UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Bc. Magdalena Šťastná

Roboticky asistovaná rehabilitace ruky

Diplomová práce

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

Olomouc 2019

ANOTACE

Typ závěrečné práce: diplomová

Název práce: Roboticky asistovaná rehabilitace ruky

Název práce v AJ: Robot-assisted Hand Rehabilitation

Datum zadání: 2018-01-31

Datum odevzdání: 2019-05-13

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Bc. Magdalena Šťastná

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

Oponent práce: Mgr. et Bc. Kateřina Wolfová

Abstrakt v ČJ:

Roboticky asistovaná rehabilitace ruky

Úvod: Roboticky asistovaná rehabilitace je využívána u pacientů s neurologickým onemocněním jako prostředek pro zlepšení funkce ruky a k ovlivnění svalového tonu.

Cíl: Zjistit, jaký efekt má roboticky asistovaná rehabilitace ruky na spasticitu a funkci prstů ruky u pacientů se spastickou parézou v chronickém stádiu.

Metodika: Studie se zúčastnilo 33 pacientů v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním se spastickou parézou horní končetiny s hodnocením v rámci MAS 1-3, po předchozí aplikaci botulotoxinu. Průměrný věk pacientů 58 let (od 24 do 75 let). Spasticita prstů, konkrétně musculus flexor digitorum profundus a flexor digitorum superficialis, byla hodnocena na základě Modifikované Ashwortovy škály a Tardieu škály. Funkce ruky byla hodnocena pomocí Indexu Barthelové, Frenchayského testu paže a dle Skóre vizuálního

hodnocení funkčního úkolu ruky. Naměřená data byla zapsána do tabulky v programu Microsoft Excel 2010 a následně zpracována v programu STATISTICA za použití jednofaktorové analýzy ANOVA. Hladina statistické významnosti byla stanovena $p<0,05$.

Výsledky: V hodnocení spasticity pro musculus flexor digitorum profundus ($p=0,06$) a musculus flexor digitorum superficialis ($p=0,47$) nebyl nalezen pozitivní statisticky signifikantní výsledek účinku robotické rehabilitace. V hodnocení funkce ruky a soběstačnosti došlo k statisticky signifikantnímu zlepšení ve všech třech testovacích škálách. A to pro Index Barthelové ($p=0,001$), Frenchayský test paže ($p=0,00005$) a Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky ($p=0,0001$).

Závěr: Roboticky asistovaná rehabilitace nemá statisticky signifikantní vliv na spasticitu prstů. Má však statisticky signifikantní vliv na funkci ruky a soběstačnost.

Klíčová slova: Robotická rehabilitace ruky, funkce ruky, Gloreha, spasticita, léčba spasticity

Abstrakt v AJ:

Robot-assisted hand rehabilitation

Introduction: Robot-assisted hand rehabilitation is used with patients with neurological disorders, as a tool for improving function of the hand and to influence muscle tone.

Purpose: To discover, what effect has robotic rehabilitation on spasticity and function of hand in patients with spastic paresis in chronic stage.

Methods: For this study we recruited 33 neurological patients with chronic spastic paresis of the upper limb with a score in the Modified Ashwort Scale 1–3, after previous application of botulinum toxin. Our recruits have average age of 58 years (from 24 to 75 years old) Finger spasticity, specifically musculus flexor digitorum profundus and flexor digitorum superficialis, was evaluated by the Modified Ashwort Scale and Tardieu Scale. Function of the hand was evaluated by the Barthel Index, Frenchay Arm Test and Score of Visual Evaluation of the Functional Task of the Hand. Data was inputted into Microsoft Excel 2010 and afterwards processed in STATISTICA program by using Analysis of variance (ANOVA). Level of statistical significance was determined by $p<0,05$.

Results: There were not any statistically significant conclusions in evaluation of spasticity of musculus flexor digitorum profundus ($p=0,06$) and musculus flexor digitorum superficialis

(p=0,47) with robot-assisted rehabilitation. In evaluation of function of the hand and self-sufficiency there was statistically significant improvement in all three scales. Specifically, for Barthel Index (p=0,001), Frenchay Arm Test (p=0,00005) and Score of Visual Evaluation of the Functional Task of the Hand (p=0,0001).

Conclusion: Robotic assisted rehabilitation has no significant effect on finger spasticity, but it has statistically significant effect on hand function and self-sufficiency.

Key words: Robot-assisted rehabilitation, hand function, Gloreha, spasticity, spasticity treatment.

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

V Olomouci dne _____ _____

Mnohokrát děkuji MUDr. Petrovi Konečnému, Ph.D., MBA, za odborné vedení, pomoc a trpělivost při práci na této diplomové práci. Zvláštní obrovské díky patří celé mé široké rodině, za vytrvalou podporu a pomoc při studiích.

OBSAH

ÚVOD 9
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ 11
1.1 Poruchy funkce ruky 11
1.2 Poruchy motorického systému 11
1.3 Poruchy somatosenzorického systému 12
1.4 Syndrom centrálního motoneuronu 13
1.4.1 Pozitivní příznaky 13
1.4.2 Negativní příznaky 18
1.4.3 Projevy a dopady UMN 18
1.5 Hodnocení spasticity a funkce ruky 19
1.5.1 Tardieu scale 20
1.5.2 Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (SVH) 21
1.5.3 Frenchay Arm Test (FAT) 21
1.5.4 Ashwortova škála (AS) 22
1.5.5 Index Barthelové (BI) 22
1.5.6 Elektrofyziologické metody hodnocení 22
1.6 Terapie spasticity 23
1.6.1 Nefarmakologická terapie 24
1.6.2 Robotická rehabilitace 26
1.6.3 Farmakologická léčba 30
2 CÍLE A HYPOTÉZY 33
2.1 Cíl práce 33
2.2 Hypotézy 33
3 METODOLOGIE VÝZKUMU 35
3.1 Charakteristika testovaného souboru 35
3.2 Průběh rehabilitace pomocí Gloreha II professional 37
3.3 Měření a hodnocení 37
3.4 Statistické zpracování dat 38
4 VÝSLEDKY 39
5 DISKUZE 49
5.1 Komentář k vědecké otázce č. 1 52
5.2 Komentář k vědecké otázce č. 2 53

5.3 Diskuze k vědeckým otázkám č. 1 a 2 54
5.4 Východiska pro praxi 59
5.5 Limity práce 60
ZÁVĚR 62
REFERENČNÍ SEZNAM 63
SEZNAM ZKRATEK 72
SEZNAM OBRÁZKŮ 74
SEZNAM TABULEK 75
SEZNAM PŘÍLOH 76
PŘÍLOHY 77

ÚVOD

Poruchy hybnosti horní končetiny jsou velmi častým jevem u pacientů s neurologickým onemocněním. Omezená pohyblivost prstů, neschopnost úchopu a porucha funkce má velmi negativní dopad na každodenní život pacienta, omezuje ho v provádění oblíbených aktivit a schopnosti se o sebe postarat. Pro zlepšení motoriky a funkce ruky je nezbytná adekvátní odborná péče zahrnující i fyzioterapii a ergoterapii. Součástí těchto oborů je právě i využití robotických přístrojů pro rehabilitaci. Robotická rehabilitace funguje na principech motorického učení, které podporuje neuroplastické změny mozku. Terapii lze maximálně přizpůsobit pacientovi dle jeho aktuálních potřeb a dle typu přístroje je možné nastavit míru nejnutnější pasivní podpory. Navíc je možné zaznamenávat průběh a výsledky terapie a následně je porovnávat, což může pacienta motivovat v další rehabilitaci.

Tato diplomová práce se zabývá vlivem roboticky asistované rehabilitace na spasticitu prstů a na funkci ruky a soběstačnost pacienta. Konkrétně byl využit přístroj Gloreha II professional a byly porovnávány rozdíly vlivu robotické rehabilitace na spasticitu a funkci ruky.

Teoretická část je zaměřena na poruchy motorického a senzitivního systému a vlivem těchto poruch na funkci ruky. Dále je popisována charakteristika syndromu centrálního motoneuronu, jeho negativní a pozitivní příznaky, projevy a dopady. Popsány jsou možnosti měření spasticity a její hodnocení, dále jsou uvedeny konkrétní škály jak pro hodnocení spasticity, tak pro hodnocení funkce ruky. V dalších kapitolách jsou popsány možnosti farmakologické i nefarmakologické léčby a detailnější náhled do možností a výhod rehabilitačních robotů.

Diskuze je zaměřena na porovnání výsledků této práce s výsledky dalších studií, zabývajících se podobnou problematikou.

Robotické přístroje patří k moderním, stále se rozvíjejícím trendům nejen v neurorehabilitaci. Vliv robotické rehabilitace patří k častým tématům studií především v zahraničí. K terapii je využíváno mnoho odlišných přístrojů, kromě Gloreha také často Armeo®Spring, Amadeo. MIT-MANUS a dalších. Většina autorů se zabývá vlivem na funkci ruky a využívá k hodnocení mnoho odlišných škál. Méně autorů se zabývá vlivem na spasticitu ruky a prstů a k hodnocení využívají především Ashwortovu škálu, nebo Modifikovanou Ashwortovu škálu. Někteří autoři se zaměřují i na zlepšení koordinace prstů, ovlivnění prokrvení ruky. Dále je zmiňována redukce otoku, či zlepšení subjektivních vjemů, jako pocit ztuhlosti, pocit těžkosti ruky a bolestivost.

Cílem práce bylo ověřit, jaký efekt má roboticky asistovaná rehabilitace ruky na spasticitu a funkci prstů ruky u pacientů se spastickou parézou v chronickém stádiu.

Měření probíhalo před začátkem terapie a následně po ukončení terapeutického programu po 6 týdnech. Pro hodnocení spasticity byla využita Modifikovaná Ashwortova škála a Tardieu škála. Pro evaluaci funkce ruky byl využit Index Barthelové, Frenchayský test paže a Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky. Měření probíhalo v Centru léčebné rehabilitace v nemocnici Prostějov a bylo změřeno 33 pacientů v chronickém stádiu se spastickou parézou ruky.

K vyhledávání odborných článků informací pro teoretickou část a diskuzi byly využity především vědecké on-line databáze PubMed, ProQuest, EBSCO, Medvik, PEDro, ResearchGate a Google Scholar Rešerše probíhala od října 2017 do dubna 2019. Pro vyhledávání v databázích byla použita klíčová slova: robotická rehabilitace ruky, funkce ruky, Gloreha, spasticita, léčba spasticity a jejich anglické ekvivalenty: robot-assisted rehabilitation, hand function, Gloreha, spasticity, spasticity treatment. Celkem bylo v databázích na základě klíčových slov vyhledáno 39 článků v anglickém jazyce, další články byly dohledány ručním vyhledáváním. S ohledem na cíl práce bylo využito 63 zdrojů, z toho 51 zahraničních článků v anglickém jazyce, osm článků psaných v českém jazyce, dvě knihy a dva elektronické informační zdroje.

BISSOLOTTI, L., VILLAFAÑE, J. H., GAFFURINI, P., ORIZIO, G., 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. 2018-01-03]. DOI: 10.1589/jpts.28.769. ISSN 0915-5287.

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

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], [cit. 2019-03-25]. **31**(3), 351-360. DOI: 10.1177/0269215516642606. ISSN 0269-2155.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Poruchy funkce ruky

Zranění, postihující ruku, může mít výrazný negativní dopad na její funkci, snižuje kvalitu života a oddaluje návrat do práce (Ferree et al., 2017, s. 931).

Dysfunkce ruky a porucha manipulačních schopností je často viděna u centrálních nebo periferních lézí nervového systému, jako je cévní mozková příhoda (CMP), Huntingtonova choroba, Parkinsonova choroba, onemocnění motorického neuronu, periferní neuropatie, roztroušená skleróza, nádorové onemocnění mozku a míchy, míšní leze a další (Krishnan, Jaric, 2008, ss. 2274-2275).

Při chirurgické i konzervativní terapii poruch ruky je nutná spolupráce jak lékaře, tak fyzioterapeuta, ergoterapeuta i pacienta. Při terapii ruky se soustředíme především na redukci otoku, ovlivnění bolesti, zabránění vzniku kontraktur, pohyblivost šlach, posílení svalů, zlepšování rozsahu pohybu, koordinaci, preciznost. Zranění ruky, ať už traumatologického, ortopedického nebo neurologického původu, vždy výrazně ovlivňuje její funkci a má negativní dopad na sebeobsluhu a běžné denní činnosti (ADL). Při terapii se tedy vždy snažíme o maximální návrat funkce (Dorf et al., 2010, s. 464).

1.2 Poruchy motorického systému

Pro optimální funkci motoriky ruky je nezbytná neporušenost centrálního nervového systému (CNS), a to jak kortikálních, tak subkortikálních struktur. Při lézi somatosenzorického kortexu nebo v oblasti motorických drah dochází k poruše funkce ruky (Wiesendanger, Serrien, 2001, ss. 161-162). Dochází především k poruše koordinace, řízení pohybu a plánování motorické aktivity. Pro efektivní funkci ruky je nezbytná stabilita trupu a ramenního pletence a jejich adekvátní kontrola, následné zapojení ruky do manipulačních aktivit vyžaduje dostatečnou mobilitu a kontrolu distálních částí horní končetiny (Wilton, 2003, s. 573).

Kortikální oblast pro funkci ruky je často porušena při CMP v povodí arteria cerebri media, čímž dojde k poškození primární motorické oblasti ruky a narušení její obratnosti a koordinace. Řízení a kontrolu její funkce přebírá suplementární a premotorická oblast. V případě, že ruka není dostatečně stimulována a zapojována do aktivit, dochází v rámci kortikální kompetice ke ztrátě korových oblastí pro ruku a ta tak připadá sousedním oblastem, které jsou více stimulovány. Toto se děje zprvu reverzibilně, při prolongovaném opomíjení

akra však může dojít k nevratné ztrátě motorické oblasti ruky (Mayer a Hluštík 2004, ss. 11-12; Macháčková et al., 2007, ss. 114-115).

1.3 Poruchy somatosenzorického systému

Míra deficitu somatosenzorického systému má dlouhodobý dopad na motorický a sensitivní výkon a funkční soběstačnost v ADL. Deficit somatosenzorického systému je přítomen u více než poloviny pacientů po iktu. Bolest, která je u pacientů po iktu často přítomna, může také komplikovat návrat somatosenzitivních funkcí (Pumpa et al., 2015, ss. 93-94).

Somatosenzorický systém je tvořen všemi oddíly centrálního nervového systému, které se podílejí na přenosu a zpracování somatosenzorických informací. Exterocepce zahrnuje povrchové kožní čití z mechanoreceptorů, termoreceptorů a nociceptorů. Propriocepce zahrnuje hluboké čití ze svalových vřetének a šlachových tělísek. Anterolaterální spinothalamický trakt vede termické a bolestivé vjemy, dorsální a mediální lemniskální trakt vede proprioceptivní informace i některé exteroceptivní, jako je lehký dotyk, tlak, vibrace a diskriminační čití. Aference vstupuje do kontralaterálního ventrálního jádra thalamu. Doprovodným systémem je spinocerebelární trakt, který vede nevědomé proprioceptivní informace do mozečku. Z thalamu jsou informace předávány přes thalamokortikální spojení do parietální kůry a končí většinou v primární a sekundární somatosenzoricé kůře a v telencephalických oblastech jako insula a bazální ganglia. Intaktní somatické čití je nezbytné pro motorickou kontrolu, protože motorický projev je závislý jak na neporušené dopředné vazbě, tak neporušené zpětné vazbě z receptorů, navíc správné čití je nezbytnou součástí motorického učení, které je esenciální při následné rehabilitaci po lézi CNS (Kessner et al., 2016, s. 136-137). Bylo navíc prokázáno, že ztráta somatosenzorického vnímání prohlubuje následné zhoršování motorických schopností afektované končetiny spolu se snížením následného spontánního využívání končetiny (Dannenbaum, Dykes in Kessner et al, 2016., s. 141). Poruchy somatosenzoriky mají negativní vliv na bezpečnost při prozkoumávání okolí, například detekce horkého předmětu, a na participaci v denních aktivitách, v sexuálním životě nebo při volnočasových aktivitách (Carey, Mathyas, 2011, ss. 257–258).

1.4 Syndrom centrálního motoneuronu

Syndrom centrálního (horního) motoneuronu, v anglické terminologii označovaného jako Upper Motoneuron Syndrome (UMN), je souborné označení symptomů, které se objevují u pacientů s lézí descendentního kortikospinálního traktu. Léze horního motoneuronu, motorických cest a synapsí se mohou objevit na úrovni kortexu, capsula interna, v mozkovém kmeni nebo míše. Na konkrétním individuálním klinickém obraze se podílí mnoho faktorů – lokalizace léze, rozsah, rychlost vzniku a další postižení motorických drah. Klinický obraz zahrnuje tři základními symptomy – zvýšenou svalovou aktivitu, parézu a zkrácení svalu. Celkově se symptomy, vyskytující se po vzniku léze, mohou označovat jako **pozitivní** – odkazující na různé formy svalové hyperaktivity a **negativní** odkazující na ztrátu aktivity, sekundárně vedoucí k narušené aktivaci svalu a porušené kontrole volní motoriky.

Pozitivní fenomény zahrnují zvýšenou citlivost na protažení jako je spasticita, hyperreflexie, ko-kontrakce a spastická dystonie. Můžou zahrnovat také zesílené nociceptivní reflexy (flexorové) a synkinézy (Mayer, Esquenazi, 2003, s. 855).

Negativní fenomény zahrnují zpomalení a větší náročnost pohybu, ztrátu obratnosti, svalovou slabost a unavitelnost, jenž způsobuje neadekvátní generaci síly při pokusu o volní pohyb, ztrátu selektivní kontroly svalů a končetinových segmentů (Mayer, 1997, s. 2).

Syndrom centrálního motoneuronu má negativní dopad na funkční kapacitu a mobilitu. Následně se často objevují dekubity, kardiovaskulární problémy, tromboflebitidy, respirační infekce, kontraktury, osteoporóza, neurogenní močový měchýř a střeva, nesoběstačnost a sociální izolace.

Vzhledem k velikosti plochy korových motorických oblastí a descendentních drah je léze centrálního motoneuronu velmi častá. Poruchy, které mohou vést k jejímu vzniku, jsou traumatické poranění mozku (až 30%), cévní mozková příhoda (ve 4-42,6%), roztroušená skleróza, chronické míšní poranění, dětská mozková obrna, nádorová onemocnění mozku a míchy, zánětlivá a neurodegenerativní onemocnění CNS (Štětkářová, 2013, s. 271; Mayer, 1997, s. 2).

1.4.1 Pozitivní příznaky

Spasticita

Spasticita v užším slova smyslu je klinicky definována dle Lanceho jako hypertonus svalu závislý na rychlosti jeho protažení, zvýšená dráždivost tonického napínacího reflexu

a zvýšení šlachokosticových reflexů (Trompetto et al., 2014, s. 1; Mukherjee, Chakravarty, 2010, s. 1; Štětkářová, 2013, s. 268). Je to jedna z mnoha komponent syndromu centrálního motoneuronu. Spasticita se klinicky manifestuje jako zvýšený svalový tonus, který se zvětšuje s rychlým pasivním protažením svalu (Trompetto et al., 2014, s. 2). Spasticita bude výraznější u delšího nebo většího svalu a při extrémní rychlosti může dojít až k zastavení pohybu (Štětkářová et al., 2012, s. 15). Spastickým fenoménem je i klonus, který můžeme vyvolat rychlým extrémním natažením svalu, ale na rozdíl od spasticity můžeme klonus vidět i v klidu, kdy dochází k rytmickému opakování napínacího reflexu a tedy střídavé kontrakci a relaxaci svalu. Jde o sérii nevolních, rytmických svalových kontrakcí a relaxací nastávající v důsledku vlastních re-excitací hyperaktivního napínacího reflexu v afektovaném svalu (Thibaut et al., 2013, s. 1094).

Supraspinální a spinální mechanismy spasticity

Základním a nezbytným reflexem, který ovlivňuje svalový tonus a umožnuje kontrakci svalu a tím pohyb, je napínací reflex (v anglické terminologii označován jako „stretch reflex“). Je vyvolán aktivací svalového vřeténka při náhlém protažení svalu, kdy je vzruch veden aferentními vlákny k alfa-motoneuronu v předním rohu míšním (Štětkářová et al., 2012, ss. 22-23). Dalším důležitým receptorem je šlachové tělísko, které podrážděním inhibičních míšních neuronů utlumí alfamotoneurony daného svalu. Jedná se obrácený napínací reflex, který zajištuje náhlé ochabnutí svalu při jeho extrémním napnutí a zároveň aktivuje i alfa-motoneurony antagonistů, čímž zajišťuje princip reciproční inhibice (Štětkářová, 2013, s. 269).

Dle elektromyografie (EMG) u zdravých jedinců nedochází při pasivním protažení svalu k žádné reflexní kontrakci protahovaného svalu. Oproti tomu u jedinců se spasticitou hodnocenou při relaxaci svalu, je pozitivní lineární korelace mezi EMG aktivitou protahovaného svalu a rychlostí protažení. Zvýšení napínacího reflexu může být způsobeno dvěma faktory. Prvním je zvýšená excitabilita svalových vřetének, kdy pasivní protažení svalu vyvolá jejich neadekvátní zvýšenou aktivaci. Druhým faktorem je abnormální zpracování senzorických podnětů ze svalových vřetének v míše, což vede k nadměrné reflexní aktivaci alfa-motoneuronů. Obecně uznávaná varianta je, že spasticita vzniká následkem abnormálního zpracování normálního podnětu ze svalových vřetének v míše. Závislost spasticity na rychlosti protažení může být spojena s citlivostí aferentních vláken typu Ia. Aferentní vlákna typu II, která vedou vzruchy ze sekundárních zakončení svalových vřetének, jsou zapojená aktivací alfa motoneuronů skrz oligosynaptické dráhy. Předpokládá

se, že aferentní nervová vlákna typu II jsou závislá na délce svalu a mohou být zodpovědná za svalovou kontrakci během izometrie. (Trompetto et al., 2014, ss. 3-5; Mukherjee, Chakravarty, 2010, s. 1-2).

Trompetto et al ve své studii z roku 2014 uvádí několik faktů, týkajících se supraspinálních vlivů na napínací reflex. Prvním z nich je tvrzení, že spasticita není vázána na pyramidový systém – jeho selektivní poškození na úrovni pedunculus cerebri a v úrovni pyramidy nevede k rozvoji spasticity. Druhý faktem je, že spasticita vzniká následkem ztráty nebo redukce inhibičních vlivů vedených dorsální retikulospinální dráhou. Za třetí uvádí, že spasticita je udržována díky facilitačním vlivům vedeným mediální retikulospinální dráhou. Vestibulospinální dráha hraje jen malou roli – při jejím oddělení v anteriorním funiculu došlo k přechodnému uvolnění spasticity, avšak toto uvolnění nebylo trvalé. Naopak při unilaterální nebo i bilaterální chordotomii, kdy dojde k přetětí jak vestibulospinální, tak mediální retikulospinální dráhy, došlo k dramatické redukci spasticity. Ve stručnosti tedy můžeme říci, že mozkové léze způsobují spasticitu, když dojde k poškození facilitačních kortikobulbárních vláken, které vedou k inhibici ventromediální retikulární formace, ve které začíná dorsální retikulospinální trakt. Inkompletní spinální léze způsobují spasticitu, když je zničen právě dorsální retikulospinální trakt bez poškození mediální retikulospinální dráhy. U kompletních míšních lézí jsou jak facilitační, tak inhibiční vlivy na napínací reflex ztraceny (Trompetto et al., 2014, ss. 3-5).

Časová prodleva mezi vznikem léze CNS a nástupem spasticity naznačuje, že nejde pouze o fenomén uvolnění, ale že v míše a mozku dochází k plastickým změnám. Při částečné nebo kompletní denervaci dochází k hypersenzitivitě receptorů v CNS. Výsledná hyperexcitabilita postsynaptické membrány může být způsobena formací nových receptorů nebo morfologickými změnami v denervovaných receptorech. Tato „denervační hypersenzitivita“ může mít souvislost i se zvýšenou excitabilitou alfa-motoneuronů, které ztratily excitační potenciály přicházející kortikospinální dráhou. Alfa-motoneurony po UMN lézi navíc lokálně uvolňují růstové faktory, což podporuje lokální sprouting (pučení) sousedních interneuronů a tak vytvoření podmínek pro formaci nových abnormálních synapsí mezi těmito interneurony a membránou těla motoneuronů (Trompetto et al, 2014, s. 5; Mukherjee, Chakravarty, 2010, s. 2-5).

Typy spasticity dle lokalizace léze

Můžeme rozlišit dva typy spasticity: Cerebrální, s rozlišením léze nad úrovní nebo v úrovni pontu, kdy mozková kůra ztrácí vliv na inhibiční struktury v oblasti kmene. Dochází

zde k výraznějšímu postižení extenzorů s převahou na dolních končetinách a ve velmi malé míře se vyskytuje fenomén sklapovacího nože. Druhým typem je tzv. spastická dystonie, která se vyskytuje u spinálních lézí. U tohoto typu je výraznější postižení flexorových svalových skupin, častěji se vyskytuje fenomén sklapovacího nože a klonus (Štětkářová, 2013, s. 268). Postižené bývá jak trupové svalstvo, tak proximální svalstvo horních i dolních končetin.

Spinální poranění může být kompletní nebo inkompletní. Při kompletní lézi dochází k absolutnímu přerušení excitačních i inhibičních drah, napínací reflexy ztratí inhibiční vlivy z vyšších etáží CNS a rozvine se těžká spasticita postihující segmenty pod úrovní léze. Klinický obraz u spinálních postižení je převážně flekční postavení na horních končetinách a extenční na dolních končetinách (Štětkářová et al., 2012, ss. 21-22).

Spastická dystonie

Spastická dystonie je neschopnost relaxace svalu vedoucí ke spontánní tonické kontrakci, ačkoli se pacient nesnaží o pohyb. Jde o zřetelné a typické abnormální postavení končetin spastických pacientů, kdy jako příklad můžeme uvést Wernicke-Mannovo držení. Můžeme ji vidět ve dvou formách (Marinelli, 2017, ss. 84-85). **Prvním typem** je tonická kontrakce svalu nebo skupiny svalů v klidu, často na horní končetině, podílející se na tzv. hemiplegické postuře. Tonická kontrakce může být elektromyograficky změřena na abduktorech ramene, flexorech lokte a flexorech zápěstí a prstů. Při studiích, které byly prováděné na opicích, bylo zjištěno, že tento fenomén přetrvává i po přetětí dorsálních kořenů míšních, což naznačuje, že je nezávislý na míšních reflexech. Ačkoli nesouvisí s napínacím reflexem, je spastická dystonie citlivá na protažení a délku svalu. S protažením se může nejprve zvýšit, ale má tendenci se postupně snižovat, pokud protažení přetrvává a délka svalu se zvyšuje (Sheann, McGuire, 2009, ss. 828-829). **Druhý typ** je spastická dystonie citlivá na protažení, která se často vyskytuje u pacientů po mrtvici. Při stoji nebo během chůze může být afektovaná dolní končetina v extenzi kolene nebo plantiflexi hlezna, někdy i s inverzí. Během chůze může být znatelná výraznější flexe v lokti – tzv. asociovaná reakce (Sheann, McGuire, 2009, ss. 828-829).

Flexorové a extenzorové spasmy

Souvisejí se zvýšením flexorových a extenzorových reflexů. Jsou vyvolávány zevními stimuly i spontánně, například změnou polohy, taktilní stimulací, nebo vegetativními vlivy, jako je plný močový měchýř. Rozsah spazmů a jejich intenzita může být jak pouhý pohyb akra, tak i bolestivý flekční pohyb dolních končetin, či pohyb celého těla. Flexorové spasmy se hojně vyskytují u spinálních lézí (Štětkářová et al., 2012, ss. 18-19). Jde o polysynaptický

reflex, fyziologicky se jedná o ochranný reflex vznikající na základě nociceptivního podnětu, který má za účel oddálit končetinu od zdroje bolesti (Králíček, 2002, ss. 142-144). Flexorový reflex je nejčastěji viděn jako flexe kyčelního, kolenního a hlezenního kloubu. Extenzorové spasmy se více vyskytují u míšních poranění a poranění hlavy. Jedná se o podpůrný reflex, extenzí dolních končetin a v koordinaci s flexorovým reflexem umožňuje lokomoční pohyb. Na dolních končetinách je typická addukce kyčelních a extenze kolenních kloubů spolu s equinovarozním postavením nohy (Thibaut et al., 2013, s. 1094).

Oba typy spazmů mohou mít i pozitivní funkční dopad – například extenční spasmus kolenního kloubu umožňuje chůzi a zabraňuje kolapsu kolene, dále mohou být využity například při mobilitě v lůžku a k dopomoci personálu při vykonávání ADL (Štětkářová et al., 2012, ss. 18-19).

Asociovaná reakce

Asociovaná reakce, neboli synkineze jsou asociované pohyby, které se mimovolně vyskytují v jiných segmentech, než které jsou zapojeny do volního pohybu. Jsou to uvolněné posturální reakce, které nejsou vůlí ovlivnitelné. Předpokládá se, že na to má vliv bulbospinální motorická dráha, která převezme funkci poškozené kortikospinální dráhy. Vlivem na antigravitační motoneurony se pravděpodobně podílí na vzniku synkinéz také vestibulospinální reflexy. Příkladem asociované reakce může být i současný pohyb ramene při volním pohybu akra, nebo zrcadlení pohybu zdravé končetiny. Může se objevit i během ‚nevolních' pohybů jako je zívání nebo kašlání. Předpokládá se, že při poranění dochází v oblasti kortexu nebo míchy k procesu neuroplasticity bez velkého významu. Na základě těchto neúčelných změn dochází k tomu, že funkční část kortexu se snaží ovlivnit původní segmenty a ovlivňuje zároveň i ty oblasti, které byly řízeny destruovanou částí kortexu. To se nazývá jako „overflow fenomen" (Dewald, Rymer, 1993 in Štětkářová, 2013, s. 270; Štětkářová, 2012, ss. 20-21).

Ko-kontrakce

Jedná se o kontrakci jak agonistů, tak antagonistů, vycházející z abnormálního vzorce impulsů descendentních supraspinálních drah. Dochází k poruše spinálních reflexů, které se podílejí na reciproční inhibici (Thibaut et al, 2013, s. 1093). Za fyziologického stavu umožňují udržení posturální stability nebo fixaci pohybového segmentu na základě reciproční inhibice. Aferentní Ia vlákna inhibují alfa motoneurony antagonistů. U UMN syndromu však chybí supraspinální kontroly reciproční inhibice, což znamená, že při pokusu o volní pohyb dochází k současným kontrakcím agonistů a antagonistů. Často můžeme vidět, že konečný

pohyb je opačného směru, než jaký pacient původně zamýšlel. Kokontrakce v důsledku vedou k progredující slabosti agonistů (Štětkářová et al., 2012, ss. 19-20).

1.4.2 Negativní příznaky

Paréza

Paréza je hlavním klinickým projevem UMN syndromu. Snížení svalové síly může vést od lehkého oslabení až po plegii svalu a může být způsobeno několika faktory. Prvním z nich je zvýšená aktivita svalu, kdy při stahu agonisty dojde vlivem rychlého protažení antagonisty k jeho spastickému stahu, čímž se agonista oslabuje. Dále může být paréza způsobena spastickou dystonií, která se vyskytuje i v klidu a ovlivňuje tak iniciální stav svalu, před zahájením aktivního pohybu. Většinou převažuje ve flexorových skupinách, čímž jsou oslabeny extenzorové skupiny.

Zásadní vliv mají i ko-kontrakce, vyskytující se při volním pohybu. Kromě svalové síly výrazně ovlivňují i koordinaci. Při pokusu o pohyb dojde ke kontrakci nejen agonistů, ale současně i antagonistů, čímž se prohlubuje oslabení agonistů. Samotné zkrácení svalu také zhoršuje jeho vlastní svalovou sílu. Maximálně zkrácený sval se již nemůže dále kontrahovat, ačkoli je inervace zachována (Štětkářová et al., 2012, ss. 24-25).

Zkrácení svalu

Již několik hodin po vzniku parézy, dochází ke změnám viskoelastických vlastností okolních tkání. Okolní měkké tkáně i cévy se přizpůsobují změněné (zkrácené) délce svalu. To vede ke vzniku kontraktur. Správně nastavenou terapií, a především vhodně zvolenou rehabilitací, je možné těmto změnám předcházet. Využít můžeme dlahy, protahování, v pokročilých případech je možná i chirurgická intervence, lokální provedení bloku nervu nebo využití botulotoxinu. Objevit se může i osteoporóza, zhoršená schopnost sebeobsluhy a pohybu v lůžku a následně vznik dekubitů (Štětkářová et al., 2012, s. 26).

1.4.3 Projevy a dopady UMN

Spasticita je běžným jevem, jež můžeme sledovat u pacientů s neurologickým onemocněním. Klinicky se spasticita manifestuje jako zvýšená rezistence svalu na protažení a je často spojena s dalšími fenomény jako zvýšení šlachookosticových reflexů, klonus, flexorové a extenzorové spazmy, synkinézy nebo s fenoménem sklapovacího nože (Mukherjee, Chakravarty, 2010, s. 2). Míra spasticity závisí i na délce nebo velikosti svalu – pokud dojde k rychlejšímu protažení, je výraznější i spasticita. V klidovém stavu se spasticita nevyskytuje, můžeme však někdy pozorovat klonus, tedy rytmické opakování napínacího

reflexu. Spasticita omezuje aktivní i pasivní pohyb, vede ke změnám viskoelastických vlastností měkkých tkání, svalů i šlach a ke změnám jejich struktury s přeměnou na kolagenní vazivo, následně se objevují i deformity kloubů. U UMN syndromu se mění i regulace pohybu, kdy pohyb převažuje pouze v jednom směru. Volní aktivita se vytrácí a převažuje mimovolní, což může vést až k Wernicke-Mannovu držení (Štětkářová, 2013, ss. 269-270). Dlouhodobé zkrácení měkkých tkání a jejich ztuhnutí přispívá k hypertonii a vzniká začarovaný kruh, kdy větší hypertonus svalstva vede znovu k fixovanému zkrácení, zároveň se prohlubuje oslabení svalu a zvyšuje se jeho aktivita. V klidu, se jedná především o svalovou dystonii, která způsobuje abnormální držení končetiny. Volní pohyb narušují kokontrakce a synkinézy, které narušují koordinaci a svalovou sílu. Dále se objevují extenzorové a flexorové spasmy. Spasticita může být také příčinou bolesti. Dlouhodobá kontrakce svalu může způsobovat narušení některých svalových vláken, což způsobí uvolnění některých chemických substancí, které aktivují nociceptory. Zároveň dochází k redukci kyslíku v kontrahovaném svalu a tím k ischemii a hypoxii svalové tkáně (Trompetto et al., 2014, ss. 5-6). Ten samý proces pravděpodobně nastává i při protažení spastického svalu. Opět se objevuje začarovaný kruh, kdy bolest vyvolává větší spasticitu a spasticita, spolu se změnami měkkých tkání vyvolává ještě větší bolest (Trompetto et al., 2014, s. 5). Spasticita negativně ovlivňuje i vnitřní orgány a může způsobovat hlubokou viscerální bolest. Bolest negativně ovlivňuje psychickou pohodu, zvyšuje úzkost, zhoršuje kognitivní funkce nebo kvalitu spánku (Štětkářová, 2013, s. 271). Spasticita a další fenomény UMN způsobují snížení fyzické aktivity. Kromě osteoporozy zde hrozí také riziko hluboké žilní trombozy, dochází k poklesu vazomotorického tonu, k metabolickým změnám endotelia a ke vzniku sraženiny. Se sníženou fyzickou aktivitou souvisí i změna bazálního metabolismu, změny v poměru cholesterolu a obezita. Sekundárně tak mohou vznikat kardiovaskulární onemocnění. Dlouhodobá imobilita vede ke změnám v kvalitě svalových vláken a k jejich retrakci na vazivo. Dále se objevují degenerativní onemocnění a osifikace velkých kloubů spojené s bolestmi, změnou kloubní pohyblivosti a dalším omezením mobility. V neposlední řadě je i zvýšené riziko vzniku kožních defektů (Štětkářová, 2013, ss. 271-172).

1.5 Hodnocení spasticity a funkce ruky

Posouzení a objektivní zhodnocení stupně spasticity je nezbytné pro sestavení následného terapeutického plánu a indikaci léčby, k průběžnému sledování efektivity terapie a hodnocení výsledného stavu po skončení terapie. Při hodnocení spasticity se musíme soustředit na několik základních problémů které způsobují poruchu funkce: identifikace

konkrétní motorické dysfunkce a její příčina, schopnost pacienta aktivně kontrolovat dané svaly a rozlišení role svalové ztuhlosti a kontraktury (Thibaut et al., 2013, ss. 1095-1096). V klinické praxi se nejčastěji využívají hodnotící škály. Neurofyziologické metody se běžně v praxi tolik nevyužívají, stejně tak fyzikální nebo biochemické metody, vzhledem k časové a technické náročnosti vyšetření, a protože ne vždycky korelují s výsledky klinických nálezů (Bethoux, 2015, s. 625).

Nejčastěji využívanou metodou pro hodnocení spasticity jsou Ashwortova škála a Tardie škála, které hodnotí svalový tonus a rozsah pohybu. V klinické praxi jsou využívány další škály, které nehodnotí spasticitu jako takovou, ale hodnotí její vliv na soběstačnost a ADL (Thibaut et al., 2013, s. 1096-1097). Pro hodnocení síly a funkce horních končetin může být využit i Frenchay arm test. Další je Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky.

Testováním se snažíme zhodnotit míru odporu, kterou klade sval pasivnímu protažení. Můžeme tak posoudit míru hypertonu svalu, spastickou dystonii, úhel v kloubu, míru svalových spazmů, klonus apod. (Štětkářová et al., 2012, ss. 33-34).

1.5.1 Tardieu scale

Klinická metoda využívaná specificky pro hodnocení centrální složky spasticity na základě porovnávání hraničního úhlu reakce svalu na protažení během třech základních rychlostí. Škála hodnotí spasticitu jako rozdíl mezi reakcí na protažení během nejnižší (V1) a nejvyšší (V3) rychlostí pasivního protažení. Nejnižší rychlost protažení je pod vyvolávající hranicí stretch-reflexu a poskytuje zhodnocení pasivního rozsahu pohybu. Protažení nejvyšší rychlostí vyvolá silný stretch reflex. Pokud je přítomna spasticita, dochází během rychlého protažení svalu ke kontrakci (catch) nebo klonu, dle úrovně spasticity.

Škála měří spasticitu na základě dvou parametrů: úhlu spasticity a stupně spasticity. Úhel spasticity je rozdíl mezi úhly zaražení pohybu během pomalého protažení a mezi záškubem a uvolněním (catch-and-release v anglické terminologii) nebo klonem při vyšší rychlosti protažení. Zatímco stupeň spasticity je ordinální proměnná, která hodnotí intenzitu a tím měří zvýšení reakce svalu na rychlé protažení.

Tři rychlosti protažení jsou:

V1 – nejnižší rychlost – jak lze nejpomaleji

V2 – Rychlost pádu segmentu končetiny na základě gravitace

V3 – co nejvyšší rychlost– rychlejší než volný pád ve směru gravitace

Všechny úhly jsou měřeny ve vztahu k testovanému svalu, ne na základě anatomických principů. 0° je definováno jako pozice minimálního protažení testovaného svalu. Po ustanovení úhlu, ve kterém dojde k zarážce při pomalém pohybu (X_{V1}), ustanoví terapeut hranici záškubu a následného uvolnění nebo klonu při rychlosti V3 (X_{V3}). Rozdíl X_{V1} - X_{V3} udává úhel spasticity X, který charakterizuje pouze stretch reflex v závislosti na rychlosti protažení. Čím větší je úhel spasticity, tím více je sval spastický. V případě, že není palpovatelný žádný catch nebo klonus při vysoké rychlosti, není ani specifikován žádný úhel zarážky a tedy úhel spasticity je roven hodnotě 0 (tzn. $X_{V1}=X_{V3}$).

Fenomén popsán při jednotlivých stupních koresponduje pouze s kontrakcí svalu na základě stretch reflexu – na rozdíl od ostatních škál nehodnotí kontrakturu nebo nechtěnou volní kontrakci. Pokud se po zarážce nedostaví znatelné uvolnění, může jít o nechtěnou volní kontrakci nebo nespastickou dystonii. V takovém případě se nehodnotí (Gracies et al., 2010; Ehler, 2015, s. 22; Štětkářová et al., 2012).

Při hodnocení dle Tardieu je třeba dodržovat zásady správného provedení a to:

- testování se provádí vždy ve stejnou denní dobu,
- testujeme vždy ve stejné poloze končetiny a ostatní klouby těla jsou ve stále stejné poloze,
- kontrakce svalů se hodnotí pro každou svalovou skupinu při specifické rychlosti dvěma parametry – úhlem spasticity (X) a stupněm spasticity (Y).

(Gracies et al., 2010; Ehler. 2015, s. 22; Štětkářová et al., 2012). Viz příloha č. 1, s. 77.

1.5.2 Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (SVH)

Hodnotí kvalitu funkce ruky na základě ADL, soustředí se na úchop a na manipulaci s předměty. Složky pohybu se hodnotí na základě šestistupňové škály. Hodnotí se 4 fáze úchopové aktivity – dosahování, příprava úchopu a úchop, manipulace, uvolnění úchopu. Všechny složky mohou být bodově ohodnoceny v rozsahu 0-5 (Hillerová et al., 2006, s. 108). Viz příloha č. 2, s. 78.

1.5.3 Frenchay Arm Test (FAT)

Test se skládá z 5 úkolů, které musí být provedeny za méně než tři minuty. Za každý úspěšně splněný úkol má pacient jeden bod, v případě neúspěchu se hodnotí nulou. Pacient sedí u stolu s rukama v klíně a z této pozice začíná každý další úkol. Afektovanou rukou má pak provádět následující činnosti:

1) Pevně stabilizovat pravítko, zatím co zdravou rukou podél kreslí čáru.

2) Uchopit válec o rozměrech v průměru 12mm a o délce 5cm, který je umístěný zhruba 15cm od okraje stolu. Po té ho zvednout přibližně 30cm nad podložku a přemístit ho, aniž by mu upadl.

3) Afektovanou končetinou zvednout poloprázdnou sklenici s vodou umístěnou asi 15-30cm od okraje stolu, napít se a vrátit ji na stejné místo.

4) Afektovanou končetinou sundat a přemístit kolíček na prádlo, který nesmí upustit ani převrátit.

5) Učesat si vlasy (nebo to alespoň naznačit) na temeni hlavy a po obou stranách (Hussain et al., 2017, s. 9).

1.5.4 Ashwortova škála (AS)

AS testuje pasivní protažení svalu a hodnotí na stupnici 0-4. Hodnotí stupeň rezistence svalu při pasivním pohybu, ale nehodnotí jeho rychlost, úhel, nebo potenciální retrakci vaziva. Je efektivní v klinické praxi díky své jednoduchosti a časové nenáročnosti. Studie zaměřené na reliabilitu škály však ukázaly pouze střední až dobrou intra-rater reliabilitu a chabou až střední inter-rater reliabilitu. Ačkoli se zdá být měření pomocí této škály adekvátní, nebere v potaz ten fakt, že snížený rozsah pohybu může být způsoben i kontrakturami. Navíc nehodnotí rychlost protažení, které je pro hodnocení spasticity esenciální už podle Lanceho definice. Nicméně je ustanoveno, že AS hodnotí kombinaci spastické dystonie a kontraktury měkkých tkání spolu se spasticitou (Štětkářová et al., 2012, s. 34; Thibaut et al., 2013, s. 1097). Viz příloha č. 3, s. 79.

1.5.5 Index Barthelové (BI)

Hodnotí taktéž schopnost v rámci ADL. Hodnotíme schopnost pohybu, ovládání vegetativních funkcí, míru soběstačnosti a nutnost asistence další osoby (Ehler, 2015, ss. 20-21). Rozšířený Index Barthelové je odvozený od základní verze a je více zaměřen na kognitivní funkce. Hodnotí 10 aspektů souvisejících se sebeobsluhou a mobilitou (https://www.uzis.cz; Thibaut et al., 2013, s. 1097). Viz příloha č. 4, s. 80.

1.5.6 Elektrofyziologické metody hodnocení

Díky přístrojové technice můžeme objektivně kvantifikovat spasticitu přesněji a spolehlivěji, určením excitability míšních alfa-motoneuronů i interneuronů nebo sledováním míšních inhibičních dějů. Techniky, které registrují synaptické reflexy pomocí EMG, mohou být zařazeny do dvou podskupin: 1. EMG reagující na elektrický stimul jako je H-reflex a F-vlna 2. EMG reagující na mechanické stimuly jako T-reflex a polysynaptické odpovědi.

H-reflex umožňuje vyšetření excitability alfa-motoneuronů, F-vlna je odpověď malé amplitudy na přímou motorickou reakci způsobenou stimulací alfa vláken. Záznam těchto jevů nám může poskytnout kvantitativní informaci o míře spasticity.

U pacientů se spasticitou je hyperexcitabilita napínacího reflexu neurofyziologicky charakterizována zvýšením Hmax/Mmax (poměr maximální amplitudy H-reflexu a maximální motorické odpovědi Mmax). To může být způsobeno nepřiměřenou facilitací H-reflexu při volní kontrakci svalu anebo nedostatku inhibice spojenou se svalovou relaxací. T-reflex kvantifikuje napínací reflex tím, že zaznamená svalovou odpověď na poklep šlachy. Velikost amplitudy odezvy závisí na nárůstu primárního nervového zakončení svalového vřeténka. Přínos může mít i studie inhibice nervových vláken Ib (Štětkářová et al, 2012, ss. 47-49; Thibaut et al., 2013, s. 1098).

1.6 Terapie spasticity

Terapeutická intervence zahrnuje fyzioterapii, ergoterapii, logopedii, ortotiku, asistenční přístroje, farmakologickou léčbu a operační léčbu a další disciplíny. Léčba spasticity vyžaduje promyšlený přístup, zohledňující výhody léčby a funkční využití spasticity. Cílem v léčbě spasticity je snížit její dopad na funkční schopnosti pacienta a předejít sekundárním komplikacím. To vyžaduje multidisciplinární přístup, zahrnující lékařskou péči, fyzioterapii, ergoterapii, ortotiku a ošetřující zdravotnický personál. Terapie musí být individuální dle každého pacienta, přizpůsobená jeho aktuálnímu stavu a potřebám, musí být intenzivní a musí probíhat neustále. Fyzioterapie je doporučována všem pacientům se spasticitou, farmakologická léčba navíc pro stavy, kdy spasticita způsobuje bolesti, dyskomfort, ztrátu soběstačnosti a limituje hygienu nebo aktivitu pacienta (Nair, Marsden, 2014, s. 3). Prvním krokem v léčbě spasticity by měla být identifikace všech škodlivých stimulů, které mohou spasticitu zhoršovat, jako jsou dekubity, urologické problémy (retence moči, močové kameny, infekce) nebo i zarůstající nehty apod. Odstranění těchto negativních vlivů může samo o sobě vést ke zlepšení stavu. Důležitá je také edukace pacienta a jeho opatrovníků (Bethoux, 2015, s. 631). Je nutné si však uvědomit, že ne vždy je cílem spasticitu úplně odstranit, protože úplné uvolnění svalu nám neumožní pohyb. Hyperaktivita svalu má i pozitivní účinky a může být prospěšná při ADL, může dopomáhat při přesunech na lůžku nebo chůzi, zajišťuje oporné funkce, snižuje svalovou atrofii, zlepšuje cévní pumpu a snižuje riziko osteoporózy (Štětkářová et al., 2012, ss. 177-179).

Pozitivní příznaky výrazně narušují průběh volního pohybu a koordinaci, zvyšuje se riziko kontraktur. K handicapu pacienta přispívají i negativní příznaky, jako

je paréza, která může daný segment fixovat v nevýhodné pozici, navíc negativně ovlivňuje i antagonistu a přispívá k jeho zkrácení. Snížení viskoelasticity měkkých tkání zvyšuje riziko kontraktur, deformit kloubů, spolu s osteoporózou může způsobovat patologické zlomeniny, zvyšuje bolest a další. Za výhodu zkrácení můžeme považovat zvýšenou stabilitu tam, kde není zajištěna fyziologická stabilita (Štětkářová et al., 2012, ss. 179-180).

1.6.1 Nefarmakologická terapie

Základní terapií pro všechny pacienty se spasticitou, je fyzioterapie.

Stretching

Nejčastější aplikovaná nefarmakologická terapie je protahování. Musí být prováděná denně za pomoci nejen terapeuta, ale i opatrovníka nebo rodinných příslušníků a pacienta samotného.

Cílem protahování je zabránění vzniku kontraktur, zlepšení viskoelastických vlastností měkkých tkání a zlepšení jejich protažitelnosti. Zkrácení mohou podléhat i další struktury, jako jsou nervy, cévy a pojivové tkáně. Protahování je efektivnější ve spojení s dlahováním. Imobilizace svalu v jeho protažení zvyšuje svalovou délku, zvětšuje rozsah pohybu v kloubu, snižuje riziko kontraktur, bolest a spasticitu (Bethoux, 2015, s. 631; Nair, Marsden, 2014, s. 4). Udržování funkční svalové délky zahrnuje jak pasivní, tak aktivní protahování. Zachování protažitelnosti měkkých tkání je pro funkci nezbytné. Dle Moraru a Onose, 2014, není detailní mechanismus plně objasněn stejně tak teorie, které jsou nejčastěji používané a akceptované. Navíc je princip tohoto procesu representován mechanickými modifikacemi a nebo tixotropními modifikacemi spojenými s rozkladem některých funkčních reziduálních spojení mezi molekulami aktinu a myosinu. Na druhou stranu by opakovaná aktivace vedla k inaktivaci kalciových kanálů na presynaptické úrovni a k modifikacím efektivnosti synaptického přenosu, spojenou se změnami aktivity nervového přenosu na buněčné úrovni, která vede k adaptaci (dysfacilitaci) reflexní aktivity. Například: signifikantní efekt by se objevil u pacientů se spastickou hemiparézou po alespoň 30 opakovaných pohybech loketního kloubu. Předpokládá se, že minimální trvání efektivního protahování je 30 sekund, ale také se předpokládá, že čím je protažení delší, tím je efektivnější. Očekávaným výsledkem je, že snížení hypertonu přetrvá několik hodin, což je dostatečné pro následnou terapii, zlepšení kontroly volní motoriky, koordinace, rovnováhy, chůze, síly etc. (Moraru, Onose, 2014, ss. 317-318).

Je mnoho metod protahování, nejčastěji se však terapeuti uchylují k manuální terapii. Alternativou je využití mechanického přístroje, což umožňuje lepší standardizaci pro léčbu

a vědecké protokoly. Pro ovlivnění spasticity dolních končetin je často využíván polohovací stůl. Dle úhlu naklopení stolu je možné regulovat intenzitu. Zvýšením naklopení je možné pacienta napolohovat do skoro vertikální pozice a váha těla a působení gravitace působí na myotendinosní struktury. Další výhody této metody zahrnují zlepšení postury, lepší bronchiální clearance, zlepšení vyprazdňování a další, což má sekundárně pozitivní vliv i na spasticitu (Moraru, Onose, 2014, ss. 317-319).

Ortotika

Ortézy nebo dlahy jsou využívány především pro snížení spasticity, otoků, bolesti, zlepšení funkce, jako kompenzace anebo prevence kontraktur a deformit. Hlavní výhodou ortéz a dlah je doba jejich působení a efektivita, protože mohou být používány několik hodin v kuse bez nutnosti asistence zdravotnického personálu. Ortéza nebo dlaha by neměla dovolovat nechtěné pohyby zároveň by neměla omezovat volní pohyb. Od roku 2003 je k dispozici i klasifikační systém dlah, podle kterého můžeme rozlišovat statické, semidynamické a dynamické dlahy (Jacobs, 2003 in Štětkářová et al., 2012, ss. 193-194).

Statické ortézy mají za účel imobilizovat končetinu a udržovat funkční postavení ve znehybněných kloubech, což můžeme využít například u fixace funkčního úchopového postavení ruky.

Semidynamické dlahy umožňují, díky využití elastického materiálu, funkční pohyb, ale zároveň zabraňují nechtěnému pohybu. Poskytují dlouhodobé protažení tkání a umožňují zvyšování rozsahu pohybu.

Dynamické dlahy působí na daný segment jemnou silou a mohou podporovat konkrétní svaly v určitých funkcích (Štětkářová et al, 2012, ss. 193-196). Obsahují jak aktivní, tak pasivní komponentu (pružiny, gumové proužky, elastické šňůry). Sériové dlahování je v dnešní době využíváno zřídka díky ostatním alternativám terapie, které nezpůsobují vznik kontraktur a následně rigiditu kloubu. Negativním dopadem při dlouhodobé imobilizaci sériovým dlahováním je i vznik hluboké žilní trombózy (Moraru, Onose, 2014, ss. 318-319). Další variantou jsou vzduchové dlahy PANat, díky kterým můžeme končetinu polohovat ve fyziologické pozici. Umožní tak pacientovi vykonat aktivní pohyb bez nechtěných kompenzačních mechanismů. Jako první je použila M. Johnstone v roce 1967 u pacienta s hemiplegií. Dlahy jsou nafukovány vzduchem z plic s neutrální teplotou. Jsou používány pro stimulaci proprioceptorů a kožních receptorů aplikací hlubokého tlaku. Poskytují potřebnou podporu pro stabilizaci končetiny během cvičení, kontrolu celkových motorických vzorců a inhibici patologických reflexů. Bylo zjištěno, že neutrální teplota a aplikace tlaku

redukuje stimulaci termoreceptorů a taktilních receptorů, které jsou vysoce adaptabilní na stimul. To potom snižuje excitabilitu interneuronů a motorických neuronů. EMG studie prokázaly, že aplikace vzduchových dlah u dospělých pacientů snižuje spasticitu a zvyšuje senzorický input (Kerem et al., 2001, ss. 307-308).

Johnstone ve své studii z roku 1983 píše, že aplikace vzduchových dlah může být použita ke kontrole spasticity, zvýšení stability, facilitace motorického vývoje a zlepšení normálního pohybového vzorce u dětí s neurologickým onemocněním (Johnstone 1983 in Kerem et al., 2001, s. 308).

Samotné protahování svalu a techniky zaměřené na svalovou sílu jsou také využívány pro návrat motorických funkcí. Metodiky zaměřené na snížení spasticity jsou například Bobath koncept nebo proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF), využíváme facilitační a relaxační techniky, Vojtovu reflexní lokomoci, terapii se zaměřením na funkci (v angl. terminologii task-oriented training) a ADL nebo metody založené na principu zpětné vazby. Dále je využívána i fyzikální terapie (hydroterapie, kryoterapie, termoterapie, vibrace, elektrostimulace, elektroanalgezie), robotická technika a další. (Thibaut et al. 2013, s. 1099). Nedílnou součástí každodenní péče o pacienta se spasticitou, především v akutní fázi onemocnění, je správné antispastické polohování, které má za účel předcházet kontrakturám. Klouby mají zaujímat neutrální polohu, aby agonisté a antagonisté byly v rovnováze. Poloha se musí měnit každé tři hodiny, aby se předcházelo mimo jiné útlaku měkkých tkání a proleženinám (Štětkářová et al, 2012, s. 190).

1.6.2 Robotická rehabilitace

V posledních dvou desetiletích došlo v oblasti robotické rehabilitace k významnému rozvoji. Robotické přístroje se ve vztahu k rehabilitaci mohou rozdělovat do dvou skupin – terapeutické a asistenční. Roboti pro terapii jsou používáni po konkrétní časovou periodu s cílem zlepšení motorické funkce ruky. Asistenční roboti jsou používáni především v domácím prostředí po mnohem delší časový úsek a mají za cíl pomoci a zjednodušit běžné denní činnosti – jsou navrženi tak, aby zlepšovali kvalitu života jedince s motorickým nebo kognitivním deficitem. Robotické systémy mohou poskytnout intenzivní rehabilitaci, díky možnostem nastavení různých pracovních režimů se mohou maximálně přizpůsobit schopnostem a úrovni disability pacienta, čímž se terapie maximálně zefektivní (Yakub et al., 2014, s. 1).

Ve spojení s virtuální realitou má terapeut možnost vytvořit pro daného pacienta individuální, specifické, vyzývající a motivující prostředí, podle jeho konkrétních potřeb.

Terapeut navíc díky robotické terapii získává přesné kinetické a kinematické výsledky měření pacientova současného stavu a progresu během terapie. Může je účinně a přesně využít pro určení senzomotorického poškození a nedostatků. Terapii tak může maximálně individualizovat (Adamovich et al., 2004, ss. 74–75). Využití robotické rehabilitace ve spojení s virtuální realitou (VR) se ukázala jako efektivnější než konvenční přístup a bylo dosaženo většího zlepšení ve funkci horní končetiny. Virtuální realita může simulovat provádění funkčních aktivit ve větší míře než klasická terapie. VR byla definována jako využití interaktivních simulací vytvořených pomocí počítačového hardwaru a softwaru, aby uživatelé měli příležitost zapojit se do vytvořeného prostředí, kde objekty a události simulují situace reálného světa (Weiss et al., in Laver et al 2017, s. 6). Herní systémy a konzole, které byly původně vytvořeny pro rekreaci, jsou nyní přizpůsobovány pro klinické a terapeutické účely a jsou nově vyvíjeny i specifické interaktivní videohry a programy (Laver et al., 2017, s. 6). Virtuální prostřední poskytuje pacientovi vizuální zpětnou vazbu, někdy i sluchovou, taktilní, proprioceptivní a další. Může se jednat jak o jednoduché přístroje, jako je myš nebo joystick, tak o složitější komplexní systémy s využitím kamer, sensorů a dotykových zpětnovazebných přístrojů (Gaggioly 2009 in Laver et al., 2017, s. 6). Virtuální realita může být výhodná, protože poskytuje několik prvků, jako je úkolově orientovaná aktivita a opakování, které se ukázaly být v neurorehabilitaci velmi důležité. VR má potenciál poskytnout prostředí, ve kterém například pacienti po CMP mohou řešit motorické úkony a učit se novým motorickým dovednostem. Výsledky vyšetření pomocí zobrazovacích metod poukazují na to, že při využití VR dochází k funkčnímu zlepšení v souladu s lateralizací neurální senzomotorické aktivace kontralaterálně k místu léze před terapií a k ipsilaterální representaci po terapii (Jang et al., 2005 in Laver et al., 2017, s. 6).

Roboti obecně poskytují některou z forem strukturální a mobilní podpory v případě, že je afektovaná končetina zcela nefunkční, nebo je její funkce zhoršená, jako je tomu například u pacientů po CMP. Přístroje pro rehabilitaci horní končetiny většinou obsahují část pro ruku s různými stupni volnosti rozsahu pohybu, kde pozice efektoru bývá prezentována graficky na obrazovce počítače a její konec je držen pacientem (Yakub et al., 2014, s. 5).

Robotická terapie je založena na principech motorického učení – intenzivní aktivní opakování motorické aktivity, senzomotorická integrace, smysluplnost a zaměření na konkrétní aktivitu. Obecně můžeme říci, že přístroje mohou pracovat minimálně ve třech základních programech. Prvním je pasivní asistence, kdy přístroj vykonává veškerou práci a pacient nevykonává žádný aktivní pohyb. Druhým je aktivní pohyb s dopomocí, kdy se pacient pokouší vykonat konkrétní aktivitu a přístroj mu v jeho úsilí dopomáhá.

Třetím je samostatný aktivní pohyb, kdy přístroj neklade žádný odpor aktivnímu pohybu pacienta. Roboticky asistovaná terapie může být dlouhodobá, intenzivní, přesná a důsledná, méně vyčerpávající, zábavnější a může být naprogramována do různých funkčních režimů. Terapeutovi tak stačí jedno kliknutí pro zahájení terapie a je potřeba jen jeho minimální intervence (Yakub et al., 2014, s. 3). Důležité je, aby byl přístroj dostatečně flexibilní, anatomicky adaptabilní na postiženou končetinu a aby byla stále umožněna efektivní terapie.

Gloreha

Jedním z přístrojů, které se dají využít pro terapii ruky je i Gloreha Professional II navržena Italskou společností Idrogenet Brescia. Jedná se o lehkou, flexibilní rukavici, která obepíná prsty a zápěstí. K rukavici je připojen hydraulický systém, který generuje pohyb a přenáší energii přes polotuhé kabely. Výhodou Gloreha je, že umožňuje přesně odměřené sekvenční pohyby jednotlivých prstů synchronně s pozorováním identických pohybů na obrazovce. Díky specializovanému softwaru můžeme individuálně nastavit rozsah pohybu a různé formy aktivit (Bissolotti et al., 2016, ss 769-772). Přístroj umožňuje všechny možné kombinace flekčně-extenčních pohybů prstů. Terapie zahrnuje i obrazovku s 3D animacemi, což motivuje a aktivně zapojuje pacienta a podporuje multisenzorickou stimulaci. Přístroj navíc nechává ruku a dlaň naprosto volnou, takže pacient může manipulovat s reálnými předměty během nácviku úchopu (Gloreha.com).

Obrázek č. 1: Gloreha II professional (BTL, 2018).

Účinky terapie

Roboticky asistovaná terapie je nejčastěji využívána u pacientů s neurologickým deficitem způsobeného nejčastěji cévní mozkovou příhodou, traumatem mozku nebo jiným neuromuskulárním onemocněním (Yakub et al., 2014, s. 3). Ve studii, kterou provedl Vanoglio et al. v roce 2016 se 30 pacienty v subakutním stadiu po CMP, došlo

u zúčastněných k signifikantnímu zlepšení hybnosti, koordinace, monomanuální obratnosti a síly paretické ruky. Udává, že opakující se pasivní pohyby redukují u pacientů spasticitu (Bissolotti et al., 2016, s. 771) v oblasti zápěstí a loketních kloubů a zmenšují otok (Vanoglio et al., 2016, s 8). Pozitivní dopad má také aktivace somatosenzorického systému, který je aktivován i pasivním pohybem nebo i jen představou a pozorováním pohybu. Spojení pohybů prstů a ruky s audiovizuálním efektem, s cílem informovat pacienta o průběhu pohybu, je pro pacienty s neurologickým deficitem také velmi důležité. Sluchová zpětná vazba přidává pacientům motivaci v provádění úkolově orientovaných motorických cvičení. Poskytnutí časových a prostorových informací skrz sluchové a zrakové impulsy může pozitivně ovlivnit celý proces motorického učení (Vanoglio et al., 2016, s 9). Pozitivní účinek na redukci spasticity zmiňuje ve své studii i Bissolotti et al. z roku 2016. Ten se zaobíral i vlivem pasivních pohybů prováděných přístrojem Gloreha na prokrvení a okysličení tkání. Dle měření hladiny hemoglobinu ve flexorech ruky, se prokrvení během terapie signifikantně zvýšilo oproti stavu před terapií. Díky většímu prokrvení tkání dochází i k lepšímu odvodu katabolitů, které se ve tkáních hromadí při snížené pohyblivosti končetiny. Zlepšení lokálního prokrvení je významný mechanický faktor pro angiogenezi na kapilární úrovni, což má velký dopad na funkci svalové tkáně a na cirkulační rovnováhu. Snížená aktivita svalů může tuto rovnováhu narušit, což vede ke sníženému zásobování kyslíkem. To vede k předčasné únavě svalu, snížení výkonu a k poruchám funkce svalu (Bissolotti et al., 2016, s. 772).

Výše popsané benefity popisuje ve své studii z roku 2017 i Gobbo et al. Ten uvádí, že roboticky asistované kontinuální pasivní pohyby paretické končetiny okamžitě zmírňují spasticitu s největším efektem v oblasti zápěstí a prstů. Jeho měření také ukazují dočasné zlepšení afektované končetiny díky opakování pohybů a změnám v cirkulaci. Kombinace abnormálního svalového tonu, ztuhlosti kloubů a lokální bolesti jsou známou příčinou ztíženého vykonávání funkčních pohybů a vedou k redukci motorické aktivity a zhoršení obratnosti. Naopak když se tonus svalů přibližuje normě a když dojde ke snížení bolestivosti, dochází k znovuobnovení funkce ruky (Gobbo et al., 2017, s. 4). Dochází také k významnému zlepšení pohybových vzorů ruky a tento efekt přetrvává i jeden měsíc po ukončení terapie. Dle výsledků z funkční magnetické rezonance (fMRI) dochází i ke změně senzomotorického kortexu na základně provádění cíleně orientovaných pohybů, což indikuje důležitost integrace senzomotoriky do terapie (Takahashi et al., 2008, s. 437). Roboticky asistovaná terapie ruky je bezpečná, dobře tolerovaná pacienty a má pozitivní dopad na porušenou hybnost ruky – redukuje motorický deficit a zlepšuje funkční využití končetiny (Vanoglio et al., 2016, s. 8).

1.6.3 Farmakologická léčba

Svalová hyperaktivtia může být pozitivně ovlivněna i farmakologicky. Medikace by měla být aplikována individuálně podle lokalizace léze a zamýšleného efektu. Veškerá medikace musí být neustále přizpůsobována aktuálnímu stavu pacienta a musí být brán zřetel na návykovost některých látek (Nair, Marsden, 2014, s. 3)

Farmaka působí na CNS nebo přímo na svaly. Léčba zaměřená na ovlivnění svalového tonu je podávána injekčně nebo orálně nebo pomocí intratekální pumpy. Hlavním smyslem léčby je ovlivnění neuromediátorů, konkrétně glutamátu, nordadrenalinu, serotoninu, GABA a glycinu (Štětkářová et al., 2012, ss. 60-61; Thibaut et al., 2013, s. 1100).

Orální léčba

a) Baklofen působí jako agonista GABA a je nejčastější volbou orální léčby spasticity. Baklofen překračuje hematoencefalickou bariéru a navazuje se na GABAb receptory v míše, snižuje reflexní činnost a uvolňování excitačních aminokyselin. Léčba má i své negativní vedlejší účinky jako je sedace, únava a malátnost (Thibaut et al., 2013, s. 1100), nauzea, kardiovaskulární poruchy, vzácně i útlum respiračních funkcí. Efektivnější je podální intratekálně (Štětkářová et al., 2012, ss. 62-63).

b) Benzodiazepiny jako diazepam a klonazepam zvyšují afinitu GABA na GABAa receptorový komplex. To vede ke zvýšení presynaptické inhibice a tím k redukci míšních reflexních cest. Kromě útlumu zvýšené svalové aktivity ale způsobují také svalovou slabost a malátnost (Thibaut et al., 2013, s. 1100), snížení pozornosti, poruchy paměti, bolesti hlavy, závratě, ataxii, hypotenzi až kóma. Benzodiazepiny prostupují placentou a jsou vylučovány i do mateřského mléka (Štětkářová et al., 2012, ss. 61-63; Thibaut et al., 2013, ss. 1100-1101). Vzhledem k některým negativním vedlejším účinkům a vzhledem k návykovosti již nejsou tak často doporučovány (Thibaut et al., 2013, ss. 1100-1101).

c) Gabapentin je antikonvulzivní lék, GABA agonista, ale jeho účinek spočívá ve vazbě na kalciové kanály, čímž sníží průnik kalcia do buněk. Ačkoli je většinou používán pro ovlivnění neuropatické bolesti, při vysokých dávkách byl prokázán jeho pozitivní vliv na snížení spasticity. I tento lék má však negativní účinky jako je ztráta vědomí, somnolence, nystagmus, ataxie, tremor a bolesti hlavy (Thibaut et al., 2013, s. 1100).

d) Tizanidin, agonista adrenergních receptorů je další centrálně působící lék, který zvyšuje presynaptickou inhibici motoneuronů. Má pozitivní účinek na utlumení spazmů, klonu a ko-kontrakcí. Nežádoucí účinky nebývají intenzivní, kromě sedativních účinků může způsobovat i hypotenzi nebo halucinace (Thibaut et al., 2013, ss. 1100-1101). Vylučuje

se játry a v ojedinělých případech se po podání vyskytla akutní hepatitida (Štětkářová et al., 2012, s. 62).

e) Dantrolen sodný je myorelaxancium které funguje na základě blokace ryanodinových receptorů a ovlivnění uvolňování kalcia především v příčně pruhovaném svalstvu (Thibaut et al., 2013, ss. 1100-1101).

f) Kannabinoidy jsou farmakologicky aktivní komponenty cannabis sativa. Působí na kannabinoidní receptory CB-1 a CB-2, které se nacházejí v mozku i míše. Tetrahydrocannabiol (THC) je agonista obou receptorů, snižuje spasticitu a bolestivost, má však vedlejší psychotropní účinky a může způsobovat sedaci. Kannabidiol má nižší afinitu na oba receptory a redukuje psychotropní a sedativní účinky THC (Nair, Marsden, 2014, ss. 5-6).

Injekční léčba

a) Fenol a alkohol jsou neurolytické látky které navozují chemodenervaci. Tato léčebná metoda je využívána hojně v zahraničí, primárně pro ovlivnění neuropatické bolesti, dříve se využívala i za účelem snížení hypertonu svalu a k útlumu neurogenního močového měchýře. Pozitiva této léčby jsou především v malé ekonomické náročnosti a dlouhodobému účinku Negativní účinek může být dysestezie a fibrotizace měkkých tkání, aplikace léčby je navíc náročná jak na čas, tak na zkušenosti lékaře (Thibaut et al., 2013, ss. 1100-1101; Štětkářová et al., 2012, ss. 115-116).

b) Botulotoxin (BoNT) se podává intramuskulárně a je možné ho využít i pro lokální léčbu spasticity. Při použití v terapii byl prokázán pozitivní vliv na funkci a zlepšení soběstačnosti pacienta. Botulotoxin musí být vpraven přímo do svalového bříška, je proto doporučováno využití elektrostimulace nebo ultrazvuku pro přesnou lokalizaci daného svalu. BoNT-A inhibuje uvolňování acetylcholinu z neuromuskulárních spojení, čímž redukuje svalovou kontrakci. Cílem léčby je snížení ko-aktivace svalu. Efektivita BoNT-A je hodnocena dle Modifikované Ashwortovi škály (MAS) a funkčními testy. Jeho pozitivní efekt byl prokázán mnoha dvojitě zaslepenými studiemi i placebo studiemi. Kromě vlivu na svalový tonus má pozitivní vliv na následnou fyzioterapii a může mít i analgetický účinek (Nair, Marsden, 2014, s. 5; Thibaut et al., 2013, ss. 1100-1101). Efekt přetrvává několik měsíců (3-5) a podporuje sprouting nových terminálních axonů a nových motorických plotének (Nair, Marsden, 2014, s. 5; Thibaut et al., 2013, ss. 1100-1101; Štětkářová et al., 2012, s. 73).

Obrázek č. 2: Aplikace botulotoxinu (vlastní zdroj).

Intratekální baklofenová pumpa

Tato technika zahrnuje přímé zavedení agonistů GABA do míchy s účelem inhibovat spasticitu a minimalizovat negativní účinky podávaného léku. Je nejčastěji využívána v terapii dolních končetin a trupu. Avšak při vysokém stupni spasticity se léčba prokázala jako nedostatečná v útlumu hyperaktivity svalů. Navíc má negativní vedlejší účinky jako jsou respirační poruchy, únik mozkomíšního moku, bolesti hlavy a infekce (Nair, Marsden, 2014, s. 5; Thibaut et al., 2013, s. 1101).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíl práce

Cílem práce bylo ověřit, jaký efekt má roboticky asistovaná rehabilitace ruky na spasticitu a funkci prstů ruky u pacientů se spastickou parézou v chronickém stádiu.

Vědecká otázka č. 1: Má robotická rehabilitace vliv na zmírnění spasticity prstů ruky?

Vědecká otázka č. 2: Má robotická rehabilitace vliv na zvýšení soběstačnosti a funkci ruky?

2.2 Hypotézy

$H_0$1: Robotická rehabilitace nemá vliv na snížení spasticity prstů ruky, měřeno dle Tardieu škály pro m. flexor digitorum profundus.

H_A1: Robotická rehabilitace má vliv na snížení spasticity prstů ruky, měřeno dle Tardieu škály pro m. flexor digitorum profundus.

$H_0$2: Robotická rehabilitace nemá vliv na snížení spasticity prstů ruky, měřeno dle Tardieu škály pro m. flexor digitorum superficialis.

H_A2: Robotická rehabilitace má vliv na snížení spasticity prstů ruky, měřeno dle Tardieu škály pro m. flexor digitorum superficialis.

$H_0$3: Robotická rehabilitace ruky nemá pozitivní efekt na soběstačnost a funkci ruky, vyjádřeno dle Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky.

H_A3: Robotická rehabilitace ruky má pozitivní efekt na soběstačnost a funkci ruky, vyjádřeno dle Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky.

$H_0$4: Robotická rehabilitace ruky nemá pozitivní efekt na soběstačnost a funkci ruky, vyjádřeno dle Indexu Barthelové.

H_A4: Robotická rehabilitace ruky má pozitivní efekt na soběstačnost a funkci ruky, vyjádřeno dle Indexu Barthelové.

$H_0$5: Robotická rehabilitace ruky nemá pozitivní efekt na soběstačnost a funkci ruky, vyjádřeno dle Frenchayského testu paže.

H_A5: Robotická rehabilitace ruky má pozitivní efekt na soběstačnost a funkci ruky, vyjádřeno dle Frenchayského testu paže.

3 METODOLOGIE VÝZKUMU

3.1 Charakteristika testovaného souboru

Cílem práce je ověření efektivity robotické rehabilitace ruky u spastické parézy. Práce se zabývá hodnocením vlivu robotické terapie na spasticitu prstů ruky a následné ovlivnění soběstačnosti u pacientů se spastickou parézou horní končetiny. K výzkumu do diplomové práce byli vybráni pacienti s neurologickým onemocněním se spastickou afekcí na horní končetině v oblasti ruky. V období od června 2018 do prosince 2018 probíhala měření v Centru léčebné rehabilitace v nemocnici Prostějov, kdy bylo naměřeno celkem 33 pacientů v průměrném věku 58 let (od 24 do 75 let), z toho 17 mužů a 16 žen. Z toho 29 pacientů prodělalo CMP a 4 jiné neurologické onemocnění.

Indikační kritéria byla: schopnost spolupráce při rehabilitaci, hodnocení v rámci MAS 1-3, po předchozí aplikaci botulotoxinu v intenzivní rehabilitační léčbě a chronickém stadium.

Vylučující kritéria zahrnují žádnou nebo příliš velkou spasticitu ruky, neschopnost spolupráce a trofickou poruchu končetiny.

Všichni pacienti byli seznámeni s průběhem měření, realizace experimentu byla schválena Etickou komisí FZV UP, všichni pacienti podepsali informovaný souhlas, viz příloha č. 5, s. 82.

Tabulka č. 1a: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – experimentální skupina

Proměnná	skupina=E Popisné statistiky (Data_DP_-_robotická_rhb_ruky_V1)				
	N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
VĚK	15	57,33333	63,00000	24,00000	75,0000
VZNIK (měs)	15	30,53333	34,00000	6,00000	50,0000
FDP [R] 1	15	25,33333	20,00000	10,00000	60,0000
FDP [R] 2	15	9,00000	10,00000	0,00000	20,0000
FDS [R] 1	15	36,00000	40,00000	10,00000	50,0000
FDS [R] 2	15	15,00000	10,00000	0,00000	40,0000
SVH 1	15	12,86667	15,00000	1,00000	20,0000
SVH 2	15	14,86667	17,00000	2,00000	20,0000
BI 1	15	80,66667	90,00000	45,00000	95,0000
BI 2	15	90,66667	95,00000	60,00000	100,0000
FAT 1	15	40,00000	50,00000	0,00000	100,0000
FAT 2	15	58,66667	65,00000	5,00000	100,0000

Tabulka č. 1b: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – experimentální skupina

Proměnná	skupina=E Popisné statistiky (Data_DP_-_robotická_rhb_ruky_V1)		
	Dolní kvartil	Horní kvartil	Sm.odch.
VĚK	51,00000	67,00000	15,16418
VZNIK (měs)	20,00000	39,00000	14,43640
FDP [R] 1	10,00000	40,00000	16,84665
FDP [R] 2	0,00000	20,00000	8,06226
FDS [R] 1	20,00000	50,00000	14,54058
FDS [R] 2	10,00000	20,00000	10,85620
SVH 1	10,00000	16,00000	5,13902
SVH 2	14,00000	18,00000	4,96943
BI 1	75,00000	90,00000	14,12529
BI 2	90,00000	95,00000	10,83425
FAT 1	10,00000	55,00000	28,47304
FAT 2	40,00000	70,00000	22,94922

Tabulka č.2a: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – kontrolní skupina

Proměnná	skupina=K Popisné statistiky (Data_DP_-_robotická_rhb_ruky_V1)				
	N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
VĚK	18	58,61111	61,00000	29,00000	73,0000
VZNIK (měs)	18	47,05556	42,00000	24,00000	132,0000
FDP [R] 1	18	19,44444	10,00000	0,00000	110,0000
FDP [R] 2	18	12,22222	10,00000	0,00000	50,0000
FDS [R] 1	18	32,77778	20,00000	0,00000	130,0000
FDS [R] 2	18	17,22222	10,00000	0,00000	90,0000
SVH 1	18	10,55556	12,00000	1,00000	16,0000
SVH 2	18	11,00000	14,00000	1,00000	16,0000
BI 1	18	83,88889	82,50000	75,00000	95,0000
BI 2	18	85,00000	85,00000	75,00000	95,0000
FAT 1	18	37,44444	27,50000	5,00000	100,0000
FAT 2	18	35,77778	30,00000	5,00000	75,0000

Tabulka č.2b: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – kontrolní skupina

Proměnná	skupina=K Popisné statistiky (Data_DP_-_robotická_rhb_ruky_V1)		
	Dolní kvartil	Horní kvartil	Sm.odch.
VĚK	51,00000	69,00000	13,16027
VZNIK (měs)	35,00000	50,00000	24,68263
FDP [R] 1	10,00000	20,00000	25,08157
FDP [R] 2	0,00000	20,00000	12,62843
FDS [R] 1	10,00000	40,00000	35,28132
FDS [R] 2	10,00000	20,00000	21,08960
SVH 1	7,00000	15,00000	5,38213
SVH 2	7,00000	16,00000	5,63602
BI 1	80,00000	90,00000	5,82983
BI 2	80,00000	90,00000	6,41689
FAT 1	10,00000	70,00000	29,69298
FAT 2	15,00000	55,00000	24,17475

Legenda k tabulkám 1a, 1b, 2a, 2b:

Věk – věk pacienta, VZNIK (měs) – počet měsíců od vzniku léze, FDP [R] 1 – index R m. FDP před terapií, FDP [R] 2 – index R m. FDP po terapii, FDS [R] 1 – index R m. FDS před terapií, FDS [R] 2 – index R m. FDS po terapii, SVH 1 – skore SVH před terapií, SVH 2 – skore SVH po terapii, BI 1 – hodnota indexu Barthelové před terapií, BI 2 – hodnota indexu Barthelové po terapii, FAT 1 – skore FAT před terapií, FAT 2 – skore FAT po terapii, N platných – počet testovaných pacientů ve skupině, Průměr – průměrná hodnota, Dolní kvartil – hodnota, která z hodnot odděluje nejnižší čtvrtinu hodnot, Honrí kvartil – hodnota, která z hodnot odděluje nejvyšší čtvrtinu hodnot, Medián – střední hodnota, Minimum – minimální hodnota, Maximum – maximální hodnota, Sm. odch. – směrodatná odchylka

3.2 Průběh rehabilitace pomocí Gloreha II professional

Pacienti v experimentální skupině podstoupili každodenní terapii pomocí Gloreha professional II v intenzitě 5 hodin týdně, dále klasickou fyzioterapii a ergoterapii. V kontrolní skupině byla terapie pomocí robota omezena na 1 hodinu týdně ve dvou sezeních. Terapie pomocí Gloreha II professional probíhala vždy ve stejnou dobu. Pacient seděl před obrazovkou, dolní končetiny se opíraly o zem. K přístroji nebyl k dispozici polohovatelný stůl s nástavcem pro oporu horní končetiny, afektovaná horní končetina byla napolohována do mírné abdukce a flexe v ramenním kloubu, semiflexe v kloubu loketním. Zápěstí bylo fixováno ortézou a polohovací dlahou v mírné dorzální flexi, prsty zůstaly volné. Na prsty byla navlečena rukavice, její velikost byla přizpůsobená velikosti ruky pacienta. Rukavice byla nastavena do polohy s extendovanými prsty a byl vybrán vhodný program pro terapii hybnosti, rozsahu pohybu a koordinace prstů.

3.3 Měření a hodnocení

Spasticita ruky byla hodnocena na základě MAS a Tardieu škály s pomocí indexu R – tzv. úhel spasticity. Ten vyjadřuje rozdíl velikosti úhlu, kterého bylo dosaženo při různé rychlosti protažení – V1 a V3. Měřeny byly konkrétně m. flexor digitorum profundus (FDP) a m. flexor digitorum superficialis (FDS). Funkce ruky byla hodnocena pomocí Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (SVH), Indexu Barthelové (BI) a Frencheyského testu paže (FAT)

První hodnocení proběhlo na začátku léčby a druhé po šesti týdnech. Bodové hodnocení všech testů bylo zaznamenáno do tabulky v Microsoft Office Excel. Viz příloha č. 6 a 7, ss. 84-85.

3.4 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat proběhlo v programu STATISTICA (Statistica 10.0, StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

Nejprve byla provedena popisná statistika kontrolní i experimentální skupiny. V této skupině byly vypočítány následující hodnoty: průměr, medián, minimum, maximum, dolní kvartil, horní kvartil, směrodatná odchylka. Dále byla ověřena normalita dat popisnou statistikou, kde byl aplikován Shapiro-Wilkův test. Na základě výsledků byly vybrány adekvátní statistické testy, které hodnotily statistickou významnost. Pro hodnocení byla použita jednofaktorová analýza ANOVA. Výsledky byly zpracovány v grafické formě. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p<0,05$.

4 VÝSLEDKY

Spasticita prstů a funkce horní končetiny pacientů s neurologickým onemocněním, zařazených do studie, byla zhodnocena před terapií a po ukončení 6 týdenní rehabilitace. V experimentální skupině hodnoceno u 15 pacientů, v kontrolní skupině u 18 pacientů. Naměřené hodnoty byly popsány pomocí metod popisné statistiky (Tab. 1, 1a, 2, 2a, ss. 35-36) a statisticky zhodnoceny (Tab. č. 3-7, ss. 39-47).

Komentář k tab. č. 3 a obrázku č. 3:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny testem jednofaktorové analýzy rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentálním a kontrolním souborem v parametru změny úhlu spasticity R u m. FDP u pacientů v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 3 a v obrázku č. 3, s. 40.

Na základě tohoto statistického výsledku se potvrzuje nulová hypotéza $H_0$1: Robotická rehabilitace nemá vliv na snížení spasticity prstů ruky měřeno dle Tardieu škály pro m. flexor digitorum profundus. Nelze konstatovat, že by robotická rehabilitace měla výrazný vliv na spasticitu prstů ruky u pacientů se spasticitou ruky v chronickém stádiu.

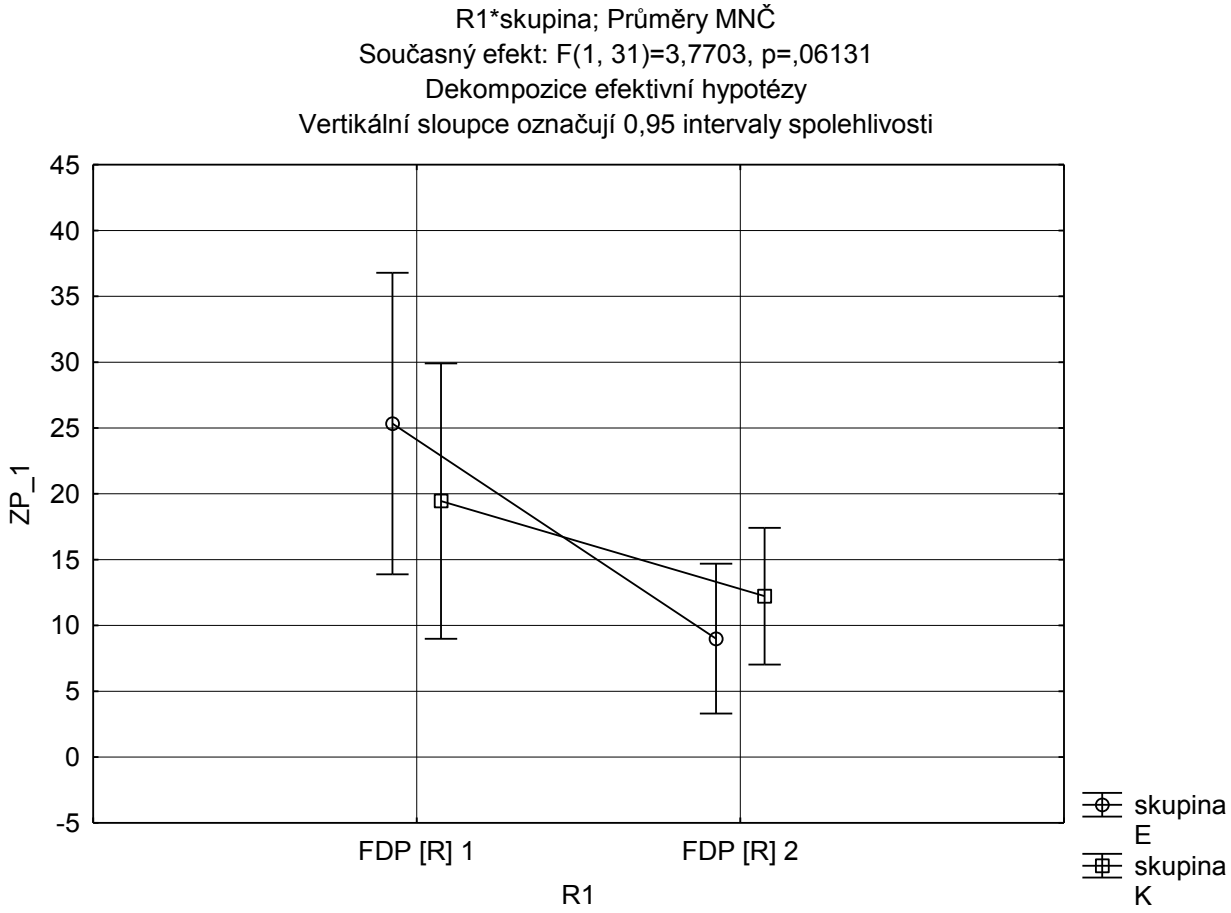
Tabulka č. 3: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot indexu R m. FDP před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem

Jednofaktorová analýza rozptylu pro opakovaná měření		
	F	p
R1*skup	3,77029	0,061306

Legenda k tabulce č. 3:

R1 – faktor opakování před a po rehabilitaci, skup – experimentální a kontrolní skupina pacientů, F – hodnota testovaného kritéria, p – hladina statistické významnosti testu

Obrázek č. 3.: Spasticita m. FDP před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů



Legenda k obrázku č. 3.:

FDP 1 – průměrná hodnota indexu R pro m. FDP před rehabilitací, FDP 2 – průměrná hodnota indexu R po rehabilitaci, skupina E – experimentální skupina pacientů, skupina K – kontrolní skupina pacientů.

Komentář k tab. č. 4 a obrázku č. 4:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny testem jednofaktorové analýzy rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentálním a kontrolním souborem v parametru změny úhlu spasticity R u m. FDS u pacientů v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v tab. č. 4 a v obrázku č. 4, s. 42.

Na základě tohoto statistického výsledku se potvrzuje nulová hypotéza $H_0$2: Robotická rehabilitace nemá vliv na snížení spasticity prstů ruky měřeno dle Tardieu škály pro m. flexor digitorum superficialis. Nelze konstatovat, že by robotická rehabilitace měla výrazný vliv na spasticitu prstů ruky u pacientů se spasticitou ruky v chronickém stádiu.

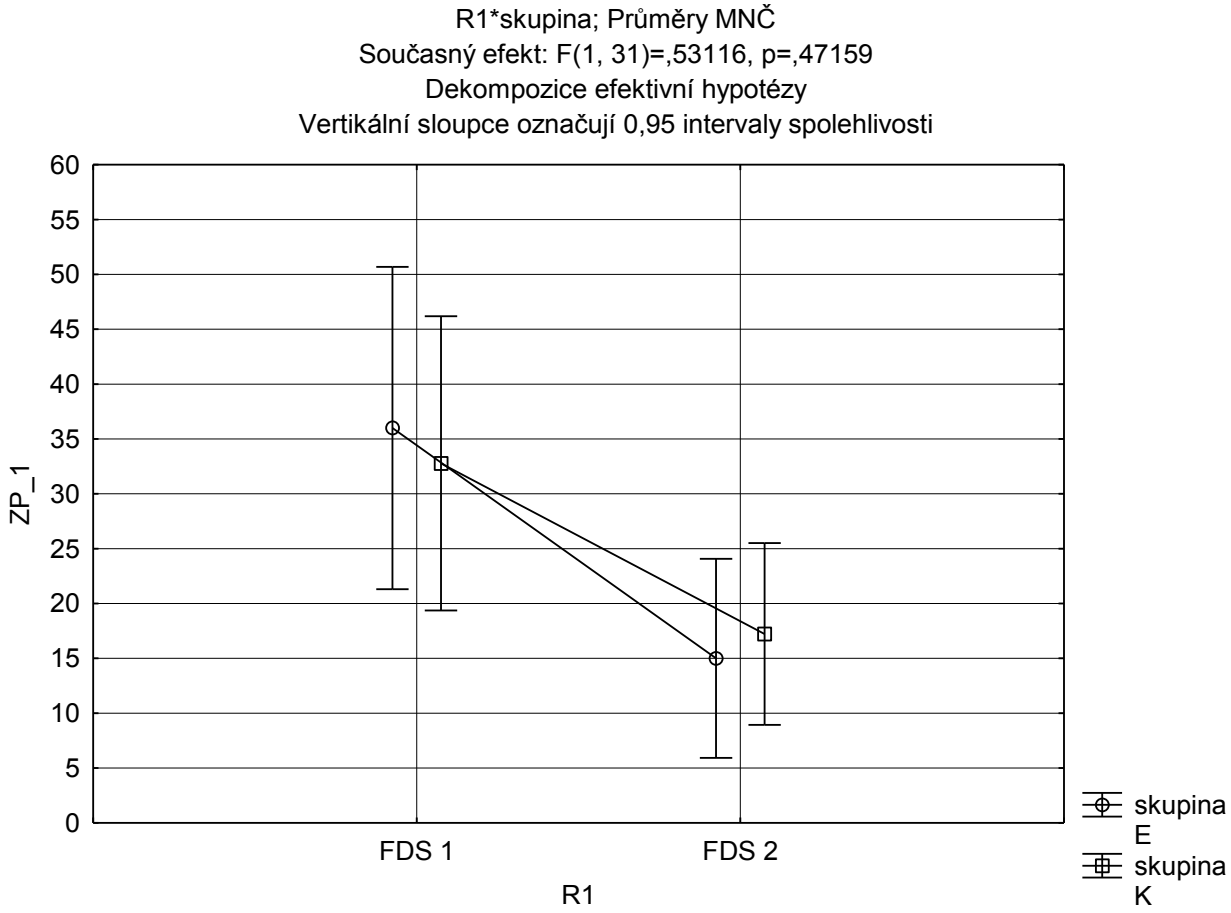
Tabulka č. 4: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot indexu R m. FDS před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem

Jednofaktorová analýza rozptylu pro opakovaná měření		
	F	p
R1*skup	0,53116	0,471590

Legenda k tabulce č. 4:

R1 – faktor opakování před a po rehabilitaci, skup – experimentální a kontrolní skupina pacientů, F – hodnota testovaného kritéria, p – hladina statistické významnosti testu

Obrázek č. 4: Spasticita m. FDS před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů



Legenda k obrázku č. 4:

FDS 1 – průměrná hodnota indexu R pro m. FDS před rehabilitací, FDS 2 – průměrná hodnota indexu R po rehabilitaci, skupina E – experimentální skupina pacientů, skupina K – kontrolní skupina pacientů.

Komentář k tab. č. 5 a obrázku č. 5:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny testem jednofaktorové analýzy rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledek potvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentálním a kontrolním souborem v parametru změny funkce ruky testováním dle SVH u pacientů v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v tab. č. 5 a v obrázku č. 5, s. 44.

Na základě těchto statistických výsledků se zamítá nulová hypotéza $H_0 3$ a přijímá se alternativní hypotéza $H_A 3$: Robotická rehabilitace ruky má pozitivní efekt na soběstačnost vyjádřeno dle Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (SVH). Lze konstatovat, že existuje významný vliv robotické rehabilitace na zvýšení soběstačnosti a tím na zlepšení kvality života u pacientů se spasticitou ruky v chronickém stádiu.

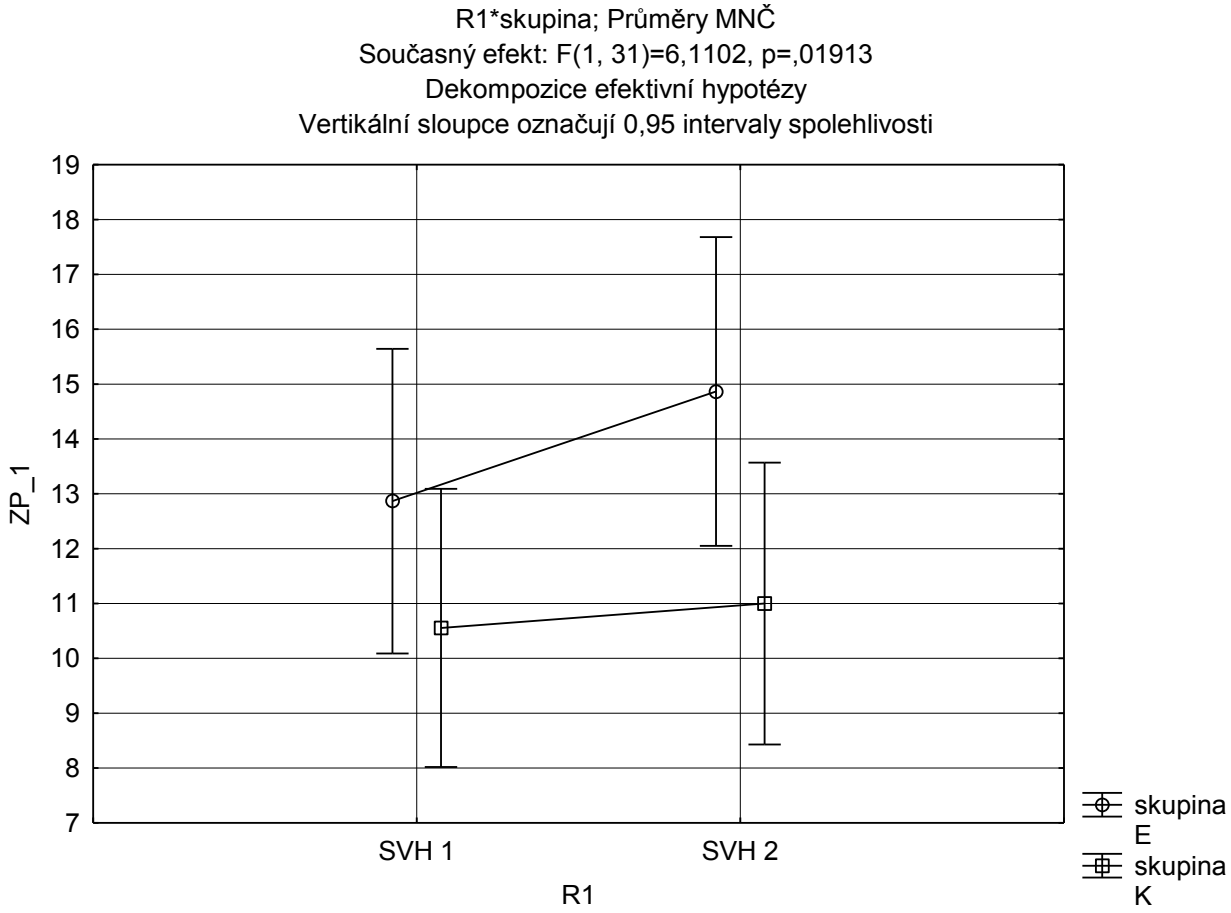
Tabulka č.5: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot SVH před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem

Jednofaktorová analýza rozptylu pro opakovaná měření		
	F	p
R1*skup	6,1102	0,019134

Legenda k tabulce č. 5:

R1 – faktor opakování před a po rehabilitaci, skup – experimentální a kontrolní skupina pacientů, F – hodnota testovaného kritéria, p – hladina statistické významnosti testu

Obrázek č. 5: Hodnota skóre SVH před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů



Legenda obrázku č. 5:

SVH 1 – průměrná hodnota skóre testu SVH před rehabilitací, SVH 2– průměrná hodnot skóre v testu SVH po rehabilitaci, skupina E – experimentální skupina pacientů, skupina K – kontrolní skupina pacientů.

Komentář k tab. č. 6 a obrázku č. 6:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny testem jednofaktorové analýzy rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledek potvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentálním a kontrolním souborem v parametru změny funkce ruky testováním dle BI u pacientů v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v tab. č. 6 a v obrázku č. 6, s. 46.

Na základě těchto statistických výsledků se zamítá nulová hypotéza $H_0$4 a přijímá se alternativní hypotéza H_A4: Robotická rehabilitace ruky má pozitivní efekt na soběstačnost vyjádřeno dle Indexu Barthelové (BI). Lze konstatovat, že existuje významný vliv robotické rehabilitace na zvýšení soběstačnosti a tím na zlepšení kvality života u pacientů se spasticitou ruky v chronickém stádiu.

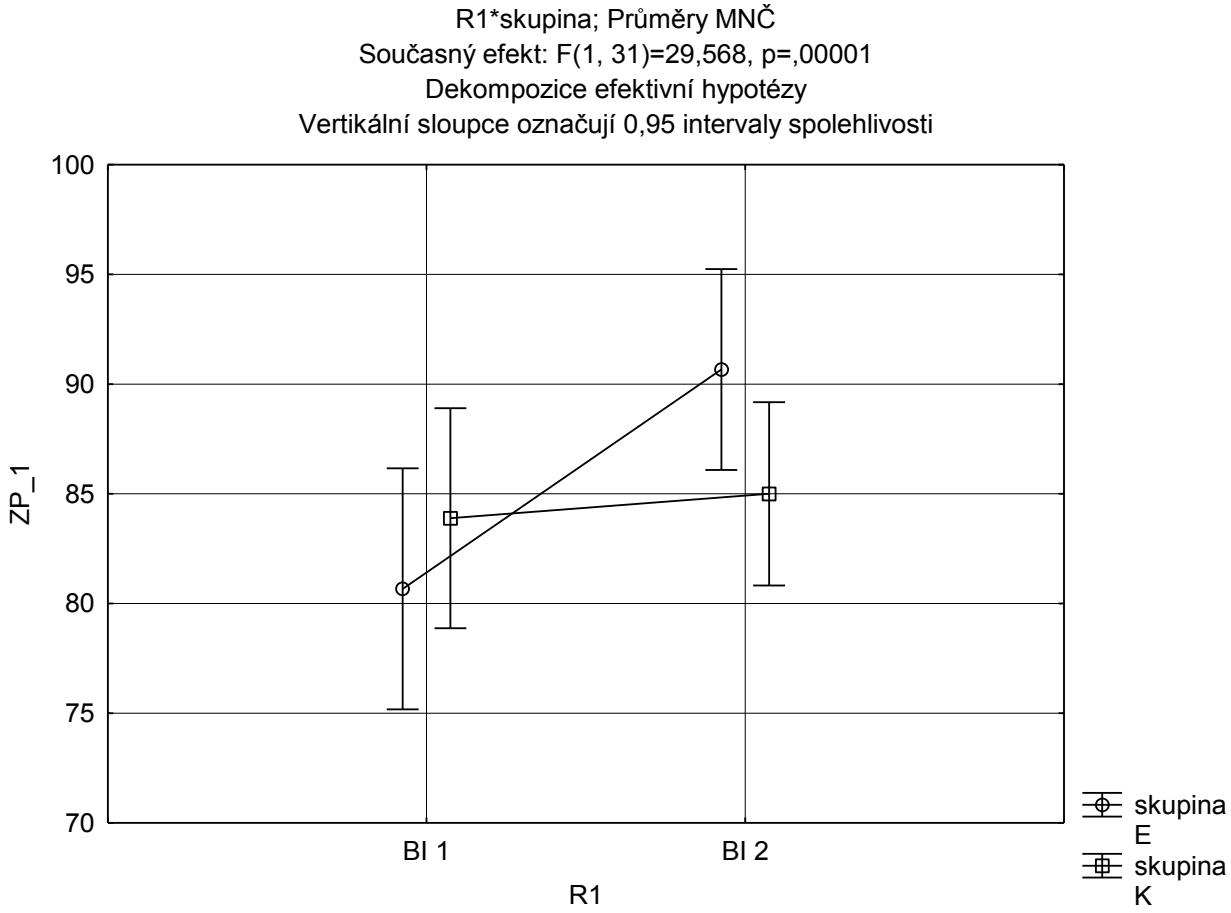
Tabulka č.6: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot BI před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem

Jednofaktorová analýza rozptylu pro opakovaná měření		
	F	p
R1*skup	29,568	0,000006

Legenda k tabulce č. 6:

R1 – faktor opakování před a po rehabilitaci, skup – experimentální a kontrolní skupina pacientů, F – hodnota testovaného kritéria, p – hladina statistické významnosti testu

Obrázek č. 6: Hodnota skóre BI před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů



Legenda obrázku č. 6:

BI 1 – průměrná hodnota skóre BI před rehabilitací, BI 2 – průměrná hodnota skóre BI po rehabilitaci, skupina E – experimentální skupina pacientů, skupina K – kontrolní skupina pacientů.

Komentář k tab. č. 7 a obrázku č. 7:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny testem jednofaktorové analýzy rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledek potvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentálním a kontrolním souborem v parametru změny funkce ruky testováním dle FAT u pacientů v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v tab. č. 7 a v obrázku č. 7, s. 48.

Na základě těchto statistických výsledků se zamítá nulová hypotéza $H_0$5 a přijímá se alternativní hypotéza H_A5: Robotická rehabilitace ruky má pozitivní efekt na soběstačnost vyjádřeno dle Frenchayského testu paže (FAT). Lze konstatovat, že existuje významný vliv robotické rehabilitace na zvýšení soběstačnosti a tím na zlepšení kvality života u pacientů se spasticitou ruky v chronickém stádiu.

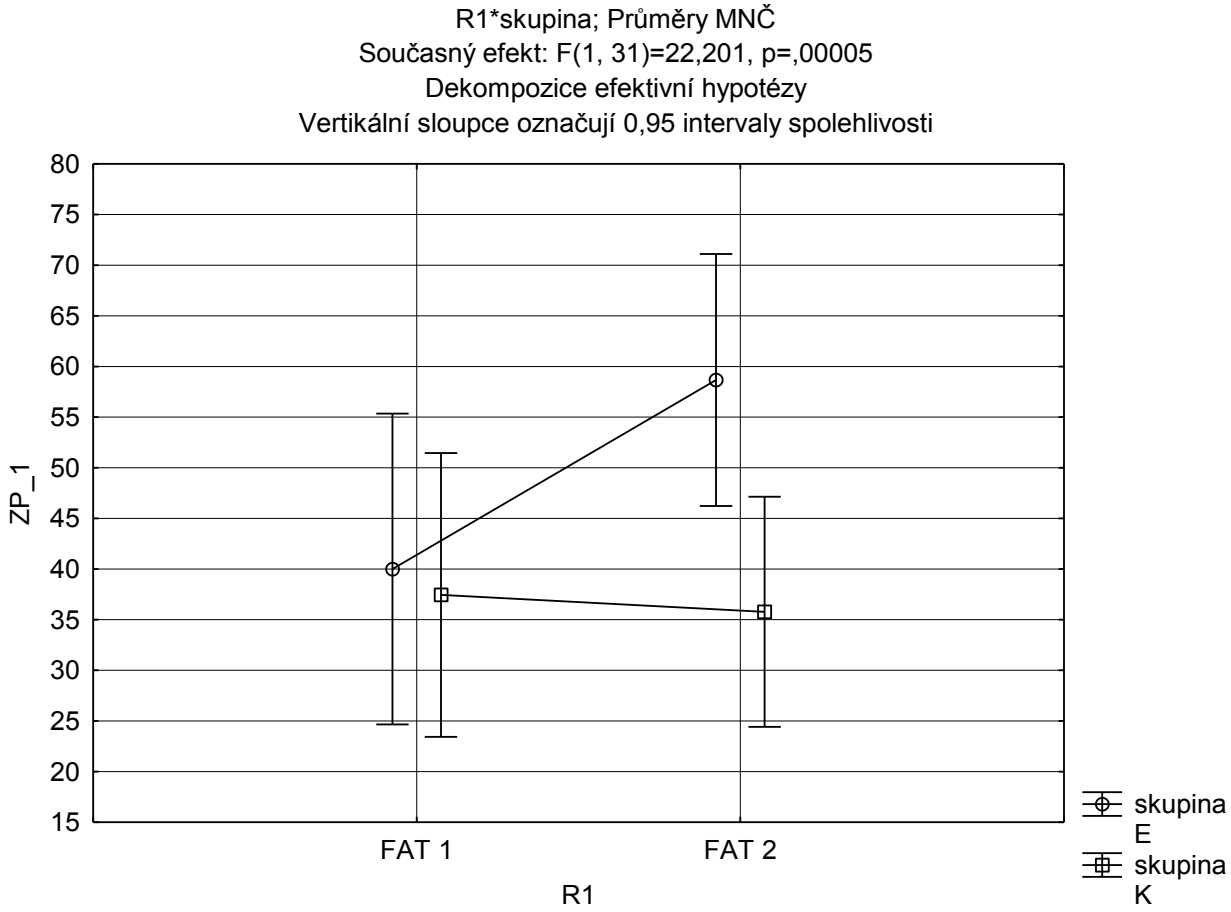
Tabulka č.7: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot FAT před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem

Jednofaktorová analýza rozptylu pro opakovaná měření		
	F	p
R1*skup	22,20139	0,000049

Legenda k tabulce č. 7:

R1 – faktor opakování před a po rehabilitaci, skup – experimentální a kontrolní skupina pacientů, F – hodnota testovaného kritéria, p – hladina statistické významnosti testu

Obrázek č. 7: Hodnota skóre FAT před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů



Legenda k obrázku č. 7

FAT 1 – průměrná hodnota skóre FAT před rehabilitací, FAT 2– průměrná hodnota skóre v testu FAT po rehabilitaci, skupina E – experimentální skupina pacientů, skupina K – kontrolní skupina pacientů.

5 DISKUZE

Adekvátní pohybové schopnosti jedince jsou nezbytné pro provádění běžných denních aktivit. Poruchy hybnosti signifikantně redukují kvalitu života. Poruchy horní končetiny a obzvláště ruky výrazně limitují soběstačnost pacienta. Existuje mnoho možností, jak obnovit funkčnost ruky – například pomocí ortéz, funkční elektrické stimulace, manuální fyzioterapie. Účinnost a úspěšnost fyzioterapie u pacientů s neurologickým onemocněním záleží jak na včasnosti zahájení terapie, době trvání rehabilitace a jejím průběhu, tak na její funkční zaměřenosti a úkolově orientovaném tréninku. Dále také na celkové kondici pacienta, jeho motivaci a vyvinutém úsilí (Maciejasz et al., 2014, s. 2).

U pacientů s centrálním neurologickým postižením dochází k motorickému učení, reedukaci a obnově funkcí díky fenoménu zvaný neuroplasticita – schopnosti mozku měnit se v průběhu života, vytvářet nové neuronální spojení. Dochází k adaptaci lidského mozku na měnící se požadavky tím, že mění své funkční a strukturální vlastnosti, přizpůsobuje se změnám prostředí a novým podnětům. Míra schopnosti mozku vytvářet nová spojení mezi neurony, opravovat a rušit jiná, závisí na míře jeho využívání, tedy na přílivu nových podnětů. Výsledky mnoha studií potvrdily, že fyzická aktivita facilituje neuroplasticitu v určitých strukturách mozku (Hötting, Röder, 2013, s. 2243). Repetitivní pohyby paretické končetiny jsou spojeny s kortikální reorganizací (Fasoli et al., 2003, s. 477). Johnsonová uvádí, že dle studií není dostačující samotné pasivní cvičení afektované končetiny. Funkční kortikální reorganizace a přenesení nových motorických schopností do běžného života se zdá být spojená s metodikami, které zahrnují intenzivní aktivní využívání postižené končetiny a zahrnují osvojování si nových motorických dovedností. Dostupná literatura potvrzuje, že mechanismy zodpovědné za obnovení motorických funkcí jsou především sprouting nových synapsí, využití redundantních neuronových sítí a reorganizace oblastí v okolí léze (Bach-y-Rita, 2003 in Johnson, 2006, s. 2). Studie prováděné na základě funkčních zobrazovacích metod naznačují, že obnova motoriky je charakterizována zvětšením motorických a senzitivních oblastí mozku v poškozené hemisféře, zvýšenou aktivitou existujících a zachovalých motorických neuronových sítí v nepoškozených oblastech a těch, které obklopují místo léze. Dále také redukcí aktivace v primární a sekundárních motorických oblastech, především v hemisféře ipsilaterálně k místu léze (You et al., 2005, ss. 1168-1169).

Je známo, že pro motorické učení a motorické plánování je nutný aktivní pohyb. Proprioceptivní, vizuální a taktilní zpětná vazba je také nezbytná, z čehož propriocepce se zdá být nejdůležitější (Posteraro et al., 2009, ss. 978). Je mnoho metodik

na neurofyziologickém podkladě, které mají pozitivní vliv na rehabilitaci neurologických pacientů. Pacienti starší 65 let benefitují z rehabilitace stejně, jako mladší pacienti, ačkoli mladší pacienti se typicky zlepší především v mobilitě, rovnováze, chůzi a síle úchopu. Zdá se, že spíše intenzita, než typ rehabilitace určuje zlepšení motorických funkcí v dlouhodobém hledisku (Seitz, Donnan, 2015, ss. 7-8).

Zlepšení motorických funkcí po mrtvici může být často výsledkem kompenzačních adaptačních mechanismů, což může být i osvojení si abnormálních pohybových vzorců s cílem splnit pohybový úkol. To je následně hodnoceno pomocí klinických hodnotících škál jako zlepšení a není brán v potaz reálný rozdíl mezi fyziologickým pohybem a kvalitou daného pohybu. Klinické škály jsou schopny kvantifikovat změny ve funkci horní končetiny po roboticky asistované rehabilitaci, ale nejsou adekvátní pro zhodnocení reálných změn během rehabilitace, protože neobsahují hodnocení kvality pohybu (Mazzoleni et al., 2013, ss. 38-39).

Roboticky asistovaná terapie je metoda, v rehabilitaci se rozvíjející od 90. let. Díky robotickým přístrojům dochází k repetitivním pohybům a terapie tak může být intenzivnější. Ideálně by měla sofistikovaná interakce mezi člověkem a robotem simulovat zkušenou ruku terapeuta a vést paretickou končetinu jemně, vyhýbat se náhlým perturbacím a poskytovat minimum potřebné asistence (Hesse et al., 2003, s. 705). Roboti můžou být využiti jako pasivní nástroj například pro zlepšení rozsahu pohybu, nebo jako aktivní nástroj pro trénink mozkových funkcí na principech motorického učení a neuroplasticity (Huang et al., 2017, s. 233). Robotické přístroje pomáhají pacientům s prováděním jak aktivních, tak pasivních opakovaných pohybů, což adresuje několik cílů rehabilitace po iktu – funkční trénink, flexibilitu kloubů a snížení jejich ztuhlosti, prevenci kontraktur a deformit, bolest, ovlivnění somatosenzorického a propeioceptivního vnímání, redukce otoku, prevence vzniku hluboké žilní trombozy (Gobbo et al., 2017, s. 4). Je dobře známo, že pro motorické učení a motorické plánování je nezbytná schopnost provádět volní pohyby. Proprioceptivní, taktilní a vizuální zpětná vazba je také důležitá pro motorické učení. Pacienti se spasticitou by měli provádět aktivní pohyby co nejvíce, a kde jim to spasticita nedovolí, tam může pohybu dopomoci robot (v dosahování i uchopování objektu). Zároveň je poskytována adekvátní proprioceptivní zpětná vazba. Robotické přístroje mohou poskytnout výhody v motorické rehabilitaci u pacientů v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním, například intenzivním opakováním pohybů. V každé 45 minutové terapii je možné pomocí robota provést až 1000 cílených pohybů, což by pro fyzioterapeuta bylo příliš fyzicky náročné. Robot navíc tyto pohyby provádí s velkou přesností. Alespoň u chronických pacientů by

robotická rehabilitace mohla být substituční ke konvenční terapii pro udržení funkční kapacity nabyté v iniciální fázi onemocnění. Navíc je možné kinematická a kinetická data nahrávat a následně je využít ke kvantifikaci procesu motorické reedukace. Jak bylo uvedeno ICF (International classification of Functioning Disability and Health) snaha do budoucna by měla být především v maximalizaci zlepšení úrovně aktivity, nejen ve struktuře a funkci těla (Posteraro et al., 2009, ss. 977-979).

Robotické přístroje jsou schopny přinášet silový feedback pro senzomotorický trénink a asistovat pacientům pasivními pohyby končetiny. Bylo uvedeno, že opakovaný nácvik izolovaných pohybů a robotický trénink mohou mít větší efekt na motorické poruchy způsobené CMP, než samostatná prodloužená terapie samotná. Výhodou Gloreha je, že jakmile je přístroj nastaven a rukavice přizpůsobená ruce pacienta, může být pacient ponechán o samotě a tím se zredukuje potřeba pasivní terapie s pomocí terapeuta. Navíc poskytuje vizuální zpětnou vazbu během provádění cvičení. Vysoká intenzita senzomotorického cvičení pomocí robota, kdy pacienti opakovaně provádí přesně definované motorické úkony, podléhá hypotéze o vyvolání plastických změn kůry mozku – jak somatosenzorické, tak motorické (Halder et al., 2005, s. 2275).

Roboti mohou zajistit kompletní pohyby v plném rozsahu pohybu, zaznamenávat pacientovi výkony a přizpůsobovat terapii intenzitou a obtížností při každé lekci a zabraňovat nevhodným pohybům. Robotické přístroje, které jsou pacientem dobře tolerovány, mohou být využity jak u akutních, tak subakutních a chronických pacientů a mohou být hodnotnou doplňkovou terapií k té konvenční. Konkrétně – Gloreha byla designována pro pacienty s neurologickou symptomatikou. Byla vyvinuta pro trénování schopnosti úchopu a uvolnění předmětu během pasivního pohybu ruky. Toto zařízení může být využito jako podpora pro rehabilitaci a jako přídavek ke klasické fyzioterapii s asistencí terapeuta pro dosažení rychlejšího a lepšího uzdraven. Dle studie, kterou provedl Montecchi et al v roce 2016 s 27 probandy má robotická rehabilitace v kombinaci s konvenční terapií pozitivní vliv na snížení otoku ruky. Tato studie však dle výsledků nepřináší žádný statisticky významný důkaz o zlepšení rozsahu pohybu, spasticity nebo motoriky ruky (Montecchi et al., 2016, s. 4-5). Dle některých autorů jsou benefity robotické rehabilitace alespoň stejně velké, jako konvenční léčba (Colomer et al., 2012, s. 265). Jiní autoři (Fasoli et al., 2004 in Colomer et al., 2016) věří, že robotická rehabilitace kombinovaná s konvenční terapií je pravděpodobně přínosnější než oba typy terapií samostatně jak z kinematického hlediska, tak z funkčního (Colomer et al., 2012, s. 265).

Žádný z citovaných autorů neuvádí intoleranci robotické rehabilitace nebo negativní vedlejší účinky. Ty se však mohou objevit ve spojení s virtuálním prostředím. Jedná se především o rozdíl při sledování pozice vlastní ruky v prostoru a sledování virtuální ruky na obrazovce, která se nachází v jiné vzdálenosti. Může docházet k opoždění aktualizace obrazu, nebo k jeho kmitům tři třesu (McGee, 1998).

5.1 Komentář k vědecké otázce č. 1

První vědecká otázka se zabývá vlivem robotické rehabilitace na zmírnění spasticity a funkci prstů ruky. Byly stanoveny dvě nulové a dvě alternativní hypotézy ($H_0 1$, $H_A 1$, $H_0 2$, $H_A 2$). Hypotéza $H_0 1$ se zabývala efektem robotické rehabilitace na spasticitu m. FDP, hypotéza $H_0 2$ se zabývala efektem robotické rehabilitace na m. FDS.

Spasticita m. FDP byla hodnocena na základě indexu R dle Tardieu škály. U experimentální skupiny došlo u 13 probandů ke snížení indexu R, u dvou pacientů nedošlo k žádné změně v rámci měření spasticity dle Tardieu škály pro m. FDP (viz příloha č. 6, s. 84). U kontrolní skupiny došlo u 8 probandů ke snížení indexu R, u 10 probandů nedošlo ke změně (viz příloha č. 7, s. 85).

Na základě statistického zpracování výsledků indexu R u kontrolní a experimentální skupiny a porovnání výsledků před a po rehabilitaci, nemá robotická terapie statisticky významný efekt na zlepšení spasticity m. FDP ($p= 0,06$).

Spasticita m. FDS byla hodnocena na základě indexu R dle Tardieu škály. U experimentální skupiny došlo u 14 probandů ke snížení indexu R, u jednoho pacienta nedošlo k žádné změně v rámci měření spasticity dle Tardieu škály pro m. FDS (viz příloha č. 6, s. 84). U kontrolní skupiny došlo u 10 probandů ke snížení indexu R, u 8 probandů nedošlo ke změně (viz příloha č. 7, s. 85).

Na základě statistického zpracování výsledků indexu R u kontrolní a experimentální skupiny a porovnání výsledků před a po rehabilitaci, nemá robotická terapie statisticky významný efekt na zlepšení spasticity m. FDS ($p=0,47$).

Odpovědí na vědeckou otázku číslo 1 tedy je: Roboticky asistovaná rehabilitace nemá statisticky významný efekt na zmírnění spasticity prstů ruky.

Z uvedených výsledků ale můžeme vidět, že k mírnému snížení spasticity u obou měřených svalů došlo u experimentální skupiny častěji než u kontrolní. Tento výsledek v porovnání s jinými studiemi je více diskutován níže.

5.2 Komentář k vědecké otázce č. 2

Druhá vědecká otázka se zabývá vlivem robotické rehabilitace na zvýšení soběstačnosti pacientů. Byly stanoveny tři nulové a tři alternativní hypotézy ($H_0$3, H_A3 – $H_0$5, H_A5). Hypotéza $H_0$3 hodnotí dle SVH, hypotéza $H_0$4 hodnotí pomocí BI, hypotéza $H_0$5 hodnotí dle FAT. U všech tří testů funkce ruky se potvrdila alternativní hypotéza a nulová hypotéza byla zamítnuta. U skóre SVH došlo v experimentální skupině k zlepšení výsledků u 9 pacientů a u 6 nedošlo ke změně hodnocení (viz příloha č. 6, s. 84). V kontrolní skupině bylo 14 pacientů bez změny hodnocení, u tří došlo ke zlepšení skóre a u jednoho ke zhoršení (viz příloha č. 7, s. 85). U hodnocení dle Indexu Barthelové došlo v experimentální skupině ke zlepšení u všech pacientů (viz příloha č. 6, s. 84). V kontrolní došlo ke zlepšení u 5 probandů, u 12 se hodnocení nezměnilo. U jednoho pacienta došlo ke zhoršení skóre (viz příloha č. 7, s. 85). Nakonec dle FAT došlo ke zlepšení v experimentální skupině u 14 pacientů a pouze u 1 se výsledky nezměnily (viz příloha č. 6, s. 84). Z kontrolní skupiny bylo 8 pacientů bez změny, 7 mělo lepší skóre a u 3 došlo dokonce ke zhoršení (viz příloha č. 7, s. 85).

U jednoho z pacientů v kontrolní skupině došlo ke zhoršení výsledků BI a FAT po aplikaci botulotoxinu. Po aplikaci botulotoxinu může dojít k náhle svalové slabosti v místě aplikace, někdy se může efekt šířit i na okolní svalstvo. U pacientů s flekční spasticitou ruky tak sice dojde k uvolnění spasticity, zároveň však dojde k oslabení úchopu a progresi poruchy jemné motoriky prstů a tím k zhoršení úchopových funkcí (Ehler, 2013, s. 57).

Statisticky signifikantní rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou u všech tří škál ukazuje pozitivní vliv robotické rehabilitace na soběstačnost pacienta.

Odpověď na vědeckou otázku číslo 2 je tedy: Roboticky asistovaná rehabilitace má statisticky významný pozitivní vliv na soběstačnost pacienta a funkci ruky.

5.3 Diskuze k vědeckým otázkám č. 1 a 2

Výsledky této diplomové práce ohledně vlivu robotické terapie na spasticitu, jsou v rozporu se studií, kterou provedl Konečný et al., v roce 2017. Dohromady 38 pacientů se spastickou afekcí na horní končetině podstoupilo konvenční antispastickou terapii, z toho u 20 pacientů experimentální skupiny byla tato terapie obohacena o robotickou rehabilitaci pomocí Gloreha Professional II. U 20 pacientů experimentální a 18 pacientů kontrolní skupiny zaznamenal statisticky významný rozdíl ve změnách svalového tonu – konkrétně zmírnění spasticity prstů ruky (Konečný et al., 2017, ss. 14-20). Tento rozdíl může být dán použitím odlišné hodnotící škály. Konečný et al. ve své studii hodnotil pomocí Ashwortovy škály, která na rozdíl od Tardieu škály, nehodnotí specificky centrální složky spasticity. Ke zmírnění spasticity navíc došlo i u kontrolní skupiny, která robotickou rehabilitaci neabsolvovala.

Podobnou studii provedl Bissoloti et al. v roce 2016. Sedm pacientů v chronickém stádiu s hemiparézou nedominantní horní končetiny se mírným nebo středním stupněm spasticity dle MAS. Pacienti podstoupili 10 terapií pomocí přístroje Gloreha během tří týdnů, která zahrnovala isolované pohyby prstů a synchronní pohyby prstů. Po každé terapii pomocí Gloreha byla terapeutem provedena manuální pasivní terapie pro zvýšení rozsahu pohybu ruky. Hodnocení spasticity probíhalo dle MAS a funkce ruky hodnocena dle Motoricity Index (MI). Signifikantní rozdíly byly zhodnoceny v míře spasticity jak lokte, tak zápěstí a prstů ruky ($p=0,015$) před a po terapii. V hodnocení funkce ruky dle MI nebyl signifikantní rozdíl v síle špetkového úchopu (Bissoloti et al., 2016, ss. 770-772). Bissoloti et al. má ve zmíněné studii malý počet probandů a nemá kontrolní skupinu. Jeho studie nicméně přináší důkaz, že konvenční terapie ve spojení s robotickou terapií má pozitivní efekt nejen za zlepšení spasticity ruky, ale také na zlepšení lokálního svalového prokrvení a zlepšuje subjektivní pocity pacienta jako je pocit těžkosti a ztuhlosti horní končetiny (Bissoloti et al., 2016, s. 772).

Na zhodnocení efektivity intenzivní robotické rehabilitace na funkci ruky se zaměřil i Sale et al. ve studii z roku 2012. Na rozdíl od naší studie sledoval efekt u pacientů v akutní fázi po CMP. Sedm pacientů podstoupilo rehabilitaci robotickým systémem Amadeo, spolu se standartní rehabilitací. U všech 7 pacientů bylo zaznamenáno klinické zlepšení (hodnocení dle Friedman test ($p<0,0123$)). Dle hodnocení AS předpokládá, že ovlivnění spasticity je více efektivní, když rehabilitace začne již během akutní fáze onemocnění (Sale et al., 2012, ss. 3-4). Pětioký et al, také uvádí, že akutní a subakutní fáze po CMP je optimální

„časové okno“ pro podporu a stimulaci funkcí ruky. Množství a náplň rehabilitace běžně poskytované během této fáze je pravděpodobně nedostačující pro obnovu funkcí, pokud má navíc pacient rozsáhlý motorický deficit (Pětioký et al., 2016). Posteraro et al., ale ve své studii z roku 2009 píše, že zlepšení motorických schopností po neurologickém onemocnění může pokračovat i více než rok po akutní příhodě (Posteraro et al.,2009, ss. 977-979). Stienar et al. uvádí, že funkční potenciál motorických funkcí se snižuje s časem od akutního onemocnění. Významné funkční zlepšení se může objevit během 3 let od počátku onemocnění (Stinear et al., 2007, s. 176). Také Fasoli et al. uvádí, že intenzivní terapeutická intervence, jako například constraint-induced movement therapy, může přispívat k signifikantnímu snížení motorické poruchy a zlepšovat funkci ruky u pacientu i více než rok od iktu (Fasoli et al., 2003, s. 477).

Hodnocení okamžitého efektu robotické rehabilitace jednorázovou pasivní robotickou terapií (konkrétně přístroje Gloreha) se zabýval i Gobbo et al. ve své studii z roku 2017. Sledoval především lokální prokrvení a funkci horní končetiny u 23 pacientů s hemiparézou v subakutním (11 probandů) nebo chronickém stadiu (12 probandů). Kromě signifikantní změny v prokrvení ($p=0,014$) se po intervenci hodnotily změny svalového tonu prstů ruky měřené MAS ($p=0,004$), což je opět v rozporu s touto studií. Pacienti také subjektivně udávali menší pocit ztuhlosti a těžkosti ruky po intervenci, stejně tak snížení bolesti. Tato studie přináší důkaz, že roboticky asistovaná rehabilitace zlepšuje lokální cirkulaci, může napomáhat v redukci spasticity, pozitivně ovlivňuje bolest a zlepšuje i subjektivní pocity pacienta (Gobbo et al. 2017, s. 3).

Studii s 23 pacienty v chronickém stadiu po CMP provedl Colomer et al. v roce 2012. K rehabilitaci využil přístroje Armeo®Spring. Hybnost ruky byla zhodnocena na začátku a na konci terapie (36 hodinových terapií) a znovu po dalších 4 měsících. Byly využity tyto škály a hodnotící testy: MAS, Manual Function Test, MI, Fugl-Meyer Assessment Scale (FM), Motor Assesment Scale, Manual Function Test a Wolf Motor Function Test (WMTF). Opakované měření prokázalo dle statistických výsledků výrazné zlepšení ve všech funkčních testech ruky, avšak, stejně jako v naší studii, bez signifikantních změn ve svalovém tonu dle MAS. Tyto výsledky zůstaly bez výrazných změn i v dalším měření 4 měsíce po ukončení rehabilitační intervence, vyjma mírného zlepšení v MI a WMTF. Závěrem Colomer uvádí, že robotické systémy jsou efektivní v rehabilitaci horní končetiny v případech lehké až střední parézy i u chronických pacientů (Colomer et al., 2012 263-265). Colomer opět do studie nezařadil kontrolní skupinu a měl poměrně malý počet probandů.

Rozsáhlejší studii se zaměřením na efektivitu robotické rehabilitace provedl v roce 2010 i Lo et al. Studii provedl se 127 pacienty v chronickém stádiu po CMP se středním až velkým impairmentem na horní končetině. Bylo náhodně vybráno 49 pacientů, kteří absolvovali intenzivní robotickou rehabilitaci, 50 mělo intenzivní konvenční terapii zahrnující manuální techniky a 28 pacientům se dostalo běžné péče, ne vždy zahrnující fyzioterapii. Terapie probíhala po dobu 12 týdnů, během kterých pacienti obdrželi 36 hodinových lekcí. Hodnocení změny v motorických funkcích probíhalo po 12 týdnech pomocí Fugl-Meyer Assesment of Sensorimotor Recovery after Stroke (FMA). Po 36 týdnech byla udělána sekundární analýza léčby pomocí Wolf Motor Function Test a svalový tonus byl hodnocen dle MAS. Výsledky dle FMA ukázaly, že výraznější zlepšení oproti robotické terapii měla skupina, která podstoupila intenzivní konvenční terapii ($p=0,92$), ale robotická terapie byla přínosnější než běžná péče ($p=0,08$). Rozdíly však nebyly signifikantní. Sekundární analýza ukázala, výrazné zlepšení FMA, WMF i Stroke Impact Scale v porovnání s běžnou péčí, ale ne s intenzivní konvenční terapií (robotická terapie vs. běžná péče $p=0,009$). Výsledek této studie v rozporu s naší studií tedy tvrdí, že robotická terapie nijak výrazně nezlepšuje motorickou funkci ruky u hemiparetického pacienta v chronickém stadiu v porovnání s klasickou nebo intenzivní terapií ihned po ukončení terapie. V dlouhodobějším hledisku je však roboticky asistovaná rehabilitace přínosnější, než běžná péče (Lo et al., 2010, ss. 1775-1781).

Studii s 15 pacienty v akutní a subakutní fázi po CMP provedl Yoo et al. v roce 2015. Všichni pacienti podstoupili konvenční terapii, a navíc půl hodiny denně robotickou terapii (5x týdnně). Absolvovali dohromady 20 sezení hodinové terapie (30 minut robotická rehabilitace a 30 minut konvenční terapie) v průběhu 4 týdnů. K terapii byly využity přístroje InMotion Shoulder-Elbow Robot a MIT-MANUS. Přístroje byly schopné zaznamenat pozici a rychlost pohybu. Měření s využitím FMA a modifikovaného Indexu Barthelové (MBI) proběhlo před začátkem terapeutického programu a po jeho ukončení. Bylo zaznamenáno výrazné zlepšení v FMA a MBI po intervenci ($p=0,001$). Výsledky studie potvrzují, že robotická rehabilitace ve spojení s konvenční terapií je přínosná v rehabilitaci funkce ruky u akutních pacientů po CMP (Yoo et al., 2015, ss. 677-678). Yoo et al. však neměli kontrolní skupinu.

Lambercy et al. se ve své studii v roce 2011 věnovali účinnosti rehabilitace pomocí HapticKnob, konkrétně se zaměřením na úchop ruky, pronaci a supinaci – dvě důležité funkce pro ADL, které jsou často porušené u pacientů po CMP. Pacienti v chronickém stadiu po CMP podstoupili robotickou rehabilitaci 3 hodiny týdně po dobu 6 týdnů. Hodnocení

dle Fugl Meyer Motor Assessment Scale a Motoricity Index proběhlo před začátkem terapeutického programu, ihned po jeho ukončení a následně i 6 týdnů po skončení rehabilitace (12 týdnů od počátku rehabilitace). V experimentální skupině bylo zařazeno 13 pacientů a dle výsledků měření bylo pozorováno zlepšení jak v distálních, tak proximálních částech horní končetiny. Funkce ruky se ve třetím měření oproti prvnímu měření dle Fugl-Meyer zlepšila, stejně tak dle Motoricity Index. Autoři uvádí i snížení spasticity ruky, měřeno dle modifikované Ashwortovy škály. Výsledky klinického vyšetření byly potvrzeny i pomocí dat, které byly zaznamenány v přístroji (Lambercy et al., 2011, ss. 5-7).

Pětioký et al představili v roce 2016 studii s 33 pacienty po CMP se středním až těžkým deficitem horní končetiny, kteří podstoupili úkolově zaměřenou rehabilitaci a ergoterapii a k tomu 20 terapií pomocí Gloreha. Výsledky hodnocení dle Motor Assesment Scale ($p<0,01$) prokázaly signifikantní zlepšení. Dle Motoricity Index ($p=0,019$) se ukázalo signifikantní zlepšení motorické funkce prstů, ale ne loketního a ramenního kloubu. To dle Pětiokého a et al. poukazuje na specifitu efektu terapie pomocí Gloreha, protože loket a rameno nejsou v tomto terapeutickém přístupu přímo začleněné. Tato studie poskytla předběžný důkaz o efektivitě robotické rehabilitace pomocí Gloreha u pacientů v subakutní fázi po CMP (Pětioký et al., 2016).

Ve studii, kterou provedl Villafane et al, v roce 2018, byla 32 pacientům v akutní fázi poskytnuta roboticky asistovaná rehabilitace nebo konvenční rehabilitace jako doplněk ke klasické fyzioterapii a ergoterapii. Z výsledků studie vyplynulo, že oba přístupy přinášejí buďto statisticky nebo klinicky relevantní změny ve funkci ruky, motorických schopností a bolesti. Tyto výsledky jsou v korelaci se studiemi, které našly výhody v roboticky asistované rehabilitaci poskytnutou zároveň s fyzioterapií a ergoterapií (Villafane et al., 2018, ss. 99-100; Mazzoleni et al, 2013, pp. 38; Lum et al, 2016 in Villafane, 2018, s. 99).

Dle Lum et al. zůstává nadále otázka, zda má robotická rehabilitace tak unikátní aspekty, které nemohou být provedeny terapeutem. Nicméně zastává názor, že současná forma konvenční terapie není optimální minimálně pro chronické pacienty (Lum et al., 2002, s. 957). Robotická terapie může doplňovat další terapeutické přístupy redukcí motorického impairmentu u chronických pacientů se středním až těžkým postižením (Fasoli et al., 2003, s. 477).

V některých studiích se autoři zabývali efektem robotické rehabilitace na funkci proximální části paže a několik studií naznačuje generalizovaný efekt tréninku distální části horní končetiny – například trénink ruky a zápěstí na funkci ramenního kloubu, což může vést

ke zlepšení kontroly celé paže (Lambercy et al., 2011, s. 2; Takahashi et al., 2008, ss. 433-434).

5.4 Východiska pro praxi

V uvedených studií dochází k velkým rozdílům ve výsledcích o vlivu robotické terapie na funkci ruky, soběstačnost a vlivu na tonus svalů ruky. Vzhledem k tomu, že k robotické terapii byla vždy přidána i konvenční antispastická terapie a klasická fyzioterapie, nemůžeme s jistotou říci, která konkrétní metoda měla největší vliv na případné zlepšení funkce ruky nebo svalového tonu. Ačkoli statistický výsledek není vždy signifikantní, autoři uvádějí, že ve většině případů dojde alespoň ke klinickému zlepšení nejen uvedených parametrů, ale i ke zlepšení subjektivních pocitů, jako je bolestivost, pocit těžkosti paže, pocit ztuhlosti zlepšení prokrvení a snížení otoku (Bissolotti et al., 2016, s. 772). Dle uváděných faktů v různých studiích a dle výsledků této diplomové práce je zřetelné, že roboticky asistovaná rehabilitace i ve spojení s virtuálním prostředím může být přínosná v rehabilitaci spastických pacientů s neurologickým onemocněním. Kromě exteroceptivní a proprioceptivní stimulace dostává pacient díky sledování obrazu vizuální zpětnou vazbu, která je důležitým stimulačním prvkem pro obratnost ruky (Gatti et al., 2015, pp. 100–101). Na základě výsledků této diplomové práce a uvedených studií je možno říci, že robotická rehabilitace může mít pozitivní vliv na funkci ruky a může být vhodnou doplňkovou terapií ve spojení s klasickou fyzioterapií a antispastickou léčbou. Jedná se o nový senzorický input pro pacienta a není to spojeno s žádnými známými negativními účinky. Robotickou rehabilitaci je možné virtuálně propojit s běžnými denními aktivitami nebo i s počítačovou hrou, což může být pro pacienta nové a motivující. V další rehabilitaci by bylo i vhodné provádět nejen unilaterální pohyby afektovanou končetinou, ale také bilaterální aktivity.

5.5 Limity práce

Tato práce byla koncipována tak, aby odhalila vliv robotické rehabilitace na spasticitu prstů ruky, na funkci ruky a soběstačnost pacienta. To bylo hodnoceno pomocí uvedených klinických škál a testů. Práce naráží na značné limity, které budou uvedeny v této kapitole.

Prvním z velkých limitů práce je rozdílná diagnóza pacientů zúčastněných ve studii. Z 33 pacientů bylo 29 po cévní mozkové příhodě a 4 měli jiné onemocnění, konkrétně nádorové onemocnění CNS. Studie, které jsou v této diplomové práci uváděny, se ve většině případů zabývaly homogenním vzorkem pacientů, nejen se stejnou diagnózou (CMP), ale i s příhodou ve stejném cévním povodí.

Dalším limitem je velmi rozdílná časová perioda od doby vzniku akutního onemocnění. V experimentální skupině bylo časové rozmezí od 6 do 50 měsíců, u kontrolní skupiny od 24 do 132 měsíců od vzniku onemocnění. Tato nerovnováha tak mohla ovlivnit i výsledek při porovnávání obou skupin mezi sebou.

Limity této diplomové práce spočívají i v samotných hodnotících škálách, pomocí kterých dochází k hodnocení splnění cíle úkolu, ale není brán zřetel na kvalitu jeho provedení, nejsou tedy hodnoceny reálné kvalitativní změny, které nastaly během rehabilitace (Mazzoleni et al., 2013, ss. 38-39). Stejně tak hodnocení pomocí výše uvedených škál prováděli ergoterapeutky a fyzioterapeutky v Centru léčebné rehabilitace v Nemocnici Prostějov. Hodnocení tedy provádělo více hodnotitelů se subjektivním hodnocením, ale s využitím objektivních škál.

Studie je limitována i samotnými nedokonalostmi v mechanice Gloreha II Professional. V pohybu prstů chybí rotační složka, při pasivním pohybu se tedy liší reálný pohyb prstů v rukavici a pohyb provedený virtuální rukou na obrazovce. Dále se liší pozice palce při cvičení sevření pěsti. Zatímco reálný pohyb ruky v rukavici probíhá hladce a nepřerušovaně, ruka na obrazovce se někdy pohybuje sakadovaně. Může docházet k zaostávání v rychlosti aktualizace scény nebo k třesu či kmitání obrazu a tím ke vzniku rozdílných exteroceptivních, proprioceptivních a vizuálních inputů.

Dalším faktem je i to, že k přístroji Gloreha Professional II patří i nástavec pro podporu celé horní končetiny, který v Centru léčebné rehabilitace nemocnice Prostějov není k dispozici. Ramenní a loketní kloub je tedy podložen a nastaven do optimální pozice pro cviční akra.

Dalším faktorem je samotná rukavice. Ta je dodávána v univerzálních velikostech XS – XL. Ne vždy je velikost a tvar rukavice optimální pro všechny pacienty a v některých případech nemusí rukavice ideálně padnout.

Limitující bylo vyhledávání adekvátních studií, které by využívaly stejné hodnotící škály, jako tato diplomová práce. Hodnocení spasticity probíhalo pouze pomocí Ashwortovy škály, která neodlišuje centrální složku spasticity a nebere v potaz potenciální retrakci vaziva. K hodnocení funkce ruky a soběstačnosti byly také často využívány odlišné hodnotící škály, než byly použity v této diplomové práci. Kromě již zmíněné homogenity studovaného vzorku pacientů, byly (až na výjimky) studie prováděny s příliš malým vzorkem probandů, někdy až v řádech jednotek. Často také chyběla kontrolní skupina pacientů pro porovnání efektu různých typů terapií.

ZÁVĚR

Robotika v rehabilitaci je celosvětově v popředí zájmů vědců a terapeutů. Nabízí širokou škálu možností terapie, je personálně méně náročná a může být pacientovi upravena na míru podle jeho potřeb. Ve spojení s virtuální realitou je zdrojem proprioceptivní, taktilní a vizuální zpětné vazby. To je důležité pro motorické učení a facilitaci neuroplasticity.

Cílem práce bylo ověřit, jaký efekt má roboticky asistovaná rehabilitace ruky na spasticitu a funkci prstů ruky u pacientů se spastickou parézou v chronickém stádiu.

Statisticky významné výsledky byly nalezeny ve všech třech měřeních hodnotící funkci ruky. Statisticky nevýznamné naopak bylo měření vlivu robotické rehabilitace na spasticitu prstů.

Výsledky studií zabývající se stejným tématem jsou velmi variabilní především, co se týká vlivu na svalový tonus. Téměř vždy autoři uvádí zlepšení funkce ruky, dále i otoku a prokrvení. Uvádí taky zlepšení subjektivních vjemů, jako je pocit těžkosti a ztuhlosti.

Z výsledků této diplomové práce vyplývá, že roboticky asistovaná rehabilitace nemá statisticky významný pozitivní vliv na spasticitu prstů ruky, je ale přínosná v terapii zaměřené na funkci ruky. Je však nutné brát v potaz, že klinické škály hodnotící funkci ruky neobsahují hodnocení kvality pohybu. Zlepšení motorických funkcí tak může být často výsledkem osvojení si adaptačních kompenzačních mechanismů.

Během této studie měli pacienti v experimentální i kontrolní skupině kromě robotické terapie i klasickou manuální fyzioterapii, zaměřenou na obnovu funkce ruky a ovlivnění spasticity. S ohledem na výsledky této práce je možné se domnívat, že robotická rehabilitace kombinovaná s konvenční terapií, je pravděpodobně přínosnější než oba typy terapií samostatně. Robotická rehabilitace tak může být adekvátní doplňková terapie ke klasické fyzioterapii a ergoterapii. Je však stále otázkou, zda má robotická rehabilitace tak unikátní aspekty, aby mohla být samostatně brána jako dostačující. Je zřejmé, že pro objasnění efektu robotické rehabilitace je nutný další výzkum.

V rámci této práce nastalo mnoho limitací. Tyto limity mohou sloužit zároveň jako doporučením pro další práci. Konkrétně lze navrhnout optimálnější výběr pacientů se stejnou diagnózou a větší počet probandů experimentální i kontrolní skupiny.

REFERENČNÍ SEZNAM

ADAMOVICH, S. V., MERIANS, A. S., BOIAN, R., TREMAINE, M., BURDEA, G. S., RECCE, M., POIZNER, H., 2004. A virtual reality based exercise system for hand rehabilitation post-stroke: transfer to function. *The 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* [online], [cit. 2018-10-09]. IEEE, 2004, pp. 4936–4939. DOI: 10.1109/IEMBS.2004.1404364. ISBN 0-7803-8439-3.

BETHOUX, F., 2015. Spasticity Management After Storke. *Physical Medicine andRehabilitation* [online], [cit. 2018-11-09]. **26**(4), 625-639. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.07.003.

BISSOLOTTI, L., VILLAFAÑE, J. H., GAFFURINI, P., ORIZIO, G., 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. 2018-01-03]. DOI: 10.1589/jpts.28.769. ISSN 0915-5287.

CAREY, L. M., MATYAS, T. A., 2011. Frequency of discriminative sensory loss in the hand after stroke in a rehabilitation setting. *Journal of rehabilitation medicine* [online], [cit. 20185-12-03]. 2011, vol. 43, pp. 257–263. DOI: 10.2340/16501977-0662. Dostupné také z: http:// www.medicaljournals.se/jrm/content/?doi=10.2340/16501977-0662.

COLOMER, C., BALDOVÍ, A., TORROMÉ, S., NAVARRO, M. D., MOLINER, B., FERRI, J., NOÉ, E.; 2013. Efficacy of Armeo®Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. *Neurología* [online], [cit. 2018-10-09]. **28**(5), 261-267. DOI: 10.1016/j.nrl.2012.04.017. ISSN 02134853. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213485312001673

DORF, E., BLUE C., SMITH B. P. a KOMAN L. A., 2010. Therapy After Injury to the Hand. *Journal of the American Academy of Orthopaedics Surgeons*. [online], [cit. 2018-12-09]. **18**(8), 464-473. DOI: 00124635-201008000-00003. ISSN 1067-151X.

EHLER, E., 2015. Spasticita - klinické škály. *Neurologie pro praxi*. [online], [cit. 2018-9-09]. **16**(1), 20-23.
Dostupné také z: https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/05.pdf

EHLER, E., 2013. Botulotoxin v léčbě neurologických poruch. *Remedia*. [online], [cit. 2019-02-03]. **23**(1), 54-60. Dostupné také z: http://www.remedia.cz/Archiv-rocniku/Rocnik-2013/1-2013/Botulotoxin-v-lecbe-neurologickych-poruch/e-1pe-1pf-1r9.magarticle.aspx

FASOLI, S., KREBS, H., STEIN, J., FRONTERA, W., HOGAN, N.; 2003. Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online], [cit. 2018-10-09]. **84**(4), 477-482. DOI: 10.1053/apmr.2003.50110. ISSN 00039993. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999302048062

FERREE, S., VAN DER VLIET, L, VAN HEIJL M., HOUWERT H., LEENEN L., HIETBRINK F., 2017. Fractures and dislocations of the hand in polytrauma patients: Incidence, injury pattern and functional outcome. *Injury: International Journal of the Care of the Injured* [online], [cit. 2018-11-09].. **48**(4), 930-935. DOI: 10.1016/j.injury.2017.02.034. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138317301286

Gloreha – hand rehabilitation glove [online] [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: http://www.gloreha.com/

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]. 1-6, [cit. 2018-01-05]. DOI: 10.1155/2017/2796815. ISSN 2314-6133.

GRACIES, J. M., BURKE, K., CLEGG, N. J., et al. Reliability of the Tardieu Scale for Assessing Spasticity in Children With Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2010, (91), 421-428 [cit. 2018-03-09]. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.11.017.

HALDER, P., STERR, A., BREM, S., BUCHER, K., KOLLIAS, S., BRANDEIS, D., 2005. Electrophysiological evidence for cortical plasticity with movement repetition. *European Journal of Neuroscience* [online], [cit. 2018-03-09]. **21**(8), 2271-2277. DOI: 10.1111/j.1460-9568.2005.04045.x. ISSN 0953816X. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1111/j.1460-9568.2005.04045.x

HESSE, S., SCHMIDT, H., WERNER, C., BARDELEBEN, A., 2003. Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control. *Current Opinion in Neurology* [online], [cit. 2018-03-09]. **16**, 705-710. DOI: 10.1097/01.wco.0000102630.16692.38.

HILLEROVÁ, L., MIKULECKÁ, E., MAYER, M., et al. 2006. Statistické vlastnosti nové škály - Skóre Vizuálního Hodnocení Funkčního Úkolu Ruky u Pacientů 49 po Cévní Mozkové Příhodě. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství* [online], [cit. 2018-03-09]. 2006, vol. **13**(3), ss. 107-111. ISSN 1211-2658

HÖTTING, K.; RÖDER, B.; Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* [online], [cit. 2018-09-09]. 2013, **37**(9), 2243-2257. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2013.04.005. ISSN 01497634. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763413001012

HUANG, X., NAGHDY, G., NAGHDY, D., DU H., TODD C.; 2017. Robot-assisted post-stroke motion rehabilitation in upper extremities: a survey. *International Journal on Disability and Human Development* [online], [cit. 2018-04-02]. **16**(3), 233-247. DOI: 10.1515/ijdhd-2016-0035. ISSN 2191-0367. Dostupné také z: http://www.degruyter.com/view/j/ijdhd.2017.16.issue-3/ijdhd-2016-0035/ijdhd-2016-0035.xml

HUSSAIN, I., SALVIETTI, G., SPAGNOLETTI, G., MALVEZZI, M., CIONCOLONI, D., ROSSI, S., PRATTICHIZZO, D., 2017. A soft supernumerary robotic finger and mobile arm support for grasping compensation and hemiparetic upper limb rehabilitation. *Robotics and Autonomous Systems* [online], [cit. 2018-03-09]. **93**, 1-12. DOI: 10.1016/j.robot.2017.03.015. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921889016303761

JANG, S. H., SUNG, H. Y., HALLET, M., CHO, Y. W., PARK, CH., CHO, S., LEE, H. a KIM, T., 2005. Cortical Reorganization and Associated Functional Motor Recovery After Virtual Reality in Patients With Chronic Stroke: An Experimenter-Blind Preliminary Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online], [cit. 2018-03-10]. **86**(11), 2218-2223. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.04.015.

JOHNSON, M., 2006. Recent trends in robot-assisted therapy environments to improve real-life functional performance after stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*

[online], [cit. 2018-10-09]. **3**(29), 1-6. DOI: 10.1186/1743-0003-3-29. ISSN 1743-0003. Dostupné také z: https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-3-29

KEREM, M., LIVANELIOGLU, A., TOPCU, M., 2001. Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneous sensory inputs in spastic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology* [online], [cit. 2018-03-09]. **45**(5), 307-313. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1469-8749.2001.tb00210.x

KESSNER, S., BINGEL, U., THOMALLA, G., 2016. Somatosensory deficits after stroke: a scoping review. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online], [cit. 2018-10-09]. **23**(2), 136-146. DOI: 10.1080/10749357.2015.1116822. ISSN 1074-9357. Dostupné také z: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10749357.2015.1116822

KONEČNÝ, P., TARASOVÁ, M., KUBÍKOVÁ, J., VERNEROVÁ, M., 2017. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online], [cit. 2018-10-09]. **24**(1), 18-21. Dostupné také z: https://files.btlnet.com/cor/product_documents/10485d87-defd-4dc4-914d-55b79c852a9c/BTL_studie_Gloreha-Robotick%C3%A1_rehabilitace_spasticity_ruky_1496393387_original.pdf

KRÁLÍČEK, P., 2002. *Úvod do speciální neurofyziologie*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2002, 230 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0350-0.

KRISHNAN, V., JARIC, S., 2008. Hand function in multiple sclerosis: Force coordination in manipulation tasks. *Clinical Neurophysiology* [online], [cit. 2019-02-04]. **119**(10), 2274-2281. DOI: 10.1016/j.clinph.2008.06.011. ISSN 13882457. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245708006068

LAMBERCY, O., DOVAT, L., YUN, H., et al., 2011. Effects of a robot-assisted training of grasp and pronation/supination in chronic stroke: a pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online], [cit. 2019-02-04]. **8**(63), 1-11. DOI: 10.1186/1743-0003-8-63.

LAVER, K. E., LANGE, B., GEORGE, S., DEUTSCH, J. E., SAPOSNIK, G.; CROTTY, M.; 2017. Virtual reality for stroke rehabilitation (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online], [cit. 2019-02-04]. **2017**(11). DOI: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.

LO, A., GUARINO, P., RICHARDS, L., et al., 2010. Robot-Assisted Therapy for Long-Term Upper-Limb Impairment after Stroke. *New England Journal of Medicine* [online], [cit. 2019-02-04]. **362**(19), 1772-1783. DOI: 10.1056/NEJMoa0911341. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa0911341

LUM, P. S., BURGAR, CH., SHOR, P., MAJMUNDAR, M., VAN DER LOOS, M., 2002. Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online], [cit. 2019-02-01]. **83**(7), 952-959. DOI: 10.1053/apmr.2001.33101. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999302000114

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], [cit. 2019-02-04]. **11**(3). DOI: 10.1186/1743-0003-11-3. ISSN 1743-0003. Dostupné také z: http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-3

MACHÁČKOVÁ, K., VYSKOTOVÁ, J., OPAVSKÝ, J., SOCHOROVÁ, H., 2007. The impairment of sensorimotor hand functions in stroke patients – the comparison of the result of a clinical assessment and the assessment utilizing the standard tests (a case study). *Acta Universitatis Palacki Olomucensis.* 2007, vol. 37, ss. 57–67.

MARINELLI, L., CURRAM A., TROMPETTO, C., CAPELLO, E., SERRATI, C., FATTAAPPOSTA, F., PELSIN, E., PHADKE, CH., AYMARD, C., PUCE, L., MOLTENI, F., ABBRUZZESSE, G., BANDINI, F., 2017. Spasticity and spastic dystonia: the two faces of velocity-dependent hypertonia. *Journal of Electromyography and Kinesiology* . [online], [cit. 2019-02-15], **37**(2017), 84-89. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.09.005

MAYER, N., 1997. Clinicophysiologic Concepts of Spasticity and Motor Dysfunction in Adults with an Upper Motoneuron Lesion. *Muscle & Nerve* [online], [cit. 2019-02-04]. **20**(6), 1-13. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4598(1997)6+<1::AID-MUS2>3.0.CO;2-D. Dostupné také z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/%28SICI%291097-4598%281997%296%2B%3C1%3A%3AAID-MUS2%3E3.0.CO%3B2-D

MAYER, N., ESQUENAZI, A., 2003. Muscle overactivity and movement dysfunction in the upper motoneuron syndrome. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*

[online], [cit. 2019-03-04]. **14**(4), 855-883. DOI: 10.1016/S1047-9651(03)00093-7. ISSN 10479651. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1047965103000937

MAYER, M., HLUŠTÍK, P., 2004. Ruka u hemiparetického pacienta. Neurofyziologie, patofyziologie, rehabilitace. *Rehabilitácia*. 2004, vol. 41, ss. 9–13. ISSN: 0375-0922

MAZZOLENI, S., SALE P., FRANCESCHINI M., BIGAZZI S., CARROZZA M., DARIO P., POSTERARO, F., 2013. Effects of proximal and distal robot-assisted upper limb rehabilitation on chronic stroke recovery. *Frontiers in Neurology* [online], [cit. 2019-03-04]. **33**(2013), 33-39. DOI: 10.3233/NRE-130925

MCGEE, M. K., 1998. *Assessing Negative Side Effects in Virtual Enviroments* [online], [cit. 2018-11-01]. Blacksburg, Virginia, 1998. Virginia Polytechnic Institute and State 53 University. Dostupné také z: https://theses.lib.vt.edu/theses/public/etd-11198-94048/materials/etd.pdf

MONTECCHI, G., MAGNANINI, F., TETTAMANZI, S., VOLTA, B., PEDERZINI, E., LOMBARDI, F.; 2016. Is Passive Mobilization Robot-Assisted Therapy Effective in Upper Limb Motor Recovery in Patients with Acquired Brain Injury? A Randomized Crossover Trial. *International Journal of Physical Therapy & Rehabilitation* [online], [cit. 2019-03-04]. **2**(1), 2-5. DOI: 10.15344/2455-7498/2016/114. ISSN 24557498. Dostupné také z: https://www.graphyonline.com/archives/IJPTR/2016/IJPTR-114/

MORARU, E., ONOSE, G. 2014. Data condensed synthesis regarding kinesioterapeutic procedures used in spasticity therapy. *Journal of Medicine and Life* [online], [cit. 2018-03-04]. **7**(3), 317-321. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4233432/

MUKHERJEE, A., CHAKRAVARTY A., 2010. Spasticity Mechanisms – for the Clinician. *Frontiers in Neurology* [online], [cit. 2018-03-04]. **1**, 1-10. DOI: 10.3389/fneur.2010.00149. ISSN 1664-2295. Dostupné také z: http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2010.00149/abstract

NAIR, K. P. S, MARSDEN, J., 2014. The management of spasticity in adults. *BMJ* [online], [cit. 2019-03-04]. **349**, 1-10. DOI: 10.1136/bmj.g4737. ISSN 1756-1833. Dostupné také z: http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.g4737

PĚTIOKÝ, J., BISSOLOTTI, L., CHIODA, B., HOIDEKROVÁ, K., 2016. Effectiveness of upper limb training with gloreha for stroke survivors with moderate to severe upper limb disability: a randomized controlled trial, preliminary results. [online], [cit. 2019-04-29] Dostupné také z: https://files.btlnet.com/cor/product_documents/7b132df6-3145-4820-a856-5c5fee54ec19/effectiveness_of_upper_limb_training_with_gloreha_preliminary_results_1496393344_original.pdf

POSTERARO, F., MAZZOLENI, S., ALIBONI, S., CESQUI, B., BATTAGLIA, A., DARIO, P. A, MICERA S.; 2009. Robot-mediated therapy for paretic upper limb of chronic patients following neurological injury. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online], [cit. 2019-03-04]. **41**(12), 976-980. DOI: 10.2340/16501977-0403. ISSN 1650-1977. Dostupné také z: https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0403

PUMPA, L. U., CAHILL, L. S., CAREY, L. M, 2015. Somatosensory assessment and treatment after stroke: An evidence-practice gap. *Australian Occupational Therapy Journal* [online], [cit. 2018-02-01]. 2015, vol. 62, pp. 93–104. DOI: 10.1111/1440-1630.12170. ISSN 00450766. Dostupné také z: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1440-1630.12170/full.

SALE, P., Lombardi V. a Franceschini M., 2012. Hand Robotics Rehabilitation: Feasibility and Preliminary Results of a Robotic Treatment in Patients with Hemiparesis. *Stroke Research and Treatment* [online], [cit. 2018-12-12]. **2012**, 1-5. DOI: 10.1155/2012/820931. ISSN 2090-8105. Dostupné také z: http://www.hindawi.com/journals/srt/2012/820931/

SEITZ, R., DONNAN, G., 2015. Recovery Potential After Acute Stroke. *Frontiers in Neurology* [online], [cit. 2018-11-10]. **6**(238), 1-13. DOI: 10.3389/fneur.2015.00238. ISSN 1664-2295. Dostupné také z: http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fneur.2015.00238/abstract

SHEEAN, G.; MCGUIRE, J. R., 2009. *Spastic Hypertonia and Movement Disorders: Pathophysiology, Clinical Presentation, and Quantification* [online], [cit. 2019-03-04]. **1**(9), 827-833. DOI: 10.1016/j.pmrj.2009.08.002. ISSN 19341482. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1016/j.pmrj.2009.08.002

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I., 2013. Mechanizmy spasticity a její hodnocení. *Česká a Slovenská neurologie a neurochirurgie* [online], [cit. 2019-02-15]. **76**/109(3), 267-280. Dostupné z:

http://www.csnn.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.

STINEAR, C. M., Barber P. A., Smale P. R., Coxon J. P., Fleming M. K. a Byblow M., 2007. Functional potential in chronic stroke patients depends on corticospinal tract integrity. *Brain a Journal of Neurology* [online], [cit. 2019-03-04]. **130**(1), 170-180. DOI: 10.1093/brain/awl333. Dostupné také z: https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/awl333

TAKAHASHI, C. D., DER-YEGHIAIAN, L., LE, V., MOTIWALA, R. R., CRAMER, S. C. 2008. Robot-based hand motor therapy after stroke. *Brain* [online]. 131(2), 425-437, [cit. 2017-12-29]. DOI: 10.1093/brain/awm311. ISSN 0006-8950. Dostupné také z: https://academic.oup.com/brain/article/131/2/425/406042

THIBAUT, A., CHATELLE, C., ZIEGLER, E., BRUNO, M., LAUREYS, S., GOSSERIES, O. 2013. Spasticity after stroke: Physiology, assessment and treatment. *Brain Injury* [online], [cit. 2019-03-04]. **27**(10), 1093-1105. DOI: 10.3109/02699052.2013.804202. ISSN 0269-9052. Dostupné také z: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/02699052.2013.804202

TROMPETTO, C., MARINELLI, L., MORI, L., PELOSIN, E., CURRA, A., MOLFETTA, L., ABBRUZZESE, G. 2014. Pathophysiology of Spasticity: Implications for Neurorehabilitation. *BioMed Research International* [online], [cit. 2019-02-15]. **2014**, 1-8. Dostupné z: http://dx.doi.org/10.1155/2014/354906

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR [online], 2019. Praha [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: http://www.uzis.cz/

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], [cit. 2019-03-25]. **31**(3), 351-360. DOI: 10.1177/0269215516642606. ISSN 0269-2155. Dostupné také z: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215516642606

VILLAFAÑE, J. H., TAVEGGIA, G., GALERI, S., et al., 2018. Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *HAND*. **13**(1), 95-102. DOI: 10.1177/1558944717692096. ISSN 1558-9447. Dostupné také z: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1558944717692096

VILLAFAÑE, J. H., VALDES, K., IMPERIO, G., BORBONI, A., CANTERO-TÉLLEZ, R., GALERI, S. A NEGRINI, S., 2017. Neural manual vs. robotic assisted mobilization to improve motion and reduce pain hypersensitivity in hand osteoarthritis: study protocol for a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science* [online], [cit. 2019-03-25]. **29**(5), 801-806. DOI: 10.1589/jpts.29.801. Dostupné také z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/29/5/29_jpts-2016-925/_article

WIESENDANGER, M., SERRIEN, D. J., 2001. Neurological problems affecting hand dexterity. *Brain Research Review* [online], [cit. 2015-12-13]. 2001, vol. 36, pp. 161–168. Dostupné také z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11690612.

WILTON, J., 2003. Casting, splinting, and physical and occupational therapy of hand deformity and dysfunction in cerebral palsy. *Hand Clinics* [online], [cit. 2019-03-25]. 2003, vol. 19, pp. 573–584. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0712(03)00044-1.

YAKUB, F., KHUDZARI, Z. M., MORI, Y. Recent trends for practical rehabilitation robotics, current challenges and the future. 2014. *International Journal of Rehabilitation Research* [online]., 37(1), 9-21, [cit. 2017-12-29]. DOI: 10.1097/MRR.0000000000000035. ISSN 0342-5282.

YOO, D. H. a S. Y. KIM, 2015. Effects of upper limb robot-assisted therapy in the rehabilitation of stroke patients . *Journal of Physical Therapy Science* [online], [cit. 2019-03-25]. **27**(3), 677-679. doi: 10.1589/jpts.27.677. Dostupné také z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4395690/

YOU, S., JANG, S. H., KIM, Y., HALLETT, M., AHN, S. H., KWON, Y., KIM, J., LEE M. Y.; 2005. Virtual Reality–Induced Cortical Reorganization and Associated Locomotor Recovery in Chronic Stroke. *Stroke* [online], [cit. 2019-03-25]. **36**(6), 1166-1171. DOI: 10.1161/01.STR.0000162715.43417.91. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.STR.0000162715.43417.91

SEZNAM ZKRATEK

ADL – Activity of Daily Living

ANOVA – Analysis of Variance

AS – Ashwortova škála

BI – Barthelové Index

BoNT – Botulinum Neurotoxin

č. – číslo

CMP – cévní mozková příhoda

CNS – centrální nervový systém

EMG – elektromyografie

FAT – Frenchay Arm Test

FDP – flexor digitorum profundus

FDS – flexor digitorum superficialis

FM – Fugl-Meyer Assessment Scale

GABA – kyselina gama-aminomáselná

FMA – Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery after Stroke

fMRI – funkční magnetická rezonance

ICF – International Classification of Functioning Disability and Health

m. – musculus

MAS – Modifikovaná Ashwortova škála

MBI – Modifikovaný index Barthelové

MFI – Modifikovaná Frenachayská škála

MI – Motoricity Index

PNF – proprioceptivní neuromuskulární facilitace

s. – strana

ss. – strany

SVH – Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky

Tab. – tabulka

THC – tetrahydrocannabiol

UMN – Upper Motor Neuron Syndrome

VR – virtuální realita

WMTF – Wolf Motor Function Test

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Gloreha II professional (BTL, 2018). 28
Obrázek č. 2: Aplikace botulotoxinu (vlastní zdroj). 32
Obrázek č. 3: Spasticita m. FDP před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů 40
Obrázek č. 4: Spasticita m. FDS před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů 42
Obrázek č. 5: Hodnota skóre SVH před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů 44
Obrázek č. 6: Hodnota skóre BI před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů 46
Obrázek č. 7: Hodnota skóre FAT před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny pacientů 48

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1a: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – experimentální skupina.....35
Tabulka č. 1b: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – experimentální skupina.....36
Tabulka č.2a: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – kontrolní skupina.....36
Tabulka č.2b: Popisná statistika pro jednotlivé parametry – kontrolní skupina.....36
Tabulka č. 3: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot indexu R m. FDP před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem.....39
Tabulka č. 4: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot indexu R m. FDS před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem.....41
Tabulka č.5: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot SVH před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem.....43
Tabulka č.6: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot BI před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem.....45
Tabulka č.7: Statistické zhodnocení parametru rozdíl hodnot FAT před a po rehabilitaci mezi experimentálním a kontrolním souborem.....47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Tardieu škála (Štětkářová, 2013). 77
Příloha č. 2: Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (Hillerová et al., 2006) 78
Příloha č. 3: Ashwortova škála (Štětkářová, 2013). 79
Příloha č. 4: Index Barthelové (https://www.uzis.cz) 80
Příloha č. 5: Informovaný souhlas 82
Příloha č. 6: Bodové hodnocení pacientů experimentální skupiny 84
Příloha č. 7: Bodové hodnocení pacientů kontrolní skupiny 84

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Tardieu škála (Štětkářová, 2013).

Zásady

- testování je vždy ve stejnou denní dobu
- vždy se zachovává stejná poloha těla při testování dané končetiny
- klouby (včetně šíje) jsou stále ve stejné poloze při vyšetření i při testování různých pohybových segmentů.
- pro každou svalovou skupinu se kontrakce svalu hodnotí při specifických rychlostech protažení se dvěma parametry (X a Y)

Rychlosti protažení

V1: co nejpomalejší (pomalejší než pokles končetin ve směru gravitace)
V2: rychlost segmentu končetin při pádu končetiny na podkladě gravitace
V3: co nejrychlejší (rychlejší než pád končetiny ve směru gravitace). Pokud se jednou tato rychlost použije, má se použít vždy při následujícím měření

Kvalita kontrakce svalu (X)

0: bez odporu v průběhu pasivního pohybu
1: mírný odpor v průběhu pasivního pohybu bez jasného záškubu v určitém úhlu
2: jasný záškub („catch") v určitém úhlu, který přerušuje pasivní pohyb a je následován uvolněním („release")
3: vyčerpávající se klonus (méně než 10 sekund při zachování síly protažení) 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 od jeho klidové polohy
- dolní končetiny se mají testovat v poloze na zádech v doporučených polohách kloubů a v doporučených rychlostech.

Příloha č. 2: Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (Hillerová et al., 2006)

A) dosahování – reaching (funkce horní končetiny)

0 – žádný výkon

1 – náznak intence bez pohybu

2 – částečný pohyb bez dostižení cíle

3 – dostižení cíle, ale neefektivní třes, inkoordinace, ataxie, žádný úchop

4 – dostižení, úchop, ale nekvalitní

5 – kvalitní výkon

B) Příprava úchopu a úchop (funkce ruky)

0 – žádný výkon

1 – náznak otevření ruky

2 – otevření ruky plus náznak opozice palce

3 – výkon jako v bodě 2 plus dorzální flexe zápěstí před úchopem (částečně)

4 – dorzální flexe zápěstí, otevření dlaně, opozice palce, ale ne kvalitní

5 – kvalitní, téměř fyziologický, fyziologický výkon

C) Manipulace (funkce horní končetiny)

0 – žádný výkon

1 – naznačený pokus

2 – částečně, bez užitečného výkonu

3 – celý úkon proveden, značně nekvalitně, velké chyby, velké synergie

4 – cely úkon proveden, vykonání žádaného úkonu, zřetelná nejistota, inkoordinace apod.

5 – kvalitní, téměř fyziologický, fyziologický výkon

D) Uvolnění úchopu (funkce ruky)

0 – žádný výkon

1 – náznak 66

2 – nefunkční pokus o uvolnění

3 – částečné uvolnění úchopu, ale málo funkční, velké synergie, inkoordinace

4 – plné uvolnění, funkčně dostatečné, i když patrné synergie, inkoordinace

5 – kvalitní, téměř fyziologický, fyziologický výkon

Příloha č. 3: Ashwortova škála (Štětkářová, 2013).

0 = žádný vzestup svalového tonu 1 = lehký vzestup svalového tonu, klade zvýšený odpor („catch“) při flexi i extenzi 2 = výraznější vzestup svalového tonu, avšak končetinu lze snadno flektovat 3 = podstatný vzestup svalového tonu – pasivní pohyb je obtížný 4 = končetiny jsou ztuhlé do flexe i extenze

Příloha č. 4: Index Barthelové (https://www.uzis.cz)

Barthelové test základních všedních činností

(ADL – Activities of Daily Living)

Jméno pacienta:……

Datum narození pacienta (věk): ……..

	Činnost	Provedení činnosti	Bodové skóre*
1.	**Příjem potravy a tekutin**	samostatně bez pomoci s pomocí neprovede	10 5 0
2.	**Oblékání**	samostatně bez pomoci s pomocí neprovede	10 5 0
3.	**Koupání**	samostatně nebo s pomocí neprovede	5 0
4.	**Osobní hygiena**	samostatně nebo s pomocí neprovede	5 0
5.	**Kontinence moči**	plně inkontinentní občas inkontinentní trvale inkontinentní	10 5 0
6.	**Kontinence stolice**	plně inkontinentní občas inkontinentní trvale inkontinentní	10 5 0
7.	**Použití WC**	samostatně bez pomoci	10

		s pomocí neprovede	5 0
8.	**Přesun lůžko – židle**	samostatně bez pomoci s malou pomocí vydrží sedět neprovede	15 10 5 0
9.	**Chůze po rovině**	samostatně nad 50 m s pomocí 50 m na vozíku 50 m neprovede	15 10 5 0
10.	**Chůze po schodech**	samostatně bez pomoci s pomocí neprovede	10 5 0
Celkem			

Hodnocení stupně závislosti: **

ADL 4 0 – 40 bodů **vysoce závislý**

ADL 3 45 – 60 bodů **závislost středního stupně**

ADL 2 65 – 95 bodů **lehká závislost**

ADL 1 96 – 100 bodů **nezávislý**

* zaškrtněte jednu z možností

** zaškrtněte stupeň závislosti dle výsledku

Příloha č. 5: Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: Diplomová práce – Roboticky asistovaná rehabilitace ruky

Období realizace: červenec 2018 až květen 2019.

Řešitelé projektu: MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA; Bc. Magdalena Šťastná

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je ověření efektivity robotické rehabilitace ruky u spastické parézy. Metoda výzkumu bude probíhat formou sběru dat měřením funkce ruky pacientů po cévní mozkové příhodě. První měření proběhne před začátkem terapie, druhé po ukončení terapie. Následně budou naměřená data spolu s údaji o váze a výšce statisticky zpracována. Budou dodržena všechna pravidla výzkumu a etického přístupu.

Z účasti na výzkumu pro Vás nevyplývají žádná rizika. Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení účastníka výzkumu

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli 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 zpracována 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_____Olomouci_____dne:____4.6.2018_____

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:_____

_____

Příloha č. 6: Bodové hodnocení pacientů experimentální skupiny

)	ETIOLOGIE	MAS 1	MAS 2	FDP [R] 1	FDP [R] 2	FDS 1	FDS 2	SVH 1	SV
3		1	3	2	20	0	20	20	14
5		1	2	1	10	0	20	10	17
)		1	3	2	20	10	50	10	17
)		1	2	2	50	10	50	10	16
5		1	2	1	30	0	30	0	15
)		1	3	2	10	10	50	20	10
7		1	3	2	10	0	50	30	11
7		4	3	2	60	20	40	10	7
)		1	2	1	40	20	40	20	16
3		1	3	2	40	20	40	20	14
)		1	3	2	20	10	40	10	1
L		1	1	1	10	10	50	40	20
)		1	2	1	10	5	10	5	5
)		1	2	1	10	0	10	0	15
5		4	3	2	40	20	40	20	15

MAS – Modifikovaná Ashworthova škála
MAS 1 – vstupní data před terapii
MAS 2 – výstupní data po terapii
ení = 3 FDP – m. flexor digitorum prfofundus; R - úhel ve stupních (1 – vstup, 2 – výstup
FDS – m. flexor digitorum superficialis; R - úhel ve stupních (1 – vstup, 2 – výstu
SVH – Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (body 0-20; 0 - špatný vý
BI – Index Barthelové (skóre: 0-100; 0 -špatný výkon, 100 -normální výkon)
FAT – Frenychay Arm Test (skóre: 0-100, 0 – špatný výkon, 100 – normální výkon

Příloha č. 7: Bodové hodnocení pacientů kontrolní skupiny

VĚS)	ETIOLOGIE	MAS 1	MAS 2	FDP [R] 1	FDP [R] 2	FDS 1	FDS 2	SVH 1	SVH 2
32	1	1	2	10	10	20	20	10	
27	1	2	2	30	20	30	0	15	
77	1	1	0	0	0	0	0	16	
42	1	3	2	10	10	10	10	2	
47	4	3	3	10	0	40	20	1	
36	1	3	2	110	50	130	40	4	
60	1	2	1	40	30	40	30	14	
132	1	3	2	20	10	20	10	10	
42	1	2	2	20	20	20	20	14	
44	1	2	2	20	10	90	90	15	
35	1	1	1	10	10	10	10	10	
48	1	2	1	30	20	30	20	16	
36	1	2	1	0	0	20	10	8	
50	1	1	1	0	0	0	0	15	
36	1	3	2	10	10	90	10	2	
24	1	1	0	10	0	10	0	16	
29	1	2	1	10	10	10	10	15	
50	4	2	1	10	10	20	10	7	

ıIE MAS – Modifikovaná Ashworthova škála
MAS 1 – vstupní data před terapii
MAS 2 – výstupní data po terapii
ranění = 3 FDP – m. flexor digitorum prfofundus; R - úhel ve stupních (1 – vstup, 2 – výstup)
FDS – m. flexor digitorum superficialis; R - úhel ve stupních (1 – vstup, 2 – výstup)
SVH – Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (body 0-20; 0 - špatný výkon,
BI – Index Barthelové (skóre: 0-100; 0 -špatný výkon, 100 -normální výkon)
FAT – Frenychay Arm Test (skóre: 0-100, 0 – špatný výkon, 100 – normální výkon)