIM) a ačkoliv v experimentální i kontrolní skupině došlo ke zlepšení a obě terapie byly účinné, rozdíl mezi skupinami nebyl statisticky významný ($p=0,32$). Nicméně podle měření funkčních schopností dle Quick-DASH ($p=0,0048$) došlo ke statisticky významné změně u skupiny využívající robotiku (Vanoglio et al., 2016, s. 2-8). Tento závěr koreluje se závěrem naší studie, že terapie s využitím zařízení Gloreha byla účinnější pro zlepšení funkce horní končetiny než konvenční terapie.

Calabro et al. (2019) se v randomizované kontrolované studii zaměřil na zhodnocení klinických a neurofyziologických účinků roboticky asistované rehabilitace pomocí robotického systému Amadeo v porovnání s kontrolní skupinou, kde probíhala pouze intenzivní ergoterapie. Do studie bylo zahrnuto 50 pacientů s hemiparézou HK po ischemickém CMP (primoataka) v chronickém stádiu, kteří byli randomizovaně rozděleni do dvou skupin. Jako hodnotící prvek byl využit Fugl-Meyer test a Devíti-kolíkový test. Obě skupiny absolvovaly 40 terapií, 5krát týdně po dobu 8 týdnů, kdy jedna terapeutická jednotka trvala 45 minut. Výsledky studie prokázaly, že robotická interakce má statisticky významný vliv ($p < 0,001$) na motorickou funkci a obratnost HK díky působení na neuroplasticitu mozku (Calabro et al., 2019, s. 768- 778).

K rozdílným výsledkům se dopracovala Oktábcová, Uhlířová a Čábelková (2017) ve follow up studii, která přezkoumávala účinky roboticky asistované rehabilitace pomocí přístroje Amadeo ihned po sérii terapií a následně měsíc po ukončení terapie, kdy cílem bylo prokázat dlouhodobou udržitelnost zlepšených funkcí. Do studie bylo zařazeno 12 pacientů s hemiparézou na HK v chronické fázi po CMP ve středním věku (67,5 let). Terapie pomocí zařízení Amadeo probíhala 3krát týdně po dobu jednoho měsíce, kdy délka jednotlivé terapie byla stanovena na 45 minut. Pro zhodnocení funkce HK byl využit Jebsen Taylor Hand Function test, pro určení svalové síly stisku Jamar Dynamometer a pomocí goniometrie byl změřen rozsah pohybu prstů. Bohužel v žádném z hodnocených parametrů se nepodařilo prokázat, že zlepšení přetrvalo i měsíc od ukončení terapeutické intervence (Oktábcová, Uhlířová a Čábelková, 2017, s. 25-28).

Na zhodnocení efektu robotické rehabilitace na funkci horní končetiny se zaměřili i Mehrholz et al. (2018), jejichž systematická review zahrnovala 41 studií s celkovým počtem 1452 pacientů. Zahrnuté studie porovnávaly efekt roboticky asistované terapie vůči jiným typům intervencí použitých v kontrolní skupině. Výsledky prokázaly statisticky významný vliv ($p < 0,001$) robotické rehabilitace na zlepšení funkce horní končetiny. Tento závěr koreluje s výsledky naší diplomové práce (Mehrholz et al., 2018, s. 14-22).

U vysokého procenta pacientů po cévní mozkové příhodě je hlavním problémem spasticita a jen velmi omezené funkční využití horní končetiny. Pro přizpůsobení terapie co nejspecifičtějším způsobem pro daného pacienta, je nanejvýš důležité objektivně posoudit motorické zlepšení během rehabilitační terapie (Cordella et al., 2020, s. 1-2).

Z tohoto důvodu se rozhodl Cordella et al. (2020) do své studie zahrnout kromě hodnocení pomocí MAS a Fugl Meyer Upper-Extremity testu (FMUE) i kvantitativní vyhodnocení výsledků získaných použitím rehabilitační rukavice Gloreha Sinfonia. Použil

kamerový kalibrační postup pro úhlové senzory zabudované v robotické rukavici, aby získal rozsah pohybu pacientovy ruky k objektivnímu posouzení motorického výkonu. Deset pacientů v chronickém stádiu po CMP bylo rozděleno do dvou skupin podle jejich schopnosti aktivně extendovat zápěstí o 20 stupňů (skupina A) nebo ne (skupina B). Ve skupině A proběhla aktivní robotická léčba, což znamená, že robotická rukavice napomáhá pohybu pacienta pouze v případě potřeby. Skupina B podstoupila pasivní robotickou léčbu, kdy robotická rukavice pohybuje rukou pacienta a pacient je zcela pasivní. Všichni účastníci podstoupili vstupní hodnocení před zahájením léčby a výstupní hodnocení na konci léčby. U obou skupin získané výsledky prokázaly statisticky významné snížení spasticity svalů ruky, zlepšení v ROM ($p=0,003$), FMUE ($p=0,002$) a korelaci mezi ROM a FMUE. Běžně jsou funkční zlepšení pacientů sledována pouze terapeuty pomocí klinických stupnic, což činí hodnocení pacientů silně subjektivním a náchylným k chybám. Kvantitativní hodnocení umožňuje terapeutovi zhodnotit ROM každého jednotlivého prstu ruky, který by mohl být ovlivněn různým stupněm postižení, a následně přesněji zasahovat do deficitu (Cordella et al., 2020, s. 6-15).

5.3 Diskuze k vědecké otázce č. 3

Vědecká otázka č. 3 se zabývala vlivem roboticky asistované rehabilitace na zvýšení soběstačnosti při vykonávání ADL měřené pomocí Barthel indexu.

V experimentální skupině došlo ke zlepšení výsledků u 33 probandů a pouze u 3 probandů se hodnota nezměnila. Z kontrolní skupiny mělo 24 probandů vyšší skóre, u 7 probandů se výsledky nezměnily (viz. Příloha 5 a 6, s. 84-85). Při porovnání výsledků mezi experimentální a kontrolní skupinou byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p=0,003$), a tedy potvrzena alternativní hypotéza. Můžeme tak konstatovat, že roboticky asistovaná rehabilitace má pozitivní vliv na soběstačnost pacienta při vykonávání ADL.

Mehrholz et al. (2018) se v rozsáhlé systematické review kromě dalších parametrů snažil určit zejména vliv robotického tréninku na soběstačnost pacienta v rámci ADL. Za tímto účelem bylo analyzováno 24 studií, které byly zveřejněné do ledna roku 2018 a zahrnovaly 957 pacientů. Zahrnuté studie porovnávaly efekt roboticky asistované terapie vůči jiným typům intervencí použitých v kontrolní skupině. U probandů v akutním a subakutním stádiu po CMP byl prokázán pozitivní účinek robotického tréninku na zvýšení soběstačnosti v rámci ADL ($p=0,009$), ovšem u probandů v chronickém stádiu nedošlo ke staticky významnému zlepšení ($p=0,24$). Autoři uvádí, že ačkoliv byla kvalita naměřených dat vysoká, mohly být výsledky jejich systematického review ovlivněny velkými odlišnostmi mezi studiemi, které spočívaly

v různé intenzitě a době trvání terapií, tak i v použitých hodnotících škálách (Mehrholz et al., 2018, s. 14-22).

Randomizovaná kontrolovaná studie Villafañeho et al. (2017) zahrnovala 32 pacientů v akutním stádiu po CMP s hemiparézou horní končetiny. Pacienti byli rozděleni do kontrolní a experimentální skupiny. Mezi hodnocené parametry byly zařazeny: soběstačnost dle Barthel indexu, stupeň spasticity dle MAS a subjektivní bolest dle VAS. Studie probíhala po dobu 3 týdnů, kdy v rámci obou skupin pacienti podstoupili klasickou fyzioterapii a ergoterapii dle individuálně přizpůsobeného rehabilitačního programu. V experimentální skupině navíc pacienti absolvovali 3krát týdně půlhodinovou terapii s robotickým systémem Gloreha Professional II. V kontrolní skupině jako doplněk probíhala 30minutová dodatečná konvenční rehabilitace zahrnující například aktivní cvičení či protahování svalů paretické HK. Z výsledků studie vyplynulo, že v experimentální skupině došlo k výraznějšímu snížení bolestivosti dle vizuální analogové škály oproti kontrolní skupině. V ostatních parametrech nebyl mezi skupinami zjištěn rozdíl, ale v obou skupinách však došlo ke klinicky významným změnám. V závěru autoři uvádí, že využití roboticky asistované rehabilitace v kombinaci s fyzioterapií a ergoterapií je efektivní (Villafañe et al., 2017, s. 97-100).

K podobným závěrům v rámci kombinace roboticky asistované rehabilitace s konvenční terapií dospěl ve studii i Bissoloti et al. (2016). Z výsledků jejich studie vyplynulo, že došlo nejenom ke zlepšení spasticity ruky (blíže popsáno výše v kapitole 5.1.), ale pomocí infračervené spektroskopie bylo naměřeno také zvýšení lokální perfuze svalů (zejména u flexorových skupin), což u pacientů vedlo k subjektivnímu zlepšení pocitu tuhosti a těžkosti horní končetiny. Tento subjektivní faktor se může promítnout do zvýšeného zapojování paretické končetiny do ADL činností a může tak zlepšit pacientovu kvalitu života (Bissoloti, 2016, s. 770-772).

V novější studii z roku 2021 se Lee et al. zaměřili na účinky roboticky asistovaného úkolově orientovaného tréninku s hmatatelnými předměty pomocí přístroje Gloreha Sinfonia na senzomotoriku a funkci ruky a schopnost provádět aktivity každodenního života (ADL) u pacientů po CMP. Bylo zahrnuto 24 pacientů se středně závažným motorickým a sensorickým deficitem, kteří se zúčastnili 12 roboticky asistovaných terapií (RT) a 12 konvenčních terapií (CT) s 1měsíční pauzou mezi intervencemi. V průběhu výzkumu proběhly 4 měření: před a po RT a před a po CT. Výsledky byly naměřeny pomocí: Fugl Meyer Upper-Extremity testu (FMUE), Box and Block testu, elektromyografie pro m. extensor digitorum communis (EDC) a m. brachioradialis, úchopového dynamometru pro motorickou funkci, revidovaného Nottinghamského sensorického hodnocení pro smyslové funkce

a Modifikovaného Barthel Indexu (MBI) pro ADL. Výsledky prokázaly že, robotická intervence vedla k signifikantnímu zlepšení FMUE ($p = 0,038$) a MBI ($p = 0,030$) skóre. M. brachioradialis a m. EDC vykazovaly vyšší účinnost během úlohy uchopení malých bloků (Box and Block Test) po RT než po CT ($p = 0,050$). V závěru autoři shrnuli, že rehabilitační přístup orientovaný na úkoly v kombinaci s využitím zařízení Gloreha účinně podporuje funkční zotavení HK a zvyšuje soběstačnost pacientů v subakutním a chronickém stádiu po CMP v rámci ADL (Lee et al., 2021, s. 2-9).

Pro obnovení funkce horních končetin a zvýšení soběstačnosti pacienta po cévní mozkové příhodě je nutná komplexní rehabilitační léčba a zejména intenzivní trénink, který v posledních dvou desetiletích vyvolal potřebu vývoje rehabilitačních robotů. Zlepšení získané během intenzivní rehabilitace a ergoterapie prováděné v nemocničním zařízení, mají však tendenci v domácím prostředí regredovat, pokud nejsou udržovány pravidelným každodenním cvičením. Většina robotických zařízení je navržena pro nemocnice a bylo by velmi složité, aby je pacient používal samostatně v domácím prostředí (Vanoglio et al., 2016, s. 7-8, Masiero et al., 2014, s. 188-195).

Z tohoto důvodu bylo vyvinuto speciální robotické zařízení Gloreha Lite (jedná se o miniaturizovanou verzi Gloreha Professional II), které díky jednoduché modulární konstrukci pacient může využívat i doma. Jeho účinnost a bezpečnost při domácí rehabilitaci ve své práci zkoumal Bernocchi et al. (2017) u 21 pacientů s hemiparézou horní končetiny v akutní fázi po CMP. Během nemocničního pobytu pacientů probíhala pouze konvenční terapie a až v posledním týdnu před propuštěním bylo provedeno vzdělávací sezení pro pacienty o tom, jak používat zařízení Gloreha Lite, které jim následně bylo zapůjčeno domů. Po dvou měsících roboticky asistované rehabilitace v domácím prostředí bylo zhodnoceno 14 pacientů, kteří terapii dokončili. Byla posouzena proveditelnost domácí rehabilitace z hlediska: a) počtu pacientů, kteří dokončili domácí program, b) minut cvičení a počet sezení, které pacient provedl. Bezpečnost terapie byla zhodnocena pomocí: subjektivního pocitu bolesti ruky dle VAS a spasticity (flexorů prstů a zápěstí, m. opponens pollicis) dle MAS. Změna funkčních schopností a soběstačnosti byla stanovena pomocí modifikovaného Barthel indexu, Motricity indexu (MI), Devíti-kolíkového testu (NHPT) a testu síly úchopu. Stejně jako ve výsledcích této diplomové práce, došlo ve všech měřených parametrech ke statisticky signifikantnímu zlepšení ($p=0,002$ MI, $p= 0,02$ NHPT, $p=0,002$ síla úchopu), až na míru spasticity dle MAS a VAS skóre, které se po terapii výrazně nezměnily. Tato studie potvrdila pozitivní potenciál robotiky ve formě domácí rehabilitace bez potřeby dohledu zdravotnického personálu (Bernocchi et al., 2017, s. 114-118).

5.4 Limity studie

Mezi limity této výzkumné práce můžeme zařadit určitou nespecifičnost výběru zkoumaného vzorku. Do našeho měření byli zahrnuti probandi s hemoragickou i ischemickou CMP, kdy nebylo detailněji rozlišeno, zda se jednalo o primoataku či recidivu a případně jak dlouhé časové období uběhlo od vzniku akutního onemocnění. Pro zvýšení homogenity souboru by bylo v budoucnu možné omezit výběr pacientů například na primoataku ischemického CMP.

Za hlavní limit v rámci našeho výzkumu lze označit vedení terapie různými fyzioterapeuty. Vstupní a výstupní vyšetření u daného pacienta bylo vždy provedeno stejným terapeutem, ale z kapacitních a časových důvodů probíhala následná měsíční konvenční terapie doplněná roboticky asistovanou rehabilitací pod vedením různých fyzioterapeutů. Rozdílný přístup k terapii každého fyzioterapeuta by mohl eventuálně vést k ovlivnění výsledků terapie.

Dalším limitem studie jsou použité hodnotící škály, a to zejména modifikovaná Ashworthova škála jejíž validita a reliabilita je diskutabilní. Ačkoliv někteří autoři tvrdí, že MAS neposkytuje velmi validní hodnocení spasticity, jedná se o nejfrekventovaněji využívanou metodu v zahraničních studiích, která je oblíbená zejména pro svou jednoduchost provedení a časovou nenáročnost (Heidari, Abootalebi a Hosseini, 2011, s. 28-29, Pandyan, 1999, s. 380-381). Nevýhodou však je, že nebere v potaz různou rychlost protažení svalu a úhel kontrakce (které se nacházejí v Tardieu škále). Z hlediska hodnocení funkce horní končetiny byl využit modifikovaný Frenchayský test paže, který ovšem nezahrnuje zhodnocení kvality pohybového vzorce. Ve většině studií autoři využili pro zhodnocení funkčního zotavení Škálu funkční nezávislosti (FIM) a Devíti-kolíkový test.

Mezi limity lze zahrnout i relativně krátká časová perioda mezi vstupním a výstupním měřením, které proběhlo krátce po ukončení měsíční terapie. Bylo by vhodné zařadit více následných kontrolních vyšetření v delších časových úsecích po intervenčním období za účelem zjištění dlouhodobých účinků terapie.

Dalším potencionálním limitem studie je i samotné zařízení Gloreha Sinfonia. Nejčastěji se jednalo o menší technické obtíže jako například povolení pístů či poruchy softwaru-nepatrné blikání a chvění obrazu. Avšak zařízení bylo vždy pohotově opraveno a u žádného z pacientů nedošlo pro tyto komplikace k delšímu přerušení či ukončení terapie.

V rámci dané problematiky bylo poměrně problematické najít vhodné studie, které by využívaly stejné hodnotící škály (zejména Tardieu škálu a Frenchayský test paže), vyšetřovaly

m. brachialis nebo m. brachioradialis či zahrnovaly obdobný počet pacientů v chronickém stádiu jako tato diplomová práce.

5.5 Přínos pro praxi

Na základě výsledků vstupních a výstupních měření a jejich následnému porovnání jsme zaznamenali, že hodnoty pacientů se ve všech testech, kromě spasticity hodnocené dle MAS, statisticky významně zlepšily. Všichni zahrnutí pacienti prodělali CMP minimálně 3 měsíce před zahájením robotické intervence, z tohoto důvodu je nižší pravděpodobnost spontánního zlepšení hybnosti horní končetiny a zlepšení můžeme přisoudit efektům terapie.

V uvedených zahraničních studiích byly výsledky roboticky asistované rehabilitace ne vždy statisticky signifikantní oproti klasické rehabilitaci a ergoterapii. Ve většině případů však autoři uvádí, že došlo ke klinickému zlepšení v obou skupinách a robotická intervence je minimálně vhodná jako doplněk konvenční terapie.

Z výsledků této diplomové práce vyplývá, že zařazení roboticky asistované terapie s použitím Gloreha Sinfonia v rámci rehabilitačního programu u neurologických pacientů v chronickém stádiu vede ke snížení spasticity a zlepšení funkce horní končetiny a tím i ke zlepšení soběstačnosti pacienta.

Robotická rehabilitační zařízení nekonkurují konvenční komplexní fyzioterapii, jen ji významným způsobem doplňují a zároveň dávají pacientovi zpětnou vazbu o jeho pokrocích v terapii, což jej eventuálně může namotivovat k ještě lepším výkonům.

Momentálně neexistuje mnoho tuzemských studií v porovnání se zahraničím věnujících se účinkům a efektivitě rehabilitace s využitím robotických zařízení, a proto v tomto směru spatřuji velký potenciál pro budoucí výzkum.

ZÁVĚR

V posledních dvou desetiletích došlo k rychlému rozvoji rehabilitačních robotických zařízení, které jsou využívány zejména u neurologických pacientů, a to především kvůli vysoké intenzitě opakování cviků a úkolově specifickému tréninku se zpětnou vazbou.

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení účinnosti roboticky asistované rehabilitace, která probíhala pět hodin týdně prostřednictvím zařízení Gloreha Sinfonia (v experimentální skupině), na míru spasticity, funkci paretické horní končetiny a soběstačnosti v ADL u pacientů v chronickém stádiu po CMP. Všech 67 probandů zahrnutých v našem výzkumu bylo zhodnoceno na začátku a po měsíční terapeutické intervenci.

První vědecká otázka se zabývala změnou stupně spasticity m. brachialis a m. brachioradialis měřenou pomocí Modifikované Ashworthovy škály (MAS) a Tardieu škály (TS). Výsledky našeho výzkumu při porovnání experimentální a kontrolní skupiny ukazují statisticky významnou redukci spasticity obou svalů měřenou dle TS v experimentální skupině s robotickou intervencí. Naopak výsledky naměřené dle MAS neprokázaly statistickou významnost, což může být zapříčiněno i tím, že tato škála nebere v potaz různou rychlost protažení svalu a úhel kontrakce.

Změna funkce horní končetiny měřená pomocí modifikovaného Frenchayského testu paže byla předmětem druhé vědecké otázky. I v tomto případě byl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi skupinami. Roboticky asistovaná terapie měla větší efekt na zlepšení funkce horní končetiny než konvenční rehabilitační terapie běžně využívaná u pacientů po iktu (v kontrolní skupině).

Ve třetí vědecké otázce byla řešena změna soběstačnosti pacienta v běžných každodenních činnostech (ADL), která byla hodnocena pomocí Barthel indexu. I výsledky této vědecké otázky ukázaly pozitivní a statisticky signifikantní vliv robotického zařízení Gloreha Sinfonia na zvýšení soběstačnosti pacientů v ADL.

Dle výsledků našeho výzkumu můžeme říct, že byl potvrzen pozitivní účinek roboticky asistované rehabilitace pomocí zařízení Gloreha Sinfonia u pacientů se spastickou parézou horní končetiny v chronickém stádiu po CMP. Robotickou intervencí je vhodné zařadit do rehabilitačního programu pacientů po iktu minimálně jako doplněk konvenční terapie. V budoucím výzkumu by bylo vhodné ověřit dlouhodobý efekt robotické intervence pomocí kontrolního měření nejméně půl roku po ukončení terapie.

REFERENČNÍ SEZNAM

AMATYA B, KHAN F, LA MANTIA L, DEMETRIOS M, WADE DT. 2013. Non pharmacological interventions for spasticity in multiple sclerosis. *Cochrane Database Systematic Reviews* [online]. 28, 2, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1469-493X. Dostupné z: doi: 10.1002/14651858.

ANGULO-PARKER, F. J., ADKINSON, J. M. 2018. Common causes of upper extremity spasticity. *Hand clinics* [on-line]. 34(4), 437-443, [cit. 2022-02-15]. ISSN 1558-1969. Dostupné z: doi: 10.1016/j.hcl.2018.06.001.

ANSARI, N.N., NAGHDI, S., BAGHERI, H., GHASSABI, H. 2007. Therapeutic ultrasound in the treatment of ankle plantarflexor spasticity in a unilateral stroke population: a randomized, single-blind, placebo-controlled trial. *Electromyography Clinical Neurophysiology* [on-line]. 47(3), 137-43, [cit. 2022-01-28]. ISSN 1388-2457. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17557646/>.

APRILE, I., GERMANOTTA, M., CRUCIANI, A., LORETI, S., PECCHIOLI, C., CECCHI, F., MONTESANO, A., GALERI, S., DIVERIO, M., FALSINI, C., SPERANZA, G., LANGONE, E., PAPADOPOULOU, D., PADUA, L., CARROZZA, M. C. 2020. Upper Limb Robotic Rehabilitation After Stroke: A Multicenter, Randomized Clinical Trial. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 44(1), 3-14, [cit. 2022-04-27]. ISSN 1557-0576. Dostupné z: doi:10.1097/NPT.0000000000000295.

AVAN, A., DIGALEH, H., DI NAPOLI, M., STRANGES, S., BEHROUZ, R., SHOJAEIANBABAELI, G., AMIRI, A., TABRIZI, R., MOKHBER, N., SPENCE, J. D., AZARPAZHOOH, M. R. 2019. Socioeconomic status and stroke incidence, prevalence, mortality, and worldwide burden: an ecological analysis from the Global Burden of Disease Study 2017. *BMC Medicine* [online]. 17(1), [cit. 2022-05-04]. ISSN 1741-7015. Dostupné z: doi:10.1186/s12916-019-1397-3.

BALCI, B. P. 2018. Spasticity Measurement. *Noro psikiyatri arsivi* [online]. 55, 49-53, [cit. 2022-01-28]. ISSN 1309-4866. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.29399/npa.23339>.

BARNES, M. P., JOHNSON, G. R. 2001. *Upper motor neurone syndrome*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-79427-7.

BAUDE, M., NIELSEN, J. B., GRACIES, J.M. 2018. The neurophysiology of deforming spastic paresis: A revised taxonomy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [on-line]. 62(6), 426-430, [cit. 2022-02-17]. ISSN 1877-0657. Dostupné z: doi: 10.1016/j.rehab.2018.10.004.

BERNOCCHI, P., MULÈ, C., VANOGLIO, F., TAVEGGIA, G., LUISA, A., SCALVINI, S. 2017. Home-based hand rehabilitation with a robotic glove in hemiplegic patients after stroke: a pilot feasibility study. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 25(2), 114-119, [cit. 2022-05-02]. ISSN 1074-9357. Dostupné z: doi:10.1080/10749357.2017.1389021.

BERTANI, R., MELEGARI, C., DE COLA, M. C., BRAMANTI, A., BRAMANTI, P., CALABRÒ, R. S. 2017. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis. *Neurological Sciences* [online]. 38(9), 1561-1569, [cit. 2022-05-07]. ISSN 1590-1874. Dostupné z: doi:10.1007/s10072-017-2995-5.

BETHOUX, F. 2015. Spasticity Management After Stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. 26(4), 625-639, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1047-9651. Dostupné z: doi: 10.1016/j.pmr.2015.07.003.

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* [online]. 28(3), 769-773, [cit. 2022-05-02]. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.28.769.

BLACK, L., GAEBLER-SPIRA, D. 2018. Nonsurgical Treatment Options for Upper Limb Spasticity. *Hand Clinics* [online]. 34(4), 455-464, [cit. 2022-02-07]. ISSN 1558-1969. Dostupné z: doi: 10.1016/j.hcl.2018.06.003.

BOHANNON, R.W., SMITH, M.B. 1987. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy* [online]. 67(2), 206-7, [cit. 2022-02-13]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi: 10.1093/ptj/67.2.206.

BORBONI, A., VILLAFANE, J. H., MULÈ, C., VALDES, K., FAGLIA, R., TAVEGGIA, G., NEGRINI, S. 2017. Robot-Assisted Rehabilitation of Hand Paralysis After Stroke Reduces Wrist Edema and Pain: A Prospective Clinical Trial. *Journal of Manipulative and*

Physiological Therapeutics [online]. 40(1), 21-30, [cit. 2022-05-06]. ISSN 01614754. Dostupné z: doi:10.1016/j.jmpt.2016.10.003.

CALABRÒ, R. S., ACCORINTI, M., PORCARI, B., CARIOTI, L., CIATTO, L., BILLERI, L., ANDRONACO, V. A., GALLETI, F., FILONI, S., NARO, A. 2019. Does hand robotic rehabilitation improve motor function by rebalancing interhemispheric connectivity after chronic stroke? Encouraging data from a randomised-clinical-trial. *Clinical Neurophysiology* [online]. 130(5), 767-780, [cit. 2022-05-02]. ISSN 13882457. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinph.2019.02.013.

CALABRÒ, R.S., RUSSO, M., NARO, A., MILARDI, D., BALLETTA, T., LEO, A., FILONI, S., BRAMANTI, P. 2016. Who May Benefit From Armeo Power Treatment? A Neurophysiological Approach to Predict Neurorehabilitation Outcomes. *PM&R* [online]. 8(10), 971-978, [cit. 2022-01-18]. ISSN 1934-1563. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmrj.2016.02.004.

CIBULČÍK, F. 2015. Liečba spasticity. *Neurologie pro praxi* [online]. 16(1), 24-29, [cit. 2022-01-14]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/06.pdf>.

CORDELLA, F., SCOTTO DI LUZIO, F., BRAVI, M., SANTACATERINA, F., BRESSI, F., ZOLLO, L. 2020. Hand motion analysis during robot-aided rehabilitation in chronic stroke. *Journal of biological regulators and homeostatic agents* [online]. 34 (5), 45-52, [cit. 2022-05-05]. ISSN 1724-6083. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/348802183_Hand_motion_analysis_during_robot-aided_rehabilitation_in_chronic_stroke.

DAŇKOVÁ, Š., PASTUCHA, D. 2018. Robotická rehabilitace pacientů s parézou horní končetiny po cévní mozkové příhodě. *Neurologie pro praxi* [online]. 19(4), 290-293, [cit. 2021-11-25]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/archiv.php>.

DAUNORAVICIENE, K., ADOMAVICIENE, A., GRIGONYTE, A., GRIŠKEVIČIUS, J., JUOCEVICIUS, A. 2018. Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients. *Technology and Health Care* [online]. 26, 533-541, [cit. 2022-01-15]. ISSN 1878-7401. Dostupné z: doi: 10.3233/thc-182500.

DURET, C., GROSMAN, A.G., KREBS, H. I. 2019. Robot-Assisted Therapy in Upper Extremity Hemiparesis: Overview of an Evidence-Based Approach. *Frontiers in Neurology* [online]. 10, 412, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2019.00412.

DURET, C., HUTIN, E., LEHENAFF, L., GRACIES, J.M. 2015. Do all sub acute stroke patients benefit from robot-assisted therapy? A retrospective study. *Restorative Neurology and Neuroscience* [online]. 33(1), 57-65, [cit. 2022-05-07]. ISSN 09226028. Dostupné z: doi:10.3233/RNN-140418.

DYMAREK, R., PTASZKOWSKI, K., PTASZKOWSKA, L., KOWAL, M., SOPEL, M., TARADAJ, J., ROSIŃCZUK, J. 2020. Shock Waves as a Treatment Modality for Spasticity Reduction and Recovery Improvement in Post-Stroke Adults-Current Evidence and Qualitative Systematic Review. *Clinical interventions in aging* [online]. 15, 9–28, [cit. 2022-02-10]. ISSN 1178-1998. Dostupné z: doi: 10.2147/CIA.S221032.

EHLER, E. 2015. Spasticita-klinické škály. *Neurologie pro praxi* [online]. 16(1), 20-23, [cit. 2022-02-10]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/05.pdf>.

EHLER, E., ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. 2009. Botulotoxin v léčbě spasticity. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* [on-line]. 105(4), 317–321, [cit. 2022-02-15]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2009-4/botulotoxin-v-lecbe-spasticity-33142/download?hl=cs>.

EHLER, E., VAŇÁSKOVÁ, E., ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. 2009. Standard komplexní léčby spasticity po cévní mozkové příhodě. *Česká a Slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 72 (2), 179-181, [cit. 2022-02-21]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/standard-komplexni-lecby-spasticity-po-cevni-mozkove-prihode-32950?confirm_rules=1 –Ehler.

FAZEKAS, G., TAVASZI, I. 2019. The future role of robotics in neuro-rehabilitation. *Expert review of Neurotherapeutics* [online]. 19, 471-473, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1744-8360. Dostupné z: doi: 10.1080/14737175.2019.1617700.

FREITAS, S., VAZ, J., BRUNO, P., ANDRADE, R., MIL-HOMENS, P. 2016. Stretching Effects: High-intensity & Moderate-duration vs. Low-intensity & Long-duration. *International*

Journal of Sports Medicine [online]. 37(3), 239-244, [cit. 2022-02-17]. ISSN 1439-3964. Dostupné z: doi:10.1055/s-0035-1548946.

GÁL, O., HOSKOVCOVÁ, M., JECH, R. 2015. Neuroplasticita, restituce motorických funkcí a možnosti rehabilitace spastické parézy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 3(22), 101-127, [cit. 2022-02-19]. ISSN 1211-2658. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2015-3/neuroplasticita-restituce-motoricky-funkci-a-moznosti-rehabilitace-spasticke-parezy-55870>.

GANDOLFI, M., VALÈ, N., DIMITROVA, E. K., MAZZOLENI, S., BATTINI, E., FILIPPETTI, M., PICELLI, A., SANTAMATO, A., GRAVINA, M., SALTUARI, L., SMANIA, N. 2019. Effectiveness of Robot-Assisted Upper Limb Training on Spasticity, Function and Muscle Activity in Chronic Stroke Patients Treated With Botulinum Toxin: A Randomized Single-Blinded Controlled Trial. *Frontiers in Neurology* [online]. 10, 41, [cit. 2022-02-12]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi: 10.3389/fneur.2019.00041.

GARAVAGLIA, L., GASPERINI, G., LAZZARI, F., MOLTENI, F., PITTACCIO, S. 2019. Application of upper-limb dynamic pseudoelastic splinting in the treatment of stroke chronic patient: a pilot assessment. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* [online]. 16(2), 214-220, [cit. 2022-02-17]. ISSN 1748-3115. Dostupné z: doi:10.1080/17483107.2019.1646824.

GIOVANNELLI, M., BORRIELLO, G., CASTRI, P., PROSPERINI, L., POZZILLI, C. 2007. Early physiotherapy after injection of botulinum toxin increases the beneficial effects on spasticity in patients with multiple sclerosis. *Clinical rehabilitation* [online]. 21(4), 331–337, [cit. 2022-02-08]. ISSN1477-0873. Dostupné z: doi: 10.1177/0269215507072772.

GLINSKI, J. 2016. Tardieu Scale. *Journal of Physiotherapy* [online]. 62(4), 229, [cit. 2022-01-12]. ISSN 1836-9553. Dostupné z: [http://www.journalofphysiotherapy.com/article/S1836-9553\(16\)30043-1/abstract](http://www.journalofphysiotherapy.com/article/S1836-9553(16)30043-1/abstract). ISSN 1836-9553.

GLOREHA ARIA. 2021. – hand rehabilitation glove [online]. Dostupné z: <http://www.gloreha.com/gloreha-aria/> [cit. 2021-11-29].

GLOREHA SINFONIA. 2021. – hand rehabilitation glove [online]. Dostupné z: <http://www.gloreha.com/gloreha-sinfonia/> [cit. 2021-11-27].

GLOREHA WORKSTATION. 2021. – hand rehabilitation glove [online]. Dostupné z: <http://www.gloreha.com/workstation/> [cit. 2021-11-27].

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* [online]. 1, 1-6, [cit. 2021-11-24]. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi:10.1155/2017/2796815.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, M., NAIR, K.P.S., PANICKER, J.N. 2019. *Neurorehabilitation therapy and therapeutics*. Cambridge University Press. ISBN 978-11-0718-469-5.

GRACIES, J. 2001. Pathophysiology of impairment in patients with spasticity and use of stretch as a treatment of spastic hypertonia. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. 12(4), 747–68, [cit. 2022-02-17]. ISSN 1047-9651. Dostupné z: doi: 10.1016/s1047-9651(18)30031-7.

GRACIES, J. M., BAYLE, N., VINTI, M., ALKANDARI, S., VU, P., LOCHE, C. M., COLAS, C. 2010b. Five-step clinical assessment in spastic paresis. *European journal of physical a rehabilitation medicine* [online]. 46(3), 411-421, [cit. 2022-01-14]. ISSN 1973-9095. Dostupné z: <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2010N03A0411>.

GRACIES, J. M., BURKE, K., CLEGG, N. J., BROWNE, R., RUSHING, C., FEHLINGS, D., MATTHEWS, D., TILTON, A., DELGADO, M.R. 2010a. Reliability of the Tardieu Scale for Assessing Spasticity in Children With Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 91(3), 421-428, [cit. 2022-01-13]. ISSN 1532-821X. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.11.017>.

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* [online]. 45(3), 203-213, [cit. 2022-02-08]. ISSN 1557-0584. Dostupné z: doi: 10.1097/NPT.0000000000000359.

HEIDARI, M., ABOOTALEBI, S., HOSSEINI, S.A. 2011. Validity of Modified Ashworth Scale as a Measure of Wrist Spasticity in Stroke Patients. *Iranian Rehabilitation Journal*

[online]. 10, 26-30, [cit. 2022-04-27]. ISSN 1735-3610. Dostupné z: <http://irj.uswr.ac.ir/article-1-204-en.pdf>.

HENDRIE, W. A., WATSON, M. J., MCARTHUR, M. A. 2014. A pilot mixed methods investigation of the use of Oswestry standing frames in the homes of nine people with severe multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation* [online]. 37(13), 1178–1185, [cit. 2022-02-13]. ISSN 1464-5165. Dostupné z: doi: 10.3109/09638288.2014.957790.

HESSE, S., HESS, A., WERNER, C., KABBERT, N., BUSCHFORT, R. 2014. Effect on arm function and cost of robot-assisted group therapy in subacute patients with stroke and a moderately to severely affected arm: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. 28(7), 637-647, [cit. 2022-04-27]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi: 10.1177/0269215513516967.

HOCOMA. 2022. – Armeo Spring, Armeo Power, Armeo Senso [on-line]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <http://www.hocoma.com/>.

HORÁČEK, O., KOLÁŘ, P. 2012. *Cévní onemocnění mozku*. In: KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.

HOSKOVCOVÁ, M., GÁL, O. 2016. Problematika spastické parézy u pacientů s roztroušenou sklerózou. *Neurologie pro praxi* [online]. 17, 15-19, [cit. 2022-02-12]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-201691-0003_Problematika_spasticke_parezy_u_pacientu_s_roztrousenou_sklerozou.php.

HUGOS, C. L., CAMERON, M. H. 2019. Assessment and Measurement of Spasticity in MS: State of the Evidence. *Current neurology and neuroscience reports* [online]. 19(10), 79, [cit. 2022-01-28]. ISSN 1534-6293. Dostupné z: doi: 10.1007/s11910-019-0991-2.

JECH, R. 2015. Klinické aspekty spasticity. *Neurologie pro praxi* [on-line]. 16(1), 14-19, [cit. 2022-02-11]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2015/01/04.pdf>.

KAŇOVSKÝ, P. 2015. Patofyziologie spasticity. *Neurologie pro praxi* [on-line]. 16(1), 10-13, [cit. 2022-02-10]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/03.pdf>.

KATALINIC, O. M., HARVEY, L. A., HERBERT, R. D. 2011. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: A systematic review, *Physical Therapy* [online]. 91(1), 11-24, [cit. 2022-02-16]. ISSN 1557-0584. Dostupné z: doi: 10.2522/ptj.20100265.

KHAN, F., AMATYA, B., BENSMAIL, D., YELNIK, A. 2017. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: An overview of systematic reviews. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 62(4), 265-273, [cit. 2022-02-08]. ISSN 2234-0653. Dostupné z: doi: 10.1016/j.rehab.2017.10.001.

KOLÁŘ, P. 2012. *Polohování*. In: KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘ, P. 2012. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, ISBN 978-80-7262-657-1.

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

KONEČNÝ, P., KUBÍKOVÁ, J., VERNEROVÁ, M., TARASOVÁ, M. 2017. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 24(1), 19-22, [cit. 2022-04-21]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2017-1/roboticka-rehabilitace-spasticity-ruky-60477>.

KOVALENKO, A., MISIKOV, V., SINELNIKOV, K., SHAMIGULOV, V., ISKRA, D., KHATKOVA, S. E., KOVLEN, D. V. 2020. *Spasticity: Diagnosis and treatment*. In: LARRIVEE, D., RAYEGANI, S. *Neurostimulation and neuromodulation in contemporary therapeutic practice* [online]. London: IntechOpen. ISBN 978-83968-772-3. Dostupné z: doi: 10.5772/intechopen.91046.

KUBÍKOVÁ, J. 2016. Projekt rozšíření spektra péče prostřednictvím robotických přístrojů v procesu léčebné rehabilitace v nemocnici Prostějov. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati: Zlín.

KUMAR A., VINITA. 2021. *Orthoses in Conservative Management of Cerebral Palsy and Rehabilitation*. Intech Open. ISBN 978-1-83962-900-6.

KWAKKEL, G., VAN PEPPEN, R., WAGENAAR, R. C., WOOD DAUPHINEE, S., RICHARDS, C., ASHBURN, A., MILLER, K., LINCOLN, N., PARTRIDGE, C., WELLWOOD, I., LANGHORNE, P. 2004. Effects of Augmented Exercise Therapy Time After Stroke. *Stroke* [online]. 35(11), 2529-2539, [cit. 2022-05-07]. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi:10.1161/01.STR.0000143153.76460.7d.

LANCE, J. W. 1980. Symposium synopsis. In: FELDMAN, R. G., YOUNG, R. R., KOELLA, W. P. *Spasticity: disordered motor control*. Chicago: Year Book Medical Pubs. ISBN 978-0883721285.

LAZORTHE, Y., SOL, J.C., SALLERIN, B., VERDIE, J.C. 2002. The surgical management of spasticity. *European Journal of Neurology* [online]. 9(1), 35–41, [cit. 2022-01-23]. ISSN 1468-1331. Dostupné z: doi: 10.1046/j.1468-1331.2002.0090s1035.x.

LEE, G. P., NG, G. Y. 2008. Effects of stretching and heat treatment on hamstring extensibility in children with severe mental retardation and hypertonia. *Clinical Rehabilitation* [online]. 22(9), 771-779, [cit. 2022-02-08]. ISSN 1477-0873. Dostupné z: doi:10.1177/0269215508090067.

LEE, H.C., KUO, F.L., LIN, Y.N., LIOU, T.H., LIN, J.C., HUANG, S.W. 2021. Effects of Robot-Assisted Rehabilitation on Hand Function of People With Stroke: A Randomized, Crossover-Controlled, Assessor-Blinded Study. *The American Journal of Occupational Therapy* [online]. 75(1), 1-11, [cit. 2022-04-27]. ISSN 0272-9490. Dostupné z: doi:10.5014/ajot.2021.038232.

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

MACIEJASZ, P., ESCHWEILER, J., GERLACH-HAHN, K., JANSEN-TROY, A., LEONHARDT, S. 2014. A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 11, 3, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi:10.1186/1743-0003-11-3.

MASIERO, S., POLI, P., ROSATI, G., ZANOTTO, D., IOSA, M., PAOLUCCI, S., MORONE, G. 2014. The value of robotic systems in stroke rehabilitation. *Expert Review of Medical Devices* [online]. 11(2), 187-198, [cit. 2022-05-02]. ISSN 1743-4440. Dostupné z: doi:10.1586/17434440.2014.882766.

MCNEE, A. E., GOUGH, M., MORRISSEY, M. C., SHORTLAND, A. P. 2009. Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 51(6), 429-435, [cit. 2022-02-07]. ISSN 1469-8749. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1469-8749.2008.03230.x.

MEHRHOLZ, J., POHL, M., PLATZ, T., KUGLER, J., ELSNER, B. 2018. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 9, 1-135, [cit. 2022-05-02]. ISSN 1465-1858. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD006876.pub5.

MEKKI, M., DELGADO, A. D., FRY, A., PUTRINO, D., HUANG, V. 2018. Robotic Rehabilitation and Spinal Cord Injury: a Narrative Review. *Neurotherapeutics* [on-line]. 15(3), 604–617, [cit. 2022-01-27]. ISSN 1878-7479. Dostupné z: doi: 10.1007/s13311-018-0642-3.

MICCINILLI, S., BRAVI, M., FOTI, C., MORRONE, M., MASELLI, M., SANTACATERINA, F., SCOTTO DI LUZIO, F., ZOLLO, L., STERZI, S., BRESSI, F. 2020. Robotic hand treatment of patients affected by chronic stroke: a monocentric longitudinal pilot study. *Journal of biological regulators and homeostatic agents* [online]. 34(5), 79-86, [cit. 2022-05-02]. ISSN1724-6083. Dostupné z: <https://europepmc.org/article/med/33386037>.

MILIA, P., PECCINI, M. C., DE SALVO, F., SFALDAROLI, A., GRELLI, C., LUCCHESI, G., SADAUSKAS, N., ROSSI, C., CASERIO, M., BIGAZZI, M. 2019. Rehabilitation with robotic glove (Gloreha) in poststroke patients. *Digital Medicine* [online]. 5(2), [cit. 2022-05-05]. ISSN 2226-8561. Dostupné z: doi:10.4103/digm.digm_3_19.

NOTARNICOLA, A., MORETTI, B. 2012. The biological effects of extracorporeal shock wave therapy on tendon tissue. *Muscles, ligaments and tendons journal* [online]. 2(1), 33–37, [cit. 2022-02-08]. ISSN 2240-4554. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3666498/>.

OKTÁBCOVÁ, A., UHLÍŘOVÁ, J., ČÁBELKOVÁ, A. 2017. Zapojení přístroje Amadeo do standardní terapie u pacientů po cévní mozkové příhodě v chronické fázi: follow up studie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 24(1), 23-28, [cit. 2022-04-25]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2017->

1/zapojeni-pristroje-amadeo-do-standardni-terapie-u-pacientu-po-cevni-mozkove-prihode-v-chronicke-fazi-follow-up-studie-60478.

OPAVSKÝ, J. 2016. Spektrum, trendy a postupy současné neurorehabilitace. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství* [online]. 23(2), 59-63, [cit. 2022-04-24]. ISSN 12112658.

PANDYAN, A. D., JOHNSON, G. R., PRICE, C. I. M., CURLESS, R. H., BARNES, M. P., RODGERS, H. 1999. A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clinical Rehabilitation* [online]. 13(5), 373-383, [cit. 2022-04-27]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi:10.1191/026921599677595404.

PERRY, B. E., EVANS, K., STOKIC, S. 2017. Weight compensation characteristics of Armeo®Spring exoskeleton: implications for clinical practice and research. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 14(1), [cit. 2022-02-14]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi: 10.1186/s12984-017-0227-0.

PICELLI, A., SANTAMATO, A., CHEMELLO, E., CINONE, N., CISARI, C., GANDOLFI, M., BARICICH, A. 2018. Adjuvant treatments associated with botulinum toxin injection for managing spasticity: an overview of the literature. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 62(4), 291-296, [cit. 2022-02-21]. ISSN 2770-4483. Dostupné z: doi: 10.1016/j.rehab.2018.08.004.

PODĚBRADSKÝ, J., PODĚBRADSKÁ R. 2009. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-802-4728-995.

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* [online]. [cit. 2022-05-04]. ISSN 14651858. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD010820.pub2.

RAYEGANI, S. M., BABAEI, M., RAEISSADAT, A.S. 2020. *Rehabilitation Medicine Management of Spasticity*. In LARRIVEE, D., RAYEGANI, S. *Neurostimulation and Neuromodulation in Contemporary Therapeutic Practice* [online]. London: IntechOpen. ISBN 978-1-83968-772-3. Dostupné z: doi: 10.5772/intechopen.93008.

REKAND, T. 2010. Clinical assessment and management of spasticity: a review. *Acta Neurologica Scandinavica Supplement* [online]. 190, 62-66, [cit. 2022-01-29]. ISSN 0065-1427. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1600-0404.2010.01378.x.

SAHIN, N., UGURLU, H., KARAHAN, A. 2011. Efficacy of therapeutic ultrasound in the treatment of spasticity: A randomized controlled study. *NeuroRehabilitation* [on-line]. 29, 61-66, [cit. 2022-01-28]. ISSN 1878-6448. Dostupné z: doi: 10.3233/NRE-2011-0678.

SAUNDERS, D. H., SANDERSON, M., HAYES, S., JOHNSON, L., KRAMER, S., CARTER, D. D., MEAD, G. E. 2020. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 3(3), [cit. 2022-02-07]. ISSN 1469-493X. Dostupné z: doi: 10.1002/14651858.cd003316.pub7.

SHAYGANNEJAD, V., JANGHORBANI, M., VAEZI, A., HAGHIGHI, S., GOLABCHI, K., HESHMATIPOUR, M. 2013. Comparison of the effect of baclofen and transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of spasticity in multiple sclerosis. *Neurological Research* [online]. 35(6), 636-641, [cit. 2022-02-08]. ISSN 2378-8933. Dostupné z: doi:10.1179/1743132813y.0000000200.

SMANIA, N., PICELLI, A., MUNARI, D., GERON, CH., IANES, P., WALDNER, A., GANDOLFI, M. 2010. Rehabilitation procedures in the management of spasticity. *European journal of physical and rehabilitation medicine* [online]. 46, 423-38, [cit. 2022-10-28]. ISSN 1973-9095. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/47357807_Rehabilitation_procedures_in_the_management_of_spasticity.

STEVENSON, V., JARRETT, L. 2016. *Spasticity management: A Practical Multidisciplinary Guide*. CRC Press LLC. ISBN 978-1-48229-952-6.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. 2009. Léčba spasticity u chronického míšního poranění. *Neurologie pro praxi* [online]. 10(3), 148-152, [cit. 2022-02-10]. ISSN 1803-5280. <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2009/03/04.pdf>.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. 2012. Léčba spasticity u dospělých. *Medicina pro praxi* [online]. 9(3), 124-126, [cit. 2022-02-10]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2012/03/07.pdf>.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I., 2013. Mechanizmy spasticity a její hodnocení. *Česká a Slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 109(3), 267-280, [cit. 2022-02-10]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: http://www.csmn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/mechanizmy-spasticity-a-jeji-hodnoceni-40575?confirm_rules=1.

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

ŠVESTKOVÁ, Olga. 2017. *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0084-2.

THIBAUT A, CHATELLE C, ZIEGLER E, BRUNO MA, LAUREYS S, GOSSERIES O. 2013. Spasticity after stroke: physiology, assessment and treatment. *Brain Injury* [online]. 27(10), 1093-1105, [cit. 2022-02-11]. ISSN 1362-301X. Dostupné z: doi: 10.3109/02699052.2013.804202.

VAFADAR, A., CÔTÉ, J., ARCHAMBAULT, P. 2015. Effectiveness of Functional Electrical Stimulation in Improving Clinical Outcomes in the Upper Arm following Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International* [online]. 1-14, [cit. 2022-02-08]. ISSN 2314-6141. Dostupné z: doi: 10.1155/2015/729768.

VAŇÁSKOVÁ, E. 2005. Testování v neurorehabilitaci. *Neurologia pre prax* [online]. 6(6), 311-314, [cit. 2022-01-14]. ISSN 1339-4223. Dostupné z: <http://solen.cz/pdfs/neu/2005/06/06.pdf>.

VANOGLIO, F., BERNOCCHI, P., MULÈ, C., GAROFALI, F., MORA, C., TAVEGGIA, G., SCALVINI, S., LUISA, A. 2016. Feasibility and efficacy of a robotic device for hand rehabilitation in hemiplegic stroke patients: a randomized pilot controlled study. *Clinical Rehabilitation* [online]. 31(3), 351-360, [cit. 2022-05-02]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi:10.1177/0269215516642606.

VILLAFANE, J. H., TAVEGGIA, G., GALERI, S., BISSOLOTTI, L., MULLÈ, C., IMPERIO, G., VALDES, K., BORBONI, A., NEGRINI, S. 2017. Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *HAND* [online]. 13(1), 95-102, [cit. 2021-11-27]. ISSN 1558-9447. Dostupné z: doi:10.1177/1558944717692096.

WAFI, H. A., WOLFE, C. D. A., EMMETT, E., ROTH, G. A., JOHNSON, C. O., WANG, Y. 2020. Burden of Stroke in Europe. *Stroke* [online]. 51(8), 2418-2427, [cit. 2022-05-04]. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi:10.1161/STROKEAHA.120.029606.

WITTMANN, F., HELD, J. P., LAMBERCY, O., STARKEY, M. L., CURT, A., HÖVER, R., GASSERT, R., LUFT, A. R., GONZENBACH, R. R. 2016. Self-directed arm therapy at home after stroke with a sensor-based virtual reality training system. *Journal of NeuroEngineering and rehabilitation* [online]. 13(1), 75, [cit. 2022-01-25]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi: 10.1186/s12984-016-0182-1.

YUE, Z., ZHANG, X., WANG, J. 2017. Hand rehabilitation robotics on poststroke motor recovery. *Behavioural Neurology* [online]. 1-20, [cit. 2022-02-24]. ISSN 1875-8584. Dostupné z: doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2017/3908135>.

ZHANG, C., LI-TSANG, C. W. P., AU, R. K. C. 2017. Robotic approaches for the rehabilitation of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Rehabilitation Research* [online]. 40(1), 19-28, [cit. 2022-05-07]. ISSN 0342-5282. Dostupné z: doi:10.1097/MRR.0000000000000204.

SEZNAM ZKRATEK

ADL	Activities of daily living
AS	Ashworthova škála
BI	index Barthelové
CIMT	Constraint-induced movement therapy
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervový systém
DMO	dětská mozková obrna
EBM	Evidence-based medicine
EDC	musculus extensor digitorum communis
FES	Funkční elektrostimulace
FIM	Funkční míra nezávislosti
FMUE	Fugl-Meyer upper extremity test
GABA	kyselina gama-aminomáselná
GSC	Guided self-rehabilitation contract
HK	horní končetina
m.	musculus
MAS	Modifikovaná Ashworthova škála
MBI	Modifikovaný index Barthelové
MFS	Modifikovaný Frenchayský test paže
MI	Motricity Index
NHPT	Nine-hole peg test
P	Hladina statistické významnosti
PNF	Proprioceptivní neuromuskulární facilitace
RAR	Roboticky asistovaná rehabilitace
s.	strana
TENS	Transkutánní elektrická nervová stimulace
TS	Tardieu škála
US	ultrazvuk
VAS	Vizuální analogová škála
WHO	World Health Organization

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Grafické znázornění změny hodnot MAS_A_R mezi vstupem a výstupem	41
Obrázek 2 Grafické znázornění změny hodnot MAS_B mezi vstupem a výstupem	42
Obrázek 3 Grafické znázornění změny hodnot TS_A mezi vstupem a výstupem	43
Obrázek 4 Grafické znázornění změny hodnot TS_B mezi vstupem a výstupem	44
Obrázek 5 Grafické znázornění změny hodnot MFS mezi vstupem a výstupem	46
Obrázek 6 Grafické znázornění změny hodnot BI mezi vstupem a výstupem	47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Ashworthova škála (Kolář, 2012, s. 63).....	17
Tabulka 2 Modifikovaná Ashworthova škála (Kolář, 2012, s. 63).....	18
Tabulka 3 Popisná charakteristika zkoumaného souboru	37
Tabulka 4 Popisná statistika naměřených parametrů-experimentální skupina	39
Tabulka 5 Popisná statistika naměřených parametrů-kontrolní skupina.....	40
Tabulka 6 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_MAS_A	41
Tabulka 7 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_MAS_B	42
Tabulka 8 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_TS_A	43
Tabulka 9 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_TS_B	44
Tabulka 10 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_MFS.....	45
Tabulka 11 Mann-Whitney U test pro proměnnou R_BI.....	46

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Tardieu škála (Ehler, 2015, s. 21).....	79
Příloha 2 Modifikovaný index Barthelové (Kolář, 2012, s. 223).....	80
Příloha 3 Informovaný souhlas.....	81
Příloha 4 Vyjádření Etické komise.....	83
Příloha 5 Experimentální skupina - základní naměřené hodnoty	84
Příloha 6 Kontrolní skupina - základní naměřené hodnoty	85

PŘÍLOHY

Příloha 1 Tardieu škála (Ehler, 2015, s. 21)

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 svalu (X)	0 – bez odporu v průběhu pasivního pohybu 1 – mírný odpor v průběhu pasivního pohybu bez jasného záškubu 2 – jasný záškub (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 svalu) v určitém úhlu
Úhel reakce (kontrakce) svalu (Y)	Měří se vzhledem k poloze svalu při minimálním protažení svalu (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 2 Modifikovaný index Barthelové (Kolář, 2012, s. 223)

Jméno pacienta: _____

Rok narození: _____

Datum testování před terapií: _____

Po terapii: _____

Testovaná horní končetina: _____

Činnost	Neschopen vykonat úkol	Pokusí se vykonat úkol, ale nesvede jej	Potřebuje částečnou pomoc	Potřebuje minimální pomoc	Úplně nezávislý
Osobní hygiena	0	1	3	4	5
Sám se vykoupe	0	1	3	4	5
Jídlo	0	2	5	8	10
Toaleta	0	2	5	8	10
Chůze po schodech	0	2	5	8	10
Oblékání	0	2	5	8	10
Kontrola stolice	0	2	5	8	10
Kontrola měchýře	0	2	5	8	10
Chůze	0	3	8	12	15
Vozík	0	1	3	4	5
Přesun vozík/lůžko	0	3	8	12	15
Součet					

Hodnocení:

- 0-40 Nesoběstačný
- 41-60 Středně nesoběstačný
- 61-95 Mírně nesoběstačný
- 96-100 Soběstačný



Fakulta
zdravotnických věd

Genius loci ...

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: **Roboticky asistovaná rehabilitace horní končetiny**

Období realizace: březen 2021 - březen 2022

Řešitelé projektu: **doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA; MUDr. Stanislav Horák, Ph.D., MBA; Bc. Veronika Pěničková, Bc. Táňa Navrátilová**

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 po cévní mozkové příhodě (CM).

Jedná se o prospektivní pilotní studii, která bude prováděna na rehabilitačním oddělení Prostějov od března 2021 do března 2022, a bude sledován soubor 20 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, 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 funkce a přispějí k objasnění problematiky robotické neuro-rehabilitace. Pokud s účasti 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 a 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 4 Vyjádření Etické komise



Fakulta
zdravotnických věd

UPOL-15830/1030S-2021

Vážený pan
Doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D.
FZV UP

2021-01-13

Vyjádření Etické komise FZV UP


Vážený pane docente,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byl Váš projekt, podaný do Studentské grantové soutěže IGA UP 2021, posouzen a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že projektu s názvem „**Roboticky asistovaná rehabilitace horní končetiny**“, 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. Lenka Mazalová, Ph.D.
předsedkyně
Etické komise FZV UP

Pacient	Věk	Pohlaví	Etiologie	MAS-A 1	MAS-A 2	MAS-B 1	MAS-B 2	TS-A 1	TS-A 2	TS-B 1	TS-B 2	BI_1	BI_2	MFS_1	MFS_2
1	47	2	1	3	2	3	2	40	20	40	20	50	55	55	70
2	72	1	1	2	1,5	2	1,5	30	20	35	20	50	55	40	60
3	71	1	1	1	1	1	1	10	5	10	5	75	85	70	80
4	51	1	2	2	1	2	1	30	20	35	20	60	75	60	70
5	79	2	2	2	2	2	2	40	35	40	35	50	55	60	70
6	87	2	1	1	0	1	0	5	0	0	0	60	85	75	88
7	69	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	75	90	75	90
8	66	1	1	2	1,5	2	1,5	20	10	20	10	70	80	95	100
9	51	1	1	2	2	2	2	80	60	80	60	20	40	40	50
10	43	2	2	0	0	0	0	10	5	10	5	70	90	80	95
11	53	1	1	0	0	0	0	20	15	20	10	90	95	90	95
12	45	2	1	2	1	2	1	10	10	20	15	80	90	20	50
13	70	1	1	3	2	3	2	40	20	50	30	50	65	30	55
14	80	2	2	1	1	1	1	10	5	10	5	70	80	70	95
15	71	2	1	3	2	3	2	60	40	50	20	10	45	10	35
16	55	1	1	2	2	2	2	10	5	30	20	35	50	35	68
17	81	2	1	2	1	2	1	20	5	20	5	75	90	90	98
18	80	1	1	2	2	3	2	30	10	40	10	20	45	15	65
19	77	2	2	2	1,5	2	1,5	10	5	10	5	80	85	50	65
20	71	1	2	2	2	2	1,5	20	10	20	10	80	90	55	70
21	64	2	1	2	1	2	1,5	30	20	30	25	85	90	60	75
22	69	1	1	2	2	2	2	40	35	20	20	70	75	50	55
23	81	1	1	2	2	2	2	20	20	25	20	80	85	70	75
24	73	1	1	2	2	2	2	20	15	20	15	75	80	50	55
25	67	2	1	1,5	1	1,5	1	10	10	10	10	85	90	80	80
26	75	1	1	2	2	2	2	20	20	30	25	60	65	60	65
27	71	2	2	1	1	1	1	10	10	15	10	85	90	80	85
28	69	1	1	2	2	2	1,5	20	15	30	25	65	70	80	85
29	66	1	1	2	2	2	2	20	20	15	15	70	70	60	65
30	70	2	1	2	2	3	2	30	30	45	40	60	65	50	55
31	81	1	1	2	1	2	1	20	10	30	20	70	75	40	45
32	77	1	1	1,5	1	1	1	15	10	20	20	80	85	70	75
33	68	2	1	2	2	2	2	20	20	30	30	75	75	65	65
34	62	2	2	2	1	2	1	30	20	45	40	65	75	60	70
35	59	1	1	2	2	2	2	20	20	30	25	75	80	70	80
36	65	1	1	1	1	1	1	5	5	10	10	80	80	80	85

EXPERIMENTÁLNÍ skupina

Pohlaví	
1	muž
2	žena
Typ postižení mozku	
1	Ischemická CMP
2	Hemoragická CMP
Typ vyšetření	
_1	vstupní
_2	výstupní
MAS	Modifikovaná Ashworthova škála
MAS-A	MAS pro musculus BRACHIALIS
MAS-B	MAS pro musculus BRACHIORADIALIS
TS	Tardieu škála
TS-A	TS pro musculus BRACHIALIS
TS-B	TS pro musculus BRACHIORADIALIS
BI zákl.	Barthel index základní
MFS	Modifikovaný Frenchay test paže

Pacient	Věk	Pohlaví	Etiologie	MAS-A _1	MAS-A _2	MAS-B _1	MAS-B _2	TS-A _1	TS-A _2	TS-B _1	TS-B _2	BI_1	BI_2	MFS_1	MFS_2
1	41	1	1	2	2	2	2	0	0	30	25	90	90	10	15
2	78	2	1	3	2	3	2	10	5	50	40	40	45	0	5
3	84	2	1	1	1	1	1	10	10	10	10	70	70	68	70
4	66	1	1	2	1	2	1	20	20	40	35	75	80	15	25
5	71	2	2	2	2	2	2	10	10	30	25	35	50	39	55
6	88	1	1	2	2	2	2	10	10	20	15	75	75	96	97
7	82	2	1	2	2	3	2	30	30	40	30	25	40	0	10
8	66	1	1	2	1,5	2	1,5	10	5	10	5	80	85	50	65
9	70	2	1	2	2	2	1,5	20	10	20	10	80	90	55	70
10	65	1	1	2	1	2	1,5	30	20	30	25	85	90	60	75
11	72	2	1	2	2	2	2	40	35	20	20	70	75	50	55
12	80	2	1	2	2	2	2	20	20	25	20	80	85	70	75
13	76	2	1	2	2	2	2	20	15	20	15	75	80	50	55
14	71	1	1	1,5	1	1,5	1	10	10	10	10	85	90	80	80
15	79	2	1	2	2	2	2	20	20	30	25	60	65	60	65
16	69	2	1	1	1	1	1	10	10	15	10	85	90	80	85
17	71	2	1	2	2	2	1,5	20	15	30	25	65	70	80	85
18	69	1	1	2	2	2	2	20	20	15	15	70	70	60	65
19	73	1	1	2	2	3	2	30	30	45	40	60	65	50	55
20	80	2	1	2	1	2	1	20	10	30	20	70	75	40	45
21	76	1	1	1,5	1	1	1	15	10	20	20	80	85	70	75
22	66	2	1	2	2	2	2	20	20	30	30	75	75	65	65
23	61	2	2	2	1	2	1	30	20	45	40	65	75	60	70
24	62	2	1	2	2	2	2	20	20	30	25	75	80	70	80
25	54	1	1	1	1	1	1	5	5	10	10	80	80	80	85
26	53	2	2	2	2	2	2	40	35	30	30	60	65	60	65
27	64	2	2	3	2	3	2	60	50	40	40	50	55	35	40
28	69	1	1	2	2	2	2	30	30	40	40	60	65	50	55
29	71	2	1	2	2	2	2	50	50	50	45	55	60	60	65
30	74	1	1	2	2	2	2	30	30	25	20	65	65	65	70
31	77	2	2	2	2	2	2	20	20	30	25	70	75	75	80

KONTROLNÍ skupina

Pohlaví	
1	muž
2	žena
Typ postižení mozku	
1	ischemická CMP
2	hemoragická CMP
Typ vyšetření	
_1	vstupní
_2	výstupní
MAS	Modifikovaná Ashworthova škála spasticity
MAS-A	MAS pro musculus BRACHIALIS
MAS-B	MAS pro musculus BRACHIORADIALIS
TS	Tardieu škála
TS-A	TS pro musculus BRACHIALIS
TS-B	TS pro musculus BRACHIORADIALIS
BI zákl.	Barthel index základní
MFS	Modifikovaný Frenchay test paže