

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ
Ústav Fyzioterapie

Bc. Jakub Mach

**Efektivita robotické rehabilitace horních končetin u pacientů
s centrální parézou**

Diplomová práce

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

Olomouc 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod odborným vedením doc. MUDr. Petra Konečného, Ph.D., MBA a použil jsem pouze uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 15. 12. 2020

.....

Podpis

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, doc. MUDr. Petru Konečnému, Ph.D., MBA, za odborné vedení, asistenci, ochotu, trpělivost a cenné připomínky, které mi věnoval v průběhu tvorby mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat celému odbornému týmu rehabilitačního oddělení Prostějovské nemocnice, a. s. za starostlivost, péči o pacienty a za pomoc při sběru dat, bez kterých by se tato diplomová práce neobešla. Velké díky patří také všem spolupracujícím pacientům, kteří byli do tohoto výzkumu zapojeni a bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým přátelům a blízkým za podporu a pomoc, kterou mi poskytli při zpracování mé diplomové práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: diplomová práce

Název práce: Efektivita robotické rehabilitace horních končetin u pacientů s centrální parézou

Název práce v AJ: Effectiveness of robotic rehabilitation of upper limbs in patients with central paresis

Datum zadání: 2019-01-31

Datum odevzdání: 2020-12-18

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Bc. Jakub Mach

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

Oponent práce: Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D.

Abstrakt v českém jazyce:

Úvod: Iktus, traumatické poranění mozku a některé další stavy často způsobují spastickou hemiparézu. Spasticita je jednou z nejčastějších komplikací, která ovlivňuje pacienta po cévní mozkové příhodě. Spasticita horní končetiny významně přispívá ke ztrátě funkce a ke snížení kvality života. Využití robotických přístrojů k ovlivnění spasticity může představovat moderní a účinnou formu rehabilitační léčby.

Cíl: Zhodnotit vliv robotického přístroje Gloreha professional II na spasticitu u pacientů s hemiparézou horní končetiny, a to v kombinaci s fyzioterapeutickou interakcí a aplikací botulotoxinu-A (BoNT) do postižených svalů.

Metodika: Do studie bylo zapojeno celkem 20 pacientů v chronickém stádiu (3–6 měsíců po lézi centrálního motoneuronu) s centrální hemiparézou horní končetiny, kteří absolvovali 3měsíční rehabilitační program. Pacienti byli randomizovaně rozděleni do kontrolní a experimentální skupiny. Experimentální skupina byla vytvořena z 10 probandů a kontrolní skupinu tvořilo taktéž 10 probandů. Obě skupiny absolvovaly stejný rehabilitační program založený na cvičení na neurofyziologickém podkladě a ošetření měkkých tkání (2krát denně 45 minut). Oběma skupinám bylo také aplikováno 50 jednotek Dysportu (BoNT-A) do spastických svalů horní končetiny. Rehabilitační plán experimentální skupiny byl doplněn

robotickou rehabilitací 5 hodin týdně. Jako rehabilitační robot byl využit přístroj Gloreha professional II. Ke zhodnocení a objektivizování výsledků byla pacientům odebrána data o vstupních a výstupních hodnotách na Tardieu scale, Modifikované Ashworthovy škály (MAS), Barthel Index (BI) a Modifikované Frenchayské škály.

Výsledky: U pacientů s robotickou interakcí bylo po ukončení terapie prokázáno statisticky významné snížení spasticity pro m. flexor digitorum profundus ($P=0,0113$) a m. flexor digitorum superficialis ($P=0,0173$) v porovnání s pacienty bez využití rehabilitačního robota – hodnocené pomocí Tardieu škály. Vliv robotického přístroje Gloreha Professional II na zlepšení funkčního stavu horní končetiny ($P=0,1305$) a zlepšení soběstačnosti v běžných činnostech života ($P=0,7054$) nebyl v porovnání s pacienty bez využití rehabilitačního robota statisticky dokázán.

Závěr: Fyzioterapeutická léčba doplněná o robotický přístroj Gloreha professional II vede u pacientů s hemiparézou horní končetiny ke snížení spasticity u m. flexor digitorum profundus ($P=0,0113$) a m. flexor digitorum superficialis ($P=0,0173$).

Klíčová slova v ČJ: paréze, spasticita, spastická hemiparéza, spasticita horní končetiny, léze centrálního motoneuronu, robotická rehabilitace, Gloreha professional II, virtuální realita, motorický trénink, rehabilitace po iktu, robotický asistovaný trénink

Rozsah: 111 stran

Abstract in English

Effectiveness of robotic rehabilitation of upper limbs in patients with central paresis

Introduction: Stroke, traumatic brain injury and some other conditions often cause spastic hemiparesis. Spasticity is one of the most common complications that affects a patient after a stroke. Spasticity of the upper limb significantly contributes to the loss of function and to a reduction in quality of life. The use of robotic devices to influence spasticity can be a modern and effective form of rehabilitation treatment.

Aim: To evaluate the effect of the Gloreha professional II robotic device on spasticity in patients with hemiparesis of the upper limb, in combination with a physiotherapeutic interaction and the application of botulinum toxin-A (BoNT) to the affected muscles.

Methodology: A total of 30 chronic patients (3-6 months after central motoneuron lesion) with central upper limb hemiparesis who completed the 3rd month rehabilitation program were included in the study. Patients were randomized into control and experimental groups. The experimental group was composed of 10 probands, while the control group consisted of 20 probands. Both groups underwent the same rehabilitation program based on neurophysiological exercises and soft tissue treatment (45 min twice a day). Both units were also administered 50 units of Dysport (BoNT-A) to the spastic muscles of the upper limb. The rehabilitation plan of the experimental group was supplemented by robotic rehabilitation 5 hours a week. The Gloreha professional II device was used as a rehabilitation robot. Data on input and output values on the Tardieu scale, Modified Ashworth Scales (MAS), Barthel Index (BI) and Modified Frenchay scales were taken from patients to evaluate and objectify results.

Results: In patients with a robotic interaction, a statistically significant reduction in spasticity was demonstrated after the end of therapy for the flexor digitorum profundus muscle ($P = 0.0113$) and the flexor digitorum superficialis muscle ($P = 0.0173$) compared to patients without the use of a rehabilitation robot. help Tardieu scale. The effect of the Gloreha Professional II robotic device on the improvement of the functional state of the upper limb ($P = 0.1305$) and the improvement of self-sufficiency in normal activities of life ($P = 0.7054$) was not statistically proven in comparison with patients without the use of a rehabilitation robot.

Conclusion: Physiotherapy treatment supplemented with the Gloreha professional II robotic device leads to a reduction in spasticity in flexor digitorum profundus muscle ($P = 0.0113$) and flexor digitorum superficialis muscle ($P = 0.0173$) in patients with upper limb hemiparesis.

Keywords: paresis, spasticity, spastic hemiparesis, upper limb spasticity, central motoneuron lesion, robotic rehabilitation, Gloreha professional II, virtual reality, motor training, stroke rehabilitation, robotically assisted training

Obsah

ÚVOD.....	10
1. TEORETICKÝ PŘEHLED POZNATKŮ.....	12
1.1 SYNDROM HORNÍHO MOTONEURONU	12
1.1.1 SPASTICITA	16
1.1.1.1 Patofyziologie spasticity	16
1.1.1.2 Epidemiologie.....	17
1.1.1.3 Klinické projevy	18
1.2 LÉČBA SPASTICITY	19
1.2.1 FARMAKOLOGICKÁ LÉČBA.....	19
1.2.1.1 Perorální léčba	19
1.2.1.2 Injekční (fokální) léčba.....	21
1.2.1.3 Intratekální baclofenová pumpa	22
1.2.2 NEFARMAKOLOGICKÁ LÉČBA	22
1.2.2.1 Fyzioterapeutická léčba spasticity (fyzioterapie)	22
1.2.2.2 Ortézy	25
1.2.2.3 Transkutánní elektrická neurostimulace	26
1.2.2.4 Chirurgická léčba.....	27
1.3 HODNOTÍCÍ ŠKÁLY SPASTICITY	28
1.3.1 ASHWORTHOVA ŠKÁLA.....	28
1.3.2 MODIFIKOVANÁ ASHWORTHOVA ŠKÁLA	29
1.3.3 TARDIEU ŠKÁLA (TS).....	30
1.4 METODY HODNOTÍCÍ ADL A CELKOVÉ MOTORICKÉ POSTIŽENÍ	32
1.4.1 INDEX BARTHELOVÉ.....	32
1.4.2 FRENCHAYSKÁ ŠKÁLA	34
1.4.3 TEST FUNKČNÍ SOBĚSTAČNOSTI	37
1.4.4 DALŠÍ HODNOTÍCÍ TESTY	37
1.5 ROBOTICKY ASISTOVANÁ REHABILITACE	38
1.5.1 ROZDĚLENÍ TERAPEUTICKÝCH ROBOTŮ	38
1.6 GLOREHA	43

1.6.1 GLOREHA PROFESSIONAL 2	44
1.6.2 INDIKACE A INTENZITA	45
1.6.3 KONTRAINDIKACE	47
2. VÝZKUMNÁ ČÁST.....	48
2.1 CÍLE VÝZKUMU.....	48
2.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY	48
2.3 METODOLOGIE VÝZKUMU	49
2.4 METODOLOGIE MĚŘENÍ	51
2.5 REHABILITAČNÍ INTERVENCE.....	52
2.6 STATISTICKÉ HODNOCENÍ.....	53
2.7 TESTY NORMALITY	53
3. VÝSLEDKY.....	54
3.1 VÝSLEDKY VĚDECKÉ OTÁZKY Č. 1	54
3.2 ZÁVĚR VĚDECKÉ OTÁZKY Č. 1	57
3.3 VÝSLEDKY VĚDECKÉ OTÁZKY Č. 2	57
3.4 ZÁVĚR VĚDECKÉ OTÁZKY Č. 2	58
3.5 VÝSLEDKY VĚDECKÉ OTÁZKY Č. 3	59
3.6 ZÁVĚR VĚDECKÉ OTÁZKY Č. 3	60
4. DISKUZE.....	61
4.1 DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 1	62
4.2 DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 2	67
4.3 DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE Č. 3	70
4.4 PŘÍNOS PRO PRAXI	73
4.5 LIMITY STUDIE.....	74
ZÁVĚR.....	76
REFERENČNÍ SEZNAM	79
SEZNAM ZKRATEK	103
SEZNAM TABULEK	104
SEZNAM PŘÍLOH	105
PŘÍLOHY	106

Úvod

Po celá staletí lidská společnost musela spoléhat pouze na vlastní tvrdou a vyčerpávající fyzickou práci. S rozvojem společnosti se však rozvíjely i robotické přístroje. A právě ty se snažíme využít jak ke zlepšení běžných lidských životů, tak i ke zjednodušení a vylepšení v různorodých odvětvích, jako je těžký průmysl, letectví a v neposlední řadě i ve zdravotnictví. Pokroky ve zdravotnických technologiích vedly k vývoji různých terapeutických robotů pro využití v rehabilitaci. Zejména v uplynulém desetiletí došlo k rychlému nárůstu počtu robotických zařízení, která jsou vyvíjena s cílem pomoci v rehabilitaci pohybu horní končetiny.

Do České republiky se dostal první předchůdce robotické rehabilitace teprve v roce 1960. Prvním nástupcem, kterého již můžeme nazývat robotickým exoskeletem, je Lokomat, který byl představen roku 1999. Od této doby se i přes vysokou pořizovací hodnotu počty stále dokonalejších rehabilitačních robotů neustále zvyšují. Mezi zdravotnická zařízení s nejlepším vybavením můžeme zařadit Rehabilitační ústav Kladruby, Hrabyně, Sanatorium Klimkovice, FN Olomouc a ÚVN Praha.

Hlavní cílovou skupinou rehabilitačních robotických systémů je oblast neurorehabilitace, kde se využívají jak pro preventivní, diagnostické, tak i terapeutické účely, což napomůže a usnadní práci fyzioterapeuta. Robotická rehabilitace využívá mobilní asistivní exoskelet, který pracuje na neurofyziologickém podkladě a je založen na centrálních generátorech vzorů, motorickém učení a neuroplasticitě. Z Evidence-based medicine (EBM) je však přínos této terapie stále sporný, avšak nepochybnou výhodou je snížení fyzické zátěže fyzioterapeutů, a to především u pacientů po neurologických nálezech.

Tato diplomová práce se zabývá robotickou rehabilitací horní končetiny a její význam u pacientů s centrální (spastickou) parézou. Z důvodu příliš širokého tématu se práce orientuje pouze na zkoumání efektivity robotického přístroje Gloreha professional 2 a jeho pozitivního vlivu při léčbě spasticity horní končetiny.

Teoretická část se zabývá centrální parézou a možnostmi její léčby. Zaměřili jsme se nejen na efektivitu a vliv robotické rehabilitace při léčbě spasticity, ale také na samotný léčebný princip robotických přístrojů. Experimentální část se snaží sumarizovat a porovnat všechny dostupné studie dle EBM, které si pokládají stejné otázky, s vlastním výzkumem této diplomové práce.

K tvorbě diplomové práce byly použity jak české, tak i zahraniční zdroje. České zdroje byly využity z velké části k vytvoření teoretické části diplomové práce, zatímco převažující zahraniční zdroje byly využity k hlavní části práce a diskuzi. Tyto zdroje byly vyhledávány

pomocí internetových databází článků, studií a odborných časopisů, jako je *Google Scholar*, *Medline*, *Medvik*, *ProQuest*, *Ovid*, *EBSCO* nebo multivyhledávač *Discovery Service* na Univerzitě Palackého v Olomouci. Klíčová slova pro vyhledávání odborných publikací byla paresis, robotic rehabilitation, Gloreha professional II, mobility limitation, virtual reality, motor training, stroke rehabilitation, robot-assisted training, spasticity, spastic hemiparesis a lesions of the central motoneuron. Vyhledávání zdrojů probíhalo od prosince 2018 do září 2020.

1. Teoretický přehled poznatků

1.1 Syndrom horního motoneuronu

Syndrom horního motoneuronu vzniká při lézi jakékoli části pyramidové dráhy neboli lézi centrálního (prvního, horního) motoneuronu. Pyramidové dráhy jsou tvořeny velkými neurony ve 3. a 5. vrstvě mozkového kortexu arey 1, 3 a 4. Axony těchto motoneuronů vedou centripedálně a vytváří kortikospinální (pyramidovou) dráhu. Kortikospinální dráhy se pod úrovní prodloužené míchy kříží v decussatio pyramidorum a vytváří dvě části, tractus corticospinalis anterior et lateralis. Jak tractus corticospinalis anterior, tak i tractus corticospinalis lateralis dále sestupují míchou a vytváří synapse s α -motoneurony předních rohů míšních neboli s druhými (periferními) motoneurony (Kaňovský, Bareš et Dufek, 2004).

Motorické chování pacientů po lézi centrálního motoneuronu neboli pacientů se syndromem horního motoneuronu (SHM) je vysoce variabilní. Charakteristicky dochází ke zhoršené dobrovolné kontrole pohybu (negativní známky SHM) v kombinaci s nedobrovolnými svalovými kontrakcemi (pozitivní známky SHM) (Mayer et Esquenazi, 2003). Charakteristická symptomatika syndromu horního motoneuronu je popsána v Tabulce 1 a Tabulce 2, s. 12-13.

Tabulka 1 Přehled pozitivních příznaků pozorovaných u syndromu horního motorického neuronu

Pozitivní příznaky	
Zvýšené myotatické reflexy	Hyperexcitability strečového reflexu
Svalové klony	Série nedobrovolných rytmických svalových kontrakcí a relaxací
Spastické jevy	Extenzní neadekvátní reakce na specifický podnět
Spasticita	Hypertonie svalů během pohybu (závislost na rychlosti protažení svalů)
Spazmy extenzorů/flexorů	Křeče se objevují spontánně nebo v reakci na stimulaci (změna polohy, pohyb nohy)
Spastická ko-kontrakce	Agonistické a antagonistické svaly se současně nevhodně kontrahují a tím narušují normální pohyb
Asociované reakce a dyssynergie	Vzdálená forma synkinéze v důsledku selhání inhibice motorické aktivity
Spastická dystonie	Zvýšení klidové svalové aktivity

(Kaňovský, Bareš et Dufek, 2004)

Tabulka 2 Přehled negativních příznaků pozorovaných u syndromu horního motorického neuronu

Negativní příznaky	
Svalová slabost	Svaly mají nižší sílu kvůli ztrátě kortikospinálního řízení
Ztráta obratnosti	Ztráta přesných pohybů rukou (odpor palce v důsledku slabosti vnitřních a vnějších svalů ruky)
Únava	Větší úsilí potřebné k provedení pohybu – vede k únavě
Paréza	Patologické snížení svalového tonu
Hypotonie	Částečná ztráta hybnosti končetin

(Kaňovský, Bareš et Dufek, 2004)

Poškození motorické kůry nebo sestupných motorických axonů v capsulae internae způsobí okamžitou ochablost svalů na kontralaterální straně těla a obličeje. Vzhledem k topografickému uspořádání motorického systému pomáhá lokalizace konkrétních částí těla, které jsou postiženy, lokalizovat místo poranění (Perver et al., 2004).

Akutní projevy bývají nejzávažnější v horních a dolních končetinách, kdy dochází k postižení veškeré reflexní aktivity na straně léze. Naproti tomu kontrola trupových svalů je obvykle zachována, a to díky zachovaným zbývajícím drahám mozkového kmene nebo z důvodu bilaterálních projekcí kortikospinální dráhy do místních obvodů, které řídí trupovou muskulaturu (Nečas, 2009).

Toto počáteční období „hypotonie“ po poranění horních motorických neuronů se nazývá spinální šok a projevuje se sníženou aktivitou spinálních obvodů, které jsou náhle zbaveny vstupu z motorické kůry a mozkového kmene. Po několika dnech však obvody míchy znovu získají většinu své funkce z důvodů, které nejsou plně pochopeny. Poté se objeví konzistentní vzor motorických známek a příznaků, jak jsou popsány v Tabulce 1 a 2 (Perver et al., 2004).

Ačkoli tyto příznaky mohou vzniknout při lézi jakékoli části centrálního motoneuronu, spasticita, která následuje po poškození sestupných drah v míše, je méně výrazná než spasticita, která následuje po poškození mozkové kůry nebo capsulae internae. Například extenzorové svaly na nohou pacienta s poškozením míchy nemohou podporovat tělesnou hmotnost jednotlivce, zatímco svaly pacienta s poškozením na kortikální úrovni často tělesnou hmotnost jedince podporovat mohou. Na druhou stranu léze, které přerušují sestupné dráhy v mozkovém kmeni nad úrovní vestibulárních jader, ale pod úrovní nukleus ruber, způsobují ještě větší

extenzorový tonus než ten, který nastává po poškození vyšších oblastí. Sherrington, který tento fenomén poprvé popsal, jej nazval decerebrační rigiditou. Relativně větší hypertonie po poškození nervového systému nad úrovní míchy je pravděpodobně způsobena zachováním zbývajících intaktních sestupných drah z vestibulárních jader a retikulární formace, které mají čistý excitační vliv na tyto reflexy (Perver et al., 2004 et Nečas, 2009).

U pacientů s lézí centrálního motoneuronu existuje riziko vzniku kontraktur a bolestivých deformit kloubů a končetin. Deformity a svalové kontraktury jsou způsobeny kombinací dobrovolného a nedobrovolného motorického chování, které vytvářejí nerovnováhu sil na podporu stereotypních vzorců pohybů a abnormálního držení těla (např. pes equinovarus) (Barnes et al., 2010; Brashear et al., 2004; Kaji et al., 2010).

Spastická dystonie

Spastická dystonie patří mezi pozitivní jevy syndromu horního motoneuronu. Znaky spastické dystonie mají dvě složky, přičemž spastická složka je citlivá na protažení, zatímco dystonická složka se vyznačuje spontánní aktivitou relaxovaného svalu při absenci jakéhokoli protažení svalu nebo volního pohybu. Spastická dystonie se sice při protažení svalu nevyvolává, ale samotné protažení může spastickou dystonií zvyšovat. Naopak delší protahování ji může snížit (Trompetto et. al., 2019).

Spastická dystonie může vyvolávat abnormální postavení a neúčelný pohyb kteréhokoliv kosterního svalu. Opakuje se v určitých svalových vzorcích. Nadměrná mimovolní kontrakce svalů nebo celých svalových skupin narušuje pacientům volní pohyb (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012; Trompetto et. al., 2019).

Ko-kontrakce

Fyziologická ko-kontrakce je souběžná kontrakce svalových skupin agonistů a antagonistů při přípravě na pohyb nebo jako reakce na podněty prostředí k udržení adekvátního napětí svalů kolem kloubu.

Patologická (spastická) ko-kontrakce je pozitivní znak hyperaktivity svalů u syndromu horního motoneuronu. Patologická ko-kontrakce je zapříčiněna hyperaktivním strečovým reflexem generovaným v antagonistickém svalu v reakci na normální kontrakci agonistického svalu (v důsledku ztráty supraspinální kontroly nad reciproční inhibicí), což má za následek snížení rychlosti, znemožnění dobrovolného pohybu nebo nedobrovolné střídání pohybu do různých směrů. Spastická ko-kontrakce se nejčastěji projevuje v loketním kloubu, zápěstí a v kloubu hlezenním (Heitmann, Breakspear et Ferns, 2012).

Spastické jevy HKK

Dříve byly také nepřesně označovány jako pyramidové jevy iritační. Pozitivní spastické jevy patří k nespolehlivějším klinickým příznakům syndromu horního motoneuronu. Tento jev je zapříčiněn poškozením sestupných motorických drah, a tedy ztrátou modulace spinálních reflexů (Walker, 1990 et Van Gijn, 1995).

K jejich vyvolání dochází podrážděním proprioceptorů nebo kožních receptorů při lézi centrálního motorického neuronu (Kolář, 2009).

Mezi nejčastěji užívané zkoušky patří na horních končetinách:

Justerův příznak – jedná se o patologickou odpověď ve formě addukce a opozice palce na podráždění dlaně ostrým předmětem od zápěstí přes hypothenar a metacarpophalangeální skloubení (MP) (Kolář 2009).

Hoffmanův reflex – provádí se stabilizací prostředního prstu pacienta a rychlým pohybem špičkou prstu. Reflex je pozitivní, pokud se prsty a palec flektují.

Mezi další příznaky patří Trömerův příznak, Janiševského úchop, Mayerův reflex, Vítkův palcibradový jev a Marinecu-Radoviciho dlaňobradový reflex (Kolář, 2009).

Klonus

Svalový klonus je hyperreflexní příznak (hyperaktivní strečový reflex) projevující se nedobrovolnými, rytmickými, svalovými kontrakcemi a relaxacemi. Může to být způsobeno přerušením vláken horních motorických neuronů (ztrátou supraspinální kontroly), jako je iktus a roztroušená skleróza, anebo metabolickými změnami, jako je závažné selhání jater nebo serotoninový syndrom (X). Svalové kontrakce se vyskytují při frekvencích 5 až 7 Hz (Dimitrijevic, Nathan et Sherwood, 1980).

Flexorové a extenzorové spasmy

Flexorové spasmy jsou mimovolní pohyby vyvolané různými smyslovými podněty (tzv. aferenty flexorů). Mezi nejčastější podněty vyvolávající flexorové spasmy patří dotek, tlak, teplota a bolest. Díky silnému aferentnímu vlivu (zbaveného supraspinální reciproční inhibice) těchto podnětů dochází k aktivaci polysynaptických reflexů (excitace flexorů a inhibice extenzorů). Tyto reflexy jsou u syndromu horního motoneuronu přehnané a desynchronizované. Pacienti se syndromem horního motoneuronu mohou vykazovat flexorové spasmy i bez zjevných stimulů. Někdy jsou však reakce bez zjevných stimulů připisovány dekubitům nebo viscerální distenzi (Segal, 2018).

Extenzorové spasmy mohou být naopak vyvolány podrážděním kůže v oblasti třísel, hýždí a na dorzální straně dolní končetiny nebo proprioceptivním vstupem z kyčelního kloubu (Segal, 2018).

Jak flexorové, tak i extenzorové spasmy mohou být v případě velkého postižení hlavní senzorycké dráhy anebo z důvodu vysoké intenzity svalových kontrakcí často velmi bolestivé (Dressler, 2018).

Asociované reakce

Asociované reakce jsou také označovány jako synkinéze. Jedná se o pojem vysvětlující nedobrovolný pohyb jedné části těla spojený s dobrovolným pohybem jiné části těla (např. flexe loketního kloubu při chůzi). K těmto reakcím může dojít také při automatické aktivitě, jako je zívání nebo kýchnutí. Tento jev je vysvětlován tím, že asociované reakce jsou zapříčiněny disinhibovaným šířením dobrovolné motorické aktivity do končetin postižených syndromem horního motoneuronu (Purves et al., 2004).

1.1.1 Spasticita

V klinické neurologii je spasticita definována jako zvýšená odolnost svalu vůči pasivnímu pohybu v důsledku sníženého prahu tonických a fázických strečových reflexů (Burke et al., 1972).

V patofyziologii je spasticita definována jako motorická porucha charakterizovaná nárůstem tonických napínacích reflexů (svalového tonu) závislých na rychlosti a délce pasivního protažení svalu (Lance, 1980). Rychlostně závislé zvýšení svalového odporu vůči pasivnímu protažení často náhle poklesne. Tento jev je popsán jako fenomén sklapovacího nože (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012).

1.1.1.1 Patofyziologie spasticity

Spasticita je jedním z pozitivních příznaků syndromu horního motoneuronu, který způsobuje hypertonii svalu. Jakákoli léze pyramidového traktu nebo extrapyramidových vláken může způsobit abnormalitu svalového tonu. Spasticita je generována v důsledku lokální aktivity svalových vřetének, ale šíření a projev spasticity vyžaduje zapojení centrálního nervového systému. Spasticitu lze rozdělit na dvě složky: spasticitu zprostředkovanou nervovým reflexem a spasticitu způsobenou svalovou kontrakturou, která se často označuje jako nereflexní spasticita.

Poškození horního motoneuronu narušuje komunikaci mezi mozkiem a míchou, což vede ke stavu dezinhibice míšních reflexů (Bhimani et Anderson, 2014). Během pasivního protažení svalu dochází ke smyslovému vstupu ze svalových vřetének do míchy prostřednictvím aferentních nervových vláken Ia. Tyto smyslové vstupy nepodléhají supraspinální inhibiční kontrole a přímo aktivují α -motoneurony předních rohů míšních, čímž dochází k nadměrné aktivaci svalů (Nadone et Schieppati, 2005). Kromě toho můžou spinální interneurony, interneurony Ia a Ib a Renshawovy buňky, vzhledem ke špatné komunikaci s centrálním nervovým systémem, ztratit své inhibiční účinky (Nielsen, Crone et Hultborn, 2007). Narušení inhibiční funkce spinálním interneuronem může snížit inhibici antagonistického svalu a zvýšit akční potenciál v senzitivních neuronech, což dále vede k nadměrné aktivaci svalů (Mukherjee et Chakravarty, 2010).

Spasticitu však lze vysvětlit také změnami mechanických vlastností svalů – a nejen nervově zprostředkovanou hyperreflexií. Chronická hypertonie může snížit počet sarkomer a zvýšit podíl pojivové tkáně ve svalu. Změna měkkých tkání může způsobit snadnější přenos tažných sil na svalová vřeténka, což může zvýšit senzitivní vstup ze svalových vřetének a tím způsobit spasticitu (Sinkjér et al., 1993; Tabary et al., 1972). Gracies et al. zjistili, že fibróza svalu a další složky svalové kontraktury mohou dále zvyšovat spasticitu prostřednictvím nadměrné aktivace aferentních vláken svalového vřeténka (Gracies, 2005).

1.1.1.2 Epidemiologie

Spasticita se běžně vyskytuje u různých onemocnění a stavů včetně mozkové obrny, traumatického poranění míchy nebo mozku, roztroušené sklerózy a v důsledku cévní mozkové příhody. U těchto případů se odhaduje, že spasticita postihuje přibližně 17–53 % pacientů s roztroušenou sklerózou (Barnes et al., 2003; Goodin, 1998; Rizzo et al., 2004), 40–78 % pacientů s poškozením míchy (Anson et Shepherd, 1996; Johnson et al., 1998; Noreau et al., 2000; Skold et al., 1999; Walter et al., 2002) a až 34 % pacientů s traumatickým poškozením mozku (Wedekind et Lippert-Gruner, 2005) a 17–38 % pacientů s cévní mozkovou příhodou (Lundstrom et al., 2008; Sommerfeld et al., 2004; Watkins et al., 2002; Welmer et al., 2006).

Nástup spasticity je v období po cévní mozkové příhodě velmi variabilní a studie ukázaly, že se spasticita vyvíjí a vrcholí 1–3 měsíce po cévní mozkové příhodě. I když neuronální složky spasticity vrcholí 3 měsíce po cévní mozkové příhodě, svalové složky spasticity se mohou časem zvyšovat, což přispívá ke zvýšenému výskytu spasticity 6 měsíců po cévní mozkové příhodě (Kuo et Hu, 2018).

Spasticita se častěji vyskytuje ve flexorech horní končetiny (flexory prstů, zápěstí a loketních kloubů) a extenzorech dolní končetiny (extenzory kolenních a hlezenních kloubů). Wissel et al. (2010) pozorovali, že spasticita se nejčastěji vyvíjí v lokti (79 %), zápěstí (66 %), kotníku (66 %) a rameni (58 %). Lundström et al. (2010) dospěli k závěru, že spasticita je pozorována častěji v horních končetinách než v dolních končetinách a Urban et al. (2010) zjistili, že vyšší stupeň spasticity je ve svalech horních končetin.

Souvislost mezi lokalizací lézí a spasticitou je stále předmětem výzkumu. Jedna z retrospektivních studií zjistila, že léze v oblasti insuly, thalamu, bazálních ganglií a bílé hmoty byly významně spojeny s těžkou spasticitou horní končetiny (Picelli et al., 2014). Další retrospektivní studie zjistila, že putamen je jednou z nejdůležitějších struktur souvisejících s vývojem spasticity po cévní mozkové příhodě (Cheung et al., 2016). Souvislosti v jiných částech jsou stále studii neprokázány.

1.1.1.3 Klinické projevy

Spasticita jako důsledek syndromu horního motoneuronu bývá často doprovázena svalovou slabostí, ztrátou koordinace a obratnosti a trvalou svalovou kontrakcí. Pacienti se spasticitou vykazují zhoršené funkce a mají sníženou kvalitu života. Obvykle jsou pozorovány abnormální posturální vzorce, které mohou souviset s hypertonií svalstva a nerovnováhou mezi agonisty a antagonisty (Sheffler et Chae, 2015).

Pacienti se syndromem horního motoneuronu často vykazují v horních a dolních končetinách neadekvátní synergické vzorce s hromadnou nepřiměřenou svalovou kontrakcí. Tyto jevy jsou důsledkem obnovy volního pohybu po lézi centrálního motoneuronu. U horních končetin jsou nejčastěji pozorovanými vzory addukce a vnitřní rotace v ramenním kloubu, flexe v loketním kloubu, zápěstí a prstech a pronace předloktí. U dolních končetin je často pozorována synergie extenzorů s addukcí v oblasti kyčelního kloubu, extenzí v oblasti kyčelního a kolenního kloubu s nohou equinovarus (Sheffler et Chae, 2015).

Spasticita je jedním z nezávislých rizikových faktorů pro rozvoj bolesti. Studie provedená Wisselem et al. (2010) prokázala, že spasticita je často spojena s bolestí u pacientů s cévní mozkovou příhodou. Autoři uvádějí, že 72 % pacientů po cévní mozkové příhodě (se spasticitou) pociťovalo bolest, zatímco pouze 1,5 % pacientů bez spasticity vykazovalo bolestivé stavy. Spasticita je spojena v 60 % případů s bolestí ramenního kloubu, ve 100 % případů s bolestí loketního kloubu a v 33 % případů s bolestí zápěstí. Mezi spasticitou a bolestmi dolních končetin neexistuje zjevná korelace (Harrison, 2015; Wissel et al., 2010).

1.2 Léčba spasticity

Terapeutická intervence spasticity zahrnuje fyzioterapii, ergoterapii, autorehabilitaci, vybavení pacientů ortézou, farmakologickou léčbu, ortopedickou chirurgii a neurochirurgii. Většina lékařů nepodnikne agresivnější antispastické strategie, pokud pacient necítí bolest a velké funkční omezení způsobené neobvyklým držením těla. Tato kapitola popisuje různé nefarmakologické rehabilitační terapie pacientů a nejčastější farmakologické a chirurgické zákroky.

1.2.1 Farmakologická léčba

Po cévní mozkové příhodě je motorická hyperaktivita jedinou motorickou poruchou, která může mít prospěch z farmakologické léčby. Farmakologická léčba může snížit spasticitu ovlivněním centrálního nervového systému nebo ovlivněním periferních svalů (Thibaut et al., 2013).

Farmakologická léčba může být podávána orálně, injekčně nebo intratekální pumpou. Dávka a forma farmakologické léčby závisí na invalidizujících příznacích pacientů a snášenlivosti nežádoucích účinků. Obvykle začíná nejméně invazivní formou podle paradigmatu žebříku (Kuo et Hu, 2018).

1.2.1.1 Perorální léčba

Perorální podání antispastických léků patří k nejčastějším a nejjednodušším způsobům léčby spasticity. Nejčastěji jsou perorální antispastické léky používány při lehkém stupni spasticity. Při terapii spasticity se používá mnoho druhů léků z rozdílným místem působení a s různými nežádoucími účinky (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012).

Baklofen je nejběžnějším perorálním lékem využívaným k léčbě spasticity. Baclofen je analog kyseliny gama-aminomáselné (GABA) a může procházet hematoencefalickou bariérou na úrovni míchy. Váže se na receptory GABA-B (agonista GABA-B), čímž inhibuje uvolňování excitačních neurotransmiterů (glutamátu a aspartátu). Stimulací GABA-B receptorů napomáhá ke snížení reflexních přenosů v míše. Některé studie zjistily, že Baklofen zlepšuje svalový klonus, frekvence spasmu flexorů a rozsah pohybu kloubů, což vede ke zlepšení funkce (Perez-Arredondo et al., 2016).

Mezi nežádoucí účinky baklofenu patří sedace, celková únava a hepatotoxicita, proto se u pacientů s dlouhodobým užíváním doporučuje pravidelné sledování funkce jater.

Náhlé narušení užívání Baklofenu může způsobit abstinenční příznaky včetně zhoršení spasticity, záchvatů, halucinace, rhabdomyolýzy, a dokonce selhání multisystémových orgánů. Těmto příznakům lze předejít postupným snižováním dávkování (Perez-Arredondo et al., 2016).

Tizanidin řadíme k centrálně působícím lékům. Tizanidin je alfa-2 adrenergní agonista, který zvyšuje presynaptickou inhibici motoneuronů (inhibicí míšních excitačních interneuronů) a snižuje svalový tonus a frekvenci svalových spasmů. Mezi běžné nežádoucí účinky tohoto přípravku patří sedace, závratě, hypotenze, nevolnost a sucho v ústech (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012). Některé studie naznačují, že Tizanidin má kromě svých antispastických účinků i analgetické vlastnosti (Kamen, Henney et Runyan, 2008).

Tizanidin je krátkodobě působící svalový relaxant, takže existuje méně problémů souvisejících se svalovou slabostí. Pro udržení kontroly spasticity je však nutné časté dávkování (Gelber et al., 2001).

Benzodiazepiny, jako je Diazepam a Klonazepam, se mohou vázat v mozkovém kmeni a na úrovni míchy a zvyšují afinitu GABA ke komplexu receptorů GABA-A. To má za následek zvýšení presynaptické inhibice a následné snížení monosynaptických a polysynaptických reflexů (Corbett, Frankel et Michaelis, 1972).

Mimo snížení svalové hyperkontrakce mají tyto látky i nežádoucí účinky, jako jsou sedace, slabost, hypotenze a gastrointestinální potíže (Lapeyre, Kuks et Meijler, 2010). Tyto léky však také způsobují toleranci a závislost, což omezuje jejich dlouhodobé užívání. Studie navíc prokázala možné škodlivé účinky Benzodiazepinů na motorickou funkci u pacientů po CMP. Z tohoto důvodu se v současné době Benzodiazepiny k léčbě spasticity, u pacientů po CMP, již nedoporučují (Hesse et Werner, 2003).

Gabapentin je antikonvulzivum strukturně podobné GABA (GABAergní lék), které moduluje intracelulární kalciové kanály. Ačkoli se tento lék obvykle používá k léčbě neuropatické bolesti, ukázalo se, že je účinný při vysokých dávkách také ke snižování spasticity (např. 2400–3600 mg denně) (Rabchevsky et al., 2012).

Zdá se, že příjem gabapentinu vede ke zvýšení hladin GABA v mozku, avšak přesný mechanismus jeho působení není dobře znám. Toto činidlo má několik nežádoucích účinků, jako jsou mdloby, ospalost, nystagmus, ataxie, bolesti hlavy a třes (Lapeyre, Kuks et Meijler, 2010).

Dantrolen sodný je svalové relaxancium, které vytváří vazbu na ryanodinové receptory a tím ovlivňuje uvolňování vápníku ze sarkoplazmatického retikula kosterních svalů. Regulací uvolňování vápníku dochází k inhibici vazby excitace/kontrakce, čímž se snižuje spasticita svalů (Zhao et al., 2001).

Jelikož Dantrolen necílí selektivně na konkrétní svaly, může to vést k nepříznivému účinku obecné svalové slabosti. V některých ojedinělých případech bylo hlášeno, že je ve vysokých dávkách fatální, a proto se nepovažuje za lék první volby (Ketel et Kolb, 1984).

1.2.1.2 Injekční (fokální) léčba

Fenol a alkohol mohou snížit spasticitu chemickou neurolyzou. 3–5 % koncentrace fenolu může způsobit axonální degeneraci a demyelinaci motorických vláken a 35–50% alkohol může způsobit demyelinaci malých vláken (Kocabas et al., 2010).

Mezi možné nežádoucí účinky patří bolest a otok v místě vpichu. U velmi malého počtu pacientů se mohou objevit dysestézie, pokud se injekce podávají v blízkosti nervových větví bohatých na smysly (Lapeyre, Kuks et Meijler, 2010).

Botulotoxin je silný neurotoxin, který je produkován bakterií *Clostridium botulinum*. Existuje sedm sérotypů botulotoxinu, avšak k léčbě se používají pouze tři (typ A, B a E) (Shaari et Sanders, 1993).

Molekula botulotoxinu (BTX) je tvořena dvěma řetězci (těžký a lehký řetězec). Těžký řetězec vytváří vazbu botulotoxinu k presynaptickým cholinergním vezikulám a zprostředkovává samotný průnik BTX do nitra vezikul. Lehký řetězec je samotná toxická složka BTX, která štěpí SNARE proteiny, které jsou zodpovědné za fúzi presynaptické buněčné membrány se samotnou cholinergní vezikulou. Proteáza SNARE proteinů znemožní samotnou fúzi membrán, čímž zabrání vylití neurotransmiteru (acetylcholinu) do synaptické štěrbině a následnému přenosu vzruchu na postsynaptickou membránu neuromuskulární ploténky (snížení depolarizace membrány) (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012). BTX tedy produkuje svalovou relaxaci, která je však závislá na snížení uvolňování acetylcholinu do neuromuskulární synapse (Shaari et Sanders, 1993).

Botulotoxin typu A selektivně inhibuje svalovou kontrakci bez nežádoucí celkové slabosti a sedace. Účinek chemodenervace je reverzibilní. Klinický přínos obvykle začíná 3 až 7 dní po injekci a obvykle trvá 2 až 6 měsíců v závislosti na dávce toxinu a velikosti

a funkci injikovaného svalu. Dávka BTX se volí na základě velikosti a síly svalu a závažnosti spasticity. K návratu normální svalové kontraktility dochází při regeneraci fúzních proteinů a kolaterálním klíčení nervových zakončení (Tsui, 1994).

Účinek Botulotoxinu typu A na snížení spasticity (hodnoceno na MAS) v horních končetinách (loket, zápěstí a prsty) a na zlepšení funkční schopnosti horních končetin (hodnoceno pomocí testu Barthel Index) byl prokázán několika randomizovanými, dvojitě placebem zaslepenými kontrolovanými studiemi (McCroory et al., 2009; Bakheit et al., 2000; Simpson et al., 2009). BTX-A se rovněž jeví jako účinný pro snížení spasticity dolních končetin (chodidla a lýtka) (Burbaud et al., 1996). Simpson et al. (2009) prokázali, že BTX-A je bezpečnější a účinnější než Tizanidin, přičemž uvádí vyšší snížení svalového tonu a nižší výskyt vedlejších účinků v horních končetinách.

1.2.1.3 Intratekální baclofenová pumpa

Tato technika umožňuje přímé podání agonisty GABA do míchy za účelem inhibice spasticity při minimalizaci vedlejších účinků. Jeho účinnost byla prokázána v případech poranění míchy a roztroušené sklerózy, ale zatím ne u pacienta s cévní mozkovou příhodou (Penn, 1992; Van Schaeybroeck, 2000).

Bohužel u pacientů s těžkou spasticitou tato léčba neprokázala dostatečnou účinnost při snižování hyperaktivity svalů. Kromě toho může v případě předávkování vyvolat různé vedlejší účinky, jako je bdělost a respirační poruchy, únik mozkomíšního moku s bolestmi hlavy, migrace katétru, odpojení nebo zablokování a infekce (Stempien et Tsai, 2000).

1.2.2 Nefarmakologická léčba

K léčbě spasticity se využívá řada nefarmakologických intervencí, mezi které řadíme následující: fyzikální léčba (protahování, pasivní pohyby atd.), transkutánní elektrická stimulace nervů (TENS), transkraniální stimulace stejnosměrným proudem (tDCS), rázová vlna, vibrační stimulace, akupunktura, ortotika (dlahy, protézy), termoterapie, kryoterapie a další (Khan et al., 2019).

1.2.2.1 Fyzioterapeutická léčba spasticity (fyzioterapie)

Klíčem k uspokojivé léčbě spasticity je řádné poučení pacienta a zajištění správného dodržování pokynů. Jelikož se během léčby mění spasticita, měly by se režimy léčby měnit podle aktuálního stavu pacienta a měly by být flexibilní. Správné vedení pacienta vyžaduje

zahájení fyzioterapie bezprostředně po diagnóze onemocnění a v pravidelných intervalech po celou dobu průběhu onemocnění v závislosti na stavu pacienta a diagnóze stanovené ošetřujícím týmem (Dietz, 2003).

Cílem fyzikální léčby je udržovat a zlepšovat úroveň výkonu a předcházet sekundárním problémům spasticity. Snížení spasticity ve skutečnosti není vždy cílem léčby, protože v některých případech jsou spasticita a zvýšený svalový tonus využívány k zachování funkce pacienta. Proto se rehabilitační péče zaměřuje na výkon, nepohodlí a úlevu od bolesti a na prevenci sekundárních komplikací včetně kontraktur a dekubitů. Mezi klíčové cíle fyzioterapie patří:

- **Zachování viskoelastických vlastností tkání** (šlach, svalů a kloubů), aby se zabránilo svalovým kontrakturám a dalším sekundárním změnám ve svalu. Tohoto cíle je dosaženo aktivními a pasivními pohyby, vertikalizací nebo protahováním dlahami.
- **Ovlivnění spasticity a křečí** tak, aby nebyly pacientovi přítěží.
- **Udržování úrovně výkonu jednotlivce.** Toho lze dosáhnout posilováním fyzické a kardiovaskulární kondice pacienta (Stevenson et Jarrett, 2006).

Vertikalizace (stoj)

Vertikalizace je považována za terapeutickou intervenci, protože aktivuje antigravitační svaly, zlepšuje flexibilitu, snižuje kontraktury, moduluje neuronální složku spasticity, snižuje sensorické vstupy a křeče dolních končetin a má pozitivní psychologické účinky. Nejvhodnější poloha stoje: aktivní stoj, trup v prodloužení, pánev a klouby dolních končetin v neutrálním postavení (Tremblay et al., 1990; Eng et al., 2001).

Aktivní cvičení a podpora optimálních pohybových vzorců

Ve většině případů se terapie spastických pacientů věnuje pouze redukci spasticity, avšak opomíjí doprovázenou svalovou slabost. V některých případech se dokonce kvůli obavám o exacerbaci spasticity aktivní cvičení vůbec nepředepisuje. Doporučuje se, pokud je to možné, provádět aktivní cvičení za účelem zvýšení síly, reedukace pohybových vzorců a zlepšení kardiovaskulární kondice (Gracies, 2001).

Bylo zjištěno, že nejenže antagonistická svalová slabost přispívá k rozvoji spasticity, ale také nerovnováha mezi agonistickými a antagonistickými svaly zhoršuje příznaky spasticity

a způsobuje atrofii. Terapie by se tedy také měla zaměřit na korekci pohybových vzorů (Gracies, 2001; Dodd, Taylor et Damiano, 2002; White et al., 2004).

Posilovací cvičení by měla být realistická a blízká každodenním životním aktivitám pacienta a měla by zahrnovat všechny zapojené svaly. Ačkoli pro pacienty se spastickou obrnou nebyl navržen žádný konkrétní protokol cvičení, většina studií doporučuje protokol upravený ze sportovních zdrojů. Tyto tradiční tréninkové plány představují zátěž 60–80 % z maxima jednoho opakování (maximální zátěž, kterou lze zvednout jednou), tři sady po 10 opakováních prováděných třikrát nebo čtyřikrát týdně. Kromě těchto cvičení byla v různých publikacích doporučena kardiovaskulární fitness cvičení, která jsou často zanedbávána (Hebert, 2000; Rietberg et al., 2005).

Pasivní pohyb

Pasivní pohyb neboli pohyb v kloubech zajištěný jinou osobou. Pasivní pohyb je doporučeno provádět denně ve všech kloubech těla a měl by odpovídat jejich fyziologickému rozsahu.

Tyto pohyby by měly být bezpečné a pohodlné jak pro pacienta, tak pro ošetřovatele. V některých případech je pasivní pohyb prováděn po aplikaci spazmolytické medikace (obvykle 20–30 minut po aplikaci). Veškeré pasivní pohyby by měly být prováděny pomalou rychlostí, aby nedošlo k podráždění svalu a prohloubení svalového tonu. Podráždění kůže může také vyvolat prohloubení spasticity svalu, proto by veškeré pasivní pohyby měly být prováděny s opatrností (přes oblečení nebo po znečitlivění pokožky). Při provádění pasivních pohybů je nezbytné se vyhnout úchopu a držení citlivých bodů (spouštěčů), jako jsou například metatarsophalangeální klouby chodidla. Obvykle tyto pohyby neprovádí lékař ani terapeut, protože jsou časově náročné a je možné je nahradit použitím asistenčních přístrojů nebo robotů (Stevenson et Jarrett, 2006).

Pozitivní účinky pasivních pohybů dokazuje i studie, kdy pasivní pohyby můžou být účinné při změně vzoru spasticity, zmírnění sekundárních komplikací a zlepšení polohy a pohybu v kloubech (Stevenson et Jarrett, 2006).

Strečink – protažení

Již druhý den imobilizace nastávají svalové změny, mezi které patří zkrácení a atrofie svalů, snížení svalové compliance a zvýšení poměru kolagenu ve svalových vláknech (Gracies, 2001). Po těchto změnách dojde ke zvýšení citlivosti svalových vřetének na protažení, což přispívá ke zhoršení neuronální složky spasticity (O'dwyer, Ada et Neilson, 1996).

Na druhou stranu protahování svalu zajišťuje syntézu aktinu a myosinu, což ve výsledku zvyšuje počet sarkomér i délku svalů (Gracies, 2001; Goldspink et al., 1974). Dalším důležitým znakem je, že při protahování svalu se antagonistický sval zkracuje, takže v harmonogramu protahování by měla být dodržována rovnováha mezi protahovanými svaly (Williams, 1990).

Dosud neexistuje shoda ohledně délky a frekvence protahovacích cvičení, ale zdá se, že účinnost se zvyšuje s delší dobou trvání. Protahování může být prováděno aktivně nebo pasivně a k dosažení prodlouženého strečinku můžeme použít polohování, a to například vstoje, vsedě nebo vleže s použitím dlah nebo ortéz. Terapeut by měl strečink upravit na základě stavu každého pacienta, ale zvláštní pozornost většinou vyžadují zádové svaly, m. quadriceps femoris, flexory kyčle, adduktory kyčle, hamstringy, lýtkové svaly (mm. gastrocnemius a m. soleus), flexory zápěstí a prstů (Bovend'Eerd et al., 2008).

Polohování

Kromě zdokonalení efektivního protahování a následného udržování rozsahu pohybu pomáhá správné polohování také při změně vzoru spasticity, úpravě asymetrie svalů a snížení rizika poranění kůže způsobené tlakem. Zlatým klíčem k dobrému polohování je změna polohy během dne. Ideální polohy můžeme docílit v různých pozicích, a to jak při poloze vleže, tak i při poloze vsedu atd. Samotná intenzita polohování závisí na aktuálním stavu pacienta (Salazar et al., 2019).

Užitečné je provádět pasivní cvičení před polohováním. Například několik pasivních pohybů kolenního a kyčelního kloubu do flexe usnadňuje samotné polohování dolních končetin s použitím T-Roll. Při správném polohování by svaly měly být natažené a delší než obvykle (Pope, 1992).

Při polohování je nezbytné brát ohled na polohu trupu a pánve, která má následný dopad na polohu dolních končetin. Ve flexi trupu s retroverzí pánve mají dolní končetiny tendenci být ve vnitřní rotaci a addukci. Řešením může být pevnější sedák, tvarovaný polštář nebo zvláštní podpora trupu, která usnadňuje prodloužení páteře a antevertzi pánve, čímž napomáhá k docílení fyziologické polohy dolních končetin (Pope, 1992; Salazar et al., 2019).

1.2.2.2 Ortézy

Ortézy se u léčby spasticity často používají jako doplněk fyzioterapeutické intervence. Cílem použití ortézy je snížení spasticity a bolesti, zlepšení funkce, kompenzace ochranných vjemů a prevence kontraktur a deformit. Hlavní výhodou ortéz je doba jejich účinnosti,

protože je lze aplikovat a ponechat několik hodin bez přítomnosti fyzioterapeuta nebo zdravotní sestry (Neuhaus et al., 1981; Basaran et al., 2012).

Ortézy se používají pro následující léčebné cíle:

- Zajištění kontroly nad rozsahem pohybů kloubů a tím zlepšení jejich výkonů.
- Udržování svalů a šlach v protažení (strečink) za účelem úpravy změn, ke kterým došlo ve spastických tkáních.
- Ovlivnění deformit.
- Změna neuronální složky spasticity (prostřednictvím prodlouženého strečinku a změn smyslového vnímání spastických tkání).
- Zvýšení pohodlí pacienta.
- Korekce držení těla a postavení kloubů.
- Zlepšení efektivity chůze.
- U dětí prevence migrace kyčle nebo zpomalení jejich postupu (Neuhaus et al., 1981; Basaran et al., 2012).

Před aplikací ortézy by měl být kromě cílů léčby s pacienty prodiskutován také způsob a doba použití. Při každé návštěvě by měl být pacient dotázán na bolest a nepohodlí, přičemž by měla být vyšetřena ztráta svalové hmoty a místa, která jsou ovlivněna tlakem ortézy. Nesprávné použití ortézy a pocit nepohodlí při používání ortézy mohou příznaky zhoršit a způsobit nové deformace. Neexistují žádné přímé kontraindikace pro aplikaci ortéz, avšak některé zdravotní stavy mohou použití ortéz omezit. Aplikace by měla být zvážena například u pacientů s nestabilním intrakraniálním tlakem, špatným stavem pokožky, cévními poruchami, poruchami chování a kognice, heterotrofní osifikací, akutním zánětem, častými křečemi apod. (Stevenson et Jarrett, 2006).

1.2.2.3 Transkutánní elektrická neurostimulace

Transkutánní elektrická neurostimulace (TENS) je fyzikální léčba, která spočívá v aplikaci elektrického proudu (frekvence 1–200 Hz) přes spastickou oblast, spinální dermatom nebo peroneální nerv (Gracies, 2001; Alabdulwahab et Al-Gabbani, 2010).

Studie ukázaly, že při aplikaci transkutánní elektrické neurostimulace na agonistický sval dojde ke snížení spasticity v antagonistickém svaly (Sahin, Ugurlu et Albayrak, 2012; Lin et Yan, 2011). Studie Steina et al. (2015) také došla k závěru, že aplikace TENS

v kombinaci s dalšími intervencemi snižuje spasticitu a zlepšuje rozsah pohybu u pacientů po cévní mozkové příhodě. Zdá se, že tento účinek souvisí s produkcí β -endorfinů, což může snížit dráždivost motorických neuronů (Yan et Hui-Chan, 2009; Levin et Hui-Chan, 1992).

TENS může také regulovat přenos bolestivých impulzů prostřednictvím vrátkové teorie bolesti. Kromě toho bylo navrženo, že transkutánní elektrická neurostimulace může prostřednictvím zvýšeného senzorkého vstupu (stimulací A β -vláken) usnadnit kortikální synaptickou reorganizaci a zlepšit motorický výkon (Wu, 2013; Yan et Hui-Chan, 2009; Levin et Hui-Chan, 1992).

1.2.2.4 Chirurgická léčba

Chirurgická léčba spasticity se využívá hlavně u těžké spasticity nebo u následků vyvolaných spasticitou, které vedou k funkčním poruchám (např. pes equinovarus). K řízení spasticity lze využít destruktivní neurochirurgické výkony, jako je neurektomie (částečné resekce periferního nervu), rizotomie (resekce míšního kořene) a myelotomie (resekce míchy mezi předními a zadními rohy). U těchto neurochirurgických výkonů dochází k narušení míšního reflexního oblouku a tím ke snížení aferentních podnětů vedoucích do zadních rohů míšních (Rousseaux et al., 2008).

Ke snížení vedlejších účinků spasticity lze využít rovněž ortopedickou chirurgii. Ortopedická chirurgie je využívána zejména k úpravě šlach, jako je resekce (tenotomie), prodloužení, uvolnění (tenolýza) a transfer šlach nebo k úpravě kostí a kloubů, jako je osteotomie (ovlivňující deformity kloubu) (Farmer et Sabbagh, 2007; Rousseaux et al., 2008).

1.3 Hodnotící škály spasticity

Dopad těžké spasticity na život pacienta je dalekosáhlý a ovlivňuje vše od každodenních činností až po duševní zdraví. Hodnocení spasticity je důležité mimo jiné také proto, aby odborníci mohli určit, zda jsou jejich léčebné terapie účinné (Bohannon et Smith, 1987).

Nejčastěji se ke kvantifikaci svalového tonu používá stupnice dle Ashwortha (Tabulka 1) nebo její modifikovaná podoba (Tabulka 2) (Bohannon et Smith, 1987). Vedle těchto hodnotících škál se dále často využívá i Tardieuova škála.

1.3.1 Ashworthova škála

V roce 1964 publikoval Bryan Ashworth Ashworthovu škálu (AS) jako metodu hodnocení spasticity při práci s pacienty s roztroušenou sklerózou. Ashworthova stupnice je pětibodová numerická stupnice, která hodnotí spasticitu na pětistupňové škále od 0 do 4, přičemž hodnota 0 představuje žádný odpor a stupeň 4 naopak zcela rigidní končetinu ve flexi nebo extenzi (Tabulka 3). Škála je řazena mezi nejužívanější hodnotící škály u spastických pacientů a je možné ji využít v každodenní praxi (Johnson, 2002).

Tabulka 3 Ashworthova škála (1–5)

Stupeň	Popis
0	žádný vzestup svalového tonu
1	lehký vzestup svalového tonu, klade zvýšený odpor při flexi a extenzi
2	výraznější vzestup svalového tonu, lze ještě uvolnit
3	výrazný vzestup svalového tonu, pasivní pohyb je obtížný
4	není možný pasivní pohyb

(Štětkářová, Ehler et Jech, 2012)

1.3.2 Modifikovaná Ashworthova škála

Jak již bylo zmíněno výše, původní Ashworthovu stupnici představuje pětibodová numerická stupnice. V roce 1987 Bohannon et Smith při provádění studie zkoumající spolehlivost manuálních testů spasticity svalů loketních flexorů upravili tuto Ashworthovu stupnici přidáním stupně 1+ (Tabulka 4), který je popisován mírným zvýšením svalového napětí s náhlým zvýšením odporu („catch“ – záškub) v první polovině rozsahu pohybu při protažení svalu (Harb et Kishner, 2020; Bohannon et Smith, 1987).

Přínosem Modifikované Ashworthovy škály je skutečnost, že orientačně vymezuje rozsah, v němž sval klade odpor pasivnímu pohybu. Od své modifikace se Modifikovaná Ashworthova stupnice (MAS) používá v klinické praxi a výzkumu jako měřítko spasticity (Opavský, 2003; Harb et Kishner, 2020). Stupnice má následující podobu:

Tabulka 4 Modifikovaná Ashworthova stupnice

Stupeň	Popis
0	Žádné zvýšení svalového tonusu
1	Mírné zvýšení svalového tonusu se zachycením a uvolněním nebo minimálním odporem na konci rozsahu pohybu, když se postižená část (části) pohybuje ve flexi nebo extenzi
1+	Mírné zvýšení svalového tonusu projevující se jako záchyt, následované minimálním odporem po zbytek (méně než polovina) rozsahu pohybu
2	Výrazné zvýšení svalového tonusu po většinu rozsahu pohybu, ale postižené části se stále snadno pohybují
3	Výrazné zvýšení svalového tonusu, obtížný pasivní pohyb
4	Ovlivněná část (části) tuhá v ohybu nebo natažení

(Ansari et al., 2008)

1.3.3 Tardieu škála (TS)

Tardieuova škála (TS) byla navržena jako alternativa k AS pro použití při měření svalové spasticity. Oproti AS a MAS má TS (Tabulka 5 a 6) výhodu, protože do hodnocení je začleněna rychlost (Brashear, 2015).

Tabulka 5 Tardieuova škála – kvalita svalových reakcí

Kvalita svalové reakce (X)	
0	Žádný odpor během pasivního pohybu
1	Minimální odpor během pasivního pohybu, žádný pocit chytání v určitém úhlu
2	Pocit chytání v určitém úhlu (snižuje pasivní pohyb, poté se uvolňuje)
3	Oslabující klon (méně než 10 sekund, když pokračuje protahování a dochází k němu pod určitým úhlem)
4	Silný klon (delší než 10 sekund, když pokračuje protahování a vystupuje pod určitým úhlem)
5	Kloubem nelze hýbat

(Haugh, Pandyan et Johnson, 2006)

Tabulka 6 Tardieuova škála – rychlost protahování

Rychlost protahování (V)	
V1	Co nejpomalejší, pomalejší než přirozený pokles segmentu končetin v důsledku gravitačního efektu
V2	Segment končetin s přirozenou rychlostí zpomalení v důsledku gravitačního efektu
V3	Co nejrychleji, rychleji než přirozený pád segmentu končetin v důsledku gravitace

(Haugh, Pandyan et Johnson, 2006)

Zásady testování

Je důležité provádět testování vždy ve stejnou dobu a při testování dané končetiny zachovat stejnou polohu těla. Klouby by při vyšetřování měly být vždy ve stále stejné poloze. Při testování každé skupiny svalů se kontrakce hodnotí při různých rychlostech protažení (viz Tabulka 4) dvěma parametry (X – kvalita svalové reakce a Y – úhel kontrakce svalu) (Brashear, 2015; Haugh, Pandyan et Johnson, 2006).

Úhel reakce (kontrakce) svalu (Y)

Tento úhel (Y) měříme vůči poloze svalu během jeho minimálního protažení (nulové postavení) pro všechny klouby s výjimkou kyčelního kloubu, kde tento úhel závisí na klidové poloze dolní končetiny. Hodnotíme jej pro rychlost V2 – V3 (catch) (Štětkařová, Ehler et Jech, 2012).

Měřením získáme:

R1 – dynamická komponenta (úhel svalové reakce Y) při rychlosti V2 nebo V3

R2 – elastická komponenta (pasivní rozsah pohybu při rychlosti V1)

R – úhel spasticity (R2-R1), rozdíl R2 a R1 znázorňuje podíl spasticity a svalové kontraktury a tím udává míru dynamické složky (čím je větší rozdíl mezi hodnotami R2 a R1, tím je větší podíl dynamické složky, spasticity)

1.4 Metody hodnotící ADL a celkové motorické postižení

Činnosti každodenního života (ADL) jsou činnosti péče o sebe, jako je oblékání, mobilita a koupání. Funkce ADL byla široce používána jako indikátor zdravotního postižení a/nebo výsledků léčby rehabilitace pacientů po mozkové příhodě. Posouzení funkce ADL je zejména důležité pro klinické lékaře při určování úrovně zdravotního postižení a efektivity intervencí u pacientů s cévní mozkovou příhodou, protože mnoho z nich vyžaduje pomoc nebo je závislých na pečovateli pro zvládnutí ADL. Pro cílenou léčbu a/nebo k posouzení výsledků léčby je zapotřebí spolehlivé měření funkce ADL (Capistrant et al., 2013).

1.4.1 Index Barthelové

Pro hodnocení ADL je index Barthelové – BI (Barthel Scale) považován za jedno z nejlépe hodnotících měření. Jedná se o pořadovou stupnici, která je používána k měření výkonu v činnostech každodenního života (ADL). Bodováno je deset proměnných popisujících ADL a mobilitu, přičemž vyšší počet je odrazem větší schopnosti fungovat nezávisle po propuštění z nemocnice (Tabulka 7, s. 33). Při stanovení přiřazené hodnoty každé položky se bere v úvahu čas a případná dopomoc potřebná k provedení jednotlivé položky. Index Barthelové měří míru pomoci požadované jednotlivcem na deseti položkách ADL pro mobilitu a péči o sebe (Shah, Vanclay et Cooper, 1989; Kasner, 2006; Quinn et al., 2009).

Tabulka 7 Barthel Index

Aktivita	Hodnocení (popis)	Skóre
STRAVOVÁNÍ	0 = závislý	
	5 = potřebuje pomoc s krájením, natíráním másla atd., nebo vyžaduje upravenou stravu	
	10 = nezávislý	
KOUPÁNÍ	0 = závislý	
	5 = nezávislý (nebo ve sprše)	
PEČE (provádění osobní hygieny)	0 = potřebuje pomoc s osobní péčí	
	5 = nezávislý (péče o obličej, vlasy, zuby) a holení	
OBLÉKÁNÍ A SVLÉKÁNÍ (včetně zavazování tkaniček, zapínání zipů)	0 = závislý	
	5 = potřebuje pomoc, ale asi polovinu zvládne bez pomoci	
	10 = nezávislý (včetně knoflíků, zipů, tkaniček atd.)	
OVLÁDÁNÍ STOLICE	0 = inkontinentní (nebo je třeba mu dát klystýr)	
	5 = příležitostná inkontinence	
	10 = kontinentní	
OVLÁDÁNÍ MOČENÍ	0 = inkontinentní nebo katetrizovaný a neschopný zvládat močení samostatně	
	5 = příležitostná inkontinence	
	10 = kontinentní	
POUŽITÍ TOALETY (posazení na toaletu a vstání z ní)	0 = závislý	
	5 = potřebuje pomoc, ale může něco udělat sám	
	10 = nezávislý (oblékání, utírání)	
PŘESUNY (z invalidního vozíku na lůžko a zpět)	0 = neschopný, žádná rovnováha vsedě	
	5 = potřeba pomoci (jednoho nebo dvou osob), může sedět	
	10 = drobná pomoc (slovní nebo fyzická)	
	15 = nezávislý	
MOBILITA (pohyb na rovném povrchu)	0 = imobilní nebo neschopný mobility nad 50 metruů	
	5 = nezávislý na invalidním vozíku	
	10 = chůze s pomocí jedné osoby nad 50 metruů	
	15 = nezávislý (ale může použít oporu, například hůl) nad 50 metruů	
SCHODY (chůze ze schodů a do schodů)	0 = neschopný	
	5 = potřebuje pomoc (slovní či fyzickou)	
	10 = nezávislý	
SKÓRE CELKEM (0–100):		

(Collin et al., 1988)

Pokyny k indexu Barthelové

Royal Australasian College of General Physicians doporučuje při používání indexu Barthelové pamatovat na následující:

- Index by měl být používán jako záznam o tom, co pacient dělá, nikoli jako záznam o tom, co může pacient dělat.
- Hlavním cílem je stanovit stupeň nezávislosti na jakékoli pomoci, fyzické i verbální.
- Potřeba dohledu nečiní pacienta nezávislým.
- Výkon pacienta by měl být stanoven pomocí nejlepších dostupných důkazů (dotazovat se pacienta, přátel/příbuzných a zdravotní sestry).
- Obvykle je důležitý výkon pacienta za posledních 24–48 hodin, ale příležitostně je relevantní i delší období.
- Střední kategorie znamenají, že pacient vynaloží více než 50 procent úsilí.
- Použití pomůcek je povoleno pro dosažení nezávislosti (Shah, Vanclay et Cooper, 1989; Mahoney et Barthel, 1965).

Navrhované pokyny pro interpretaci skóre Barthelové spočívají v tom, že skóre 0–20 označuje „celkovou“ závislost, 21–60 označuje „těžkou“ závislost, 61–90 označuje „střední“ závislost a 91–99 označuje „mírnou“ závislost. Poznámka – index Barthelové by se neměl používat sám k predikci výsledků (Shah, Vanclay et Cooper, 1989; Mahoney et Barthel, 1965).

1.4.2 Frenchayská škála

Jedná se o škálu využívanou pro objektivní hodnocení funkce horní končetiny. Jednou z charakteristik tohoto testování je, že zahrnuje provádění a hodnocení úkolů, které jsou součástí činností denního života. Nyní tento test provádí ve své praxi ergoterapeuti, protože tato Frenchayská škála se stávala terčem kritiky pro svou nízkou citlivost. Z tohoto důvodu Gracies vytvořil na základě Frenchayské škály tzv. Modifikovanou Frenchayskou škálu (Tabulka 8 a 9, s. 35-36) (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012; Gracies et al., 2010).

Mezi významné rozdíly Modifikované Frenchayské škály (MFS) oproti Frenchayskému testu paže (FAT) patří:

- přidání tří bimanuálních úkolů (pro lepší reflektování provádění ADL pacientem s hemiparézou)
- videonatáčení v průběhu vyšetření
- úprava systému hodnocení

Tabulka 8 Modifikovaná Franchayská škála

Úkol	Popis
1	Oběma rukama otevřete a zavřete víko zavařovací sklenice – paretická ruka drží sklenici.
2	Použijte obě ruce k nakreslení rovné čáry s pomocí pravítka – paretická ruka drží pravítko.
3	Paretickou rukou se natáhněte a uchopte velkou lahev, zvedněte ji a znovu pusťte – zdravá ruka nijak nepomáhá.
4	Paretickou rukou se natáhněte a uchopte malou lahev, zvedněte ji a znovu pusťte – zdravá ruka nepomáhá.
5	Paretickou rukou se natáhněte pro sklenici, zvedněte ji a předved'te, jak byste se napil/a – zdravá ruka nijak nepomáhá!
6	Oběma rukama připněte 3 kolíky na podložku – zdravá ruka drží podložku.
7	Paretickou rukou se natáhněte pro hřeben, uchopte ho a ukažte, jak byste se učesal/a – zdravá ruka nesmí nijak pomáhat!
8	Oběma rukama vymáčkněte pastu na kartáček – paretická drží a vymáčkává pastu.
9	Použijte obě ruce k uchopení příboru a předved'te, jak byste něco ukrojil/a na podložce – vidlička je držena v paretické ruce a napichuje imaginární pokrm.
10	Použijte obě ruce k zametení podlahy smetákem.

(Gracies et al., 2020)

Tabulka 9 Modifikovaná Franchayská škála – hodnocení

Skóre	Popis
0	Žádný pohyb.
1	Náznak pohybu (naznačena extenze lokte, rozevření prstů atd.).
2	Pohyb směrem k cíli, ale úkol není stále zdaleka splněn.
3	Chybí více než 2 komponenty pohybu k tomu, aby byl úkol sotva splněn.
4	Chybí právě 2 komponenty k tomu, aby byl úkol splněn. Pokud chybí právě 1 komponenta, hodnotím skóre 4,5).
5	Dojde jen k těsnému provedení úkolu (je proveden celý v minimální kvalitě).
6	Výkon je jen o trochu lepší než 5, ale jeho provedení se zdá obtížné a pohyb není plynulý.
7	Pohyb je plynulejší.
8	Úkol je proveden rychle.
9	Téměř normální pohyb.
10	Normální kvalitní pohyb.

(Gracies et al., 2020)

1.4.3 Test funkční soběstačnosti

Test funkční soběstačnosti (Functional Independence Measure – FIM) je nástroj, který zkoumá fyzické, psychologické a sociální funkce jednotlivce.

Tento test se používá k hodnocení úrovně zdravotního postižení pacienta a ke změně stavu pacienta v reakci na rehabilitaci nebo lékařský zásah. FIM využívá úroveň dopomoci, kterou jednatelce potřebuje, k hodnocení funkčního stavu od úplné nezávislosti po celkovou závislost na asistenci okolí. Hodnocení se využívá u pacientů s poruchami funkční mobility.

Úkoly, které se hodnotí pomocí FIM, zahrnují kontrolu střev a močového měchýře, přesuny, pohyb, komunikaci, sociální vztahy a také následujících šest činností péče o sebe:

- Stravování
- Česání
- Koupání
- Oblékání horní části těla
- Oblékání dolní části těla
- Používání WC

FIM měří, co může jednatelce vykonávat, a nikoli to, co by tato osoba mohla za určitých okolností dělat (Linacre et al., 1994; Ottenbacher et al., 1996).

1.4.4 Další hodnotící testy

Rivermeadské posouzení motoriky

Rivermeadské posouzení motoriky (Rivermead Mobility Index) představuje také jednu z možností hodnocení funkční mobility chůze, rovnováhy a přesunů nejen u pacientů po cévní mozkové příhodě, ale i s poraněním míchy a mozku (Collen et al., 1991; Lennon et Johnson, 2000).

Hodnocení tonu adduktorů

Tato jednoduchá škála posuzuje svalový tonus adduktorů stehien, jejichž zvýšený tonus představuje častou příčinu potíží zejména u spinálního typu spasticity (roztroušená skleróza, posttraumatická myelopatie, DMO). Stupnice je využívána lékaři či fyzioterapeuty pro zhodnocení efektu terapie. Její provedení trvá přibližně 2–4 minuty (Ehler, 2015).

1.5 Roboticky asistovaná rehabilitace

Neuroplasticita je základním mechanismem zlepšujícím funkční schopnosti u pacientů se spastickou parézou (Pekna, Pekny et Nilsson, 2012). Důležitým cílem rehabilitace u těchto pacientů je proto efektivní využití neuroplasticity pro funkční zotavení. Dalšími principy rehabilitace spasticity je stanovení cílů, cvičení s vysokou intenzitou, multidisciplinární týmová péče a trénink specifický pro daný úkol (Langhorne, Bernhardt et Kwakkel, 2011). Pro zotavení je proto důležitý intenzivní trénink s vysokou dávkou opakování a procvičování konkrétních funkčních úkolů (Kwakkel et al., 1999).

Nejdůležitější výhody použití robotické technologie při rehabilitačním zásahu spočívají v tom, že roboti umožňují vysoce intenzivní pohyby specifické pro daný úkol s mnoha opakováními a pracují s vysokou přesností (Peter et al., 2011). Právě díky těmto vlastnostem je robotická terapie slibnou novou technologií pro rehabilitaci pacientů se spastickou parézou. Výzkum rehabilitační robotiky rychle roste a počet terapeutických rehabilitačních robotů se za poslední dvě desetiletí dramaticky zvýšil (Stein, 2012).

V minulosti byl nejběžnější přístup mnoha robotů známý jako „vzestupný“. Šlo o přístup založený na myšlence, že pasivní pohyb končetin pacientů může zlepšit zotavení funkce končetin. Přístup se v poslední době posunul od vzestupného postupu k postupu „sestupnému“, který je založený na aktivní účasti pacientů při robotickém tréninku. To znamená, že pacient je povinen komunikovat s robotem (pomocí vyšších etáží nervového systému) před konkrétním pohybovým úkolem. Tento přístup je založený na neuroplasticitě, kdy si pacient pohyb představuje, prožívá pomocí počítačové videohry a zároveň pohyb provádí (pasivně, asistovaně či aktivně) za dopomoci robotického přístroje. Počítačové videohry poskytují zábavný virtuální cíl pohybu a zároveň zpětnou vazbu o výkonu (Green et Bavelier, 2012).

1.5.1 Rozdělení terapeutických robotů

Rehabilitační roboty lze rozdělit na terapeutické a asistenční roboty. Účelem asistenčních robotů je kompenzovat poškozené funkce, zatímco terapeutičtí roboti poskytují trénink specifický pro daný úkol (Lum et al., 2012). Terapeutické roboty můžeme dále rozdělit na roboty typu koncového efektoru a roboty typu exoskeletonu (Mehrholtz et Pohl, 2012).

Ke správné léčbě pacientů s neuromuskuloskeletálním postižením, jako jsou tetraplegie, hemiplegie, degenerativní onemocnění apod., je nutná vhodná aktivní a pasivní fyzioterapeutická léčba. Jak pasivní, tak i aktivní fyzioterapeutická intervence může být

do určité míry kompenzovaná nebo alespoň obohacena robotickou rehabilitací (Sandoval-Gonzalez et al., 2016).

Existují zařízení zajišťující pasivní pohyby končetin pacienta, pokud je nemůže samovolně ovládat (Fazekas et al., 2007). Další zařízení pouze napomáhají pohybům končetin, nebo naopak generují odpor během tréninku (Rabadi et al., 2008). Některá zařízení ovlivňují pohyb pouze v jednom kloubu, zatímco jiná mohou generovat pohyb ve více segmentech (Wolf et al., 2015). Zacílit terapii na pacienty s individuálními potřebami můžeme pomocí změny síly, snížením asistence, zvýšením odporu, rozšířením amplitudy pohybu anebo zvýšením volního pohybu robotického přístroje (Mehrholtz et al., 2018).

Na rozdíl od robotických zařízení pro rehabilitaci dolních končetin, která jsou zaměřena hlavně na rehabilitaci chůze, mohou být robotické přístroje pro rehabilitaci horní končetiny zaměřeny na mnoho různých funkčních činností každodenního života souvisejících s mnoha různými úkoly, které mohou horní končetiny provádět – například dosah, uchopení, sevření, psaní atd. Některá robotická zařízení ovlivňující horní končetiny umožňují práci celé končetiny, kdy paže vykonává pohyb horní končetiny do místa peripersonálního prostoru a zároveň ruka vykonává cílenou precizní práci. Jiná robotická zařízení se zaměřují pouze na určitou část horní končetiny (distální, proximální). Mezi roboty umožňující distální rehabilitaci patří například Armeo Power, HandMentor, Amadeo Tyromotion, ArmAssist, Gloreha atd. Naopak mezi roboty, kteří jsou zaměřeni na rehabilitaci proximálních kloubů horních končetin, patří například RehaRob, Inmotion, Nerobot, Bi-Manu Track, MIT-Manus, Neuro X System, Armeo Spring atd. (Morone et al., 2020). Nejběžnější robotické přístroje pro rehabilitaci horní končetiny jsou uvedeny v Tabulce 10, s. 40.

Tabulka 10 Nejběžnější rehabilitační robotické přístroje horní končetiny

Název robota	Typ robota	Typ pohybu
Armeo Tyromotion	Robot koncového efektoru	Pasivní, asistovaný a aktivní
ArmAssist	Robot koncového efektoru	Pasivní, asistovaný a aktivní
Armeo Power	Exoskeleton	Pasivní, asistovaný a aktivní
Armeo Spring	Exoskeleton	Pasivní, asistovaný a aktivní
Armin	Exoskeleton	Asistovaný
Bi-Manu-Track	Robot koncového efektoru	Pasivní, aktivní
Gloreha	Robotická rukavice	Pasivní, asistovaný a aktivní
Hand Mentor	Robotická ortéza ruky	Aktivně asistovaný
Haptic Master	Haptické propojení	Pasivní, asistované a rezistenční cvičení
InMotion Arm	Robot koncového efektoru	Pasivní, asistované a rezistenční cvičení
Mime	Robot koncového efektoru	Pasivní, asistovaný a aktivní
MIT-Manus	Robot koncového efektoru	Asistovaný
NereBot	Robot koncového efektoru	Asistovaný
Neuro-X system	Robot koncového efektoru	Pasivní, asistovaný a aktivní
Reharob	Robot koncového efektoru	Pasivní
ReoGo	Robot koncového efektoru	Iniciační, asistenční
T-Wrex	Exoskeleton	Pasivní

(Morone et al., 2020)

Roboti koncového efektoru

Počáteční výzkum robotické terapie pro horní končetinu byl založen na robotech s koncovým efektozem (LO et XIE, 2012). Zařízení koncového efektoru fungují působením mechanických sil na distální segmenty končetin (Mehrholtz et Pohl, 2012). Robotická zařízení realizují dynamická prostředí odpovídající činnostem každodenního života (ADL) nebo reprezentativním funkcím ruky – a předpokládají, že pohyby na úrovni kloubů budou určeny biomechanickými vlastnostmi pacienta (Balasubramanian, Klein et Burdet, 2010).

Tento typ robotů je jednodušší, snáze vyrobitelný a lze jej snadno upravit tak, aby vyhovoval různým délkám končetin pacienta. Ovládání točivého momentu na jednotlivé klouby horní končetiny není u robotů s koncovým efektozem možné, což má za následek

nekontrolovaný přenos zatížení mezi jednotlivými klouby horní končetiny. V důsledku toho je generování izolovaného pohybu v jediném kloubu horní končetiny obtížné, protože pohyb koncového efektoru může způsobit kombinaci pohybů zápěstí, loketního a ramenního kloubu. V závislosti na tom je rozsah pohybu, který mohou roboti koncového efektoru generovat pro horní končetinu, obvykle omezený, a proto mohou tito roboti vykonávat pouze omezenou sadu rehabilitačních cvičení (Lo et Xie, 2012).

Roboty s koncovým efektozem lze mechanicky upevnit, například umístit na stůl nebo připevnit k podpěře, jako je kamerový stativ. Ve většině případů však bude ruka nějakým mechanismem omezena ve svém pohybu. Ačkoli koncový efektor podporuje pouze distální končetinu pacienta, paže je často opatřena oporou hmotnosti (např. loketní opěrky), aby se snížila svalová únava a pacient se mohl soustředit se funkční trénink končetin. Kromě toho jsou mechanismy koncových efektorů, na rozdíl od exoskeletonů, obecně oboustranně využitelné (Dovat et al., 2008; Oblak, Cikajlo et Matjacic, 2010).

Mezi příklady nejpoužívanějších rehabilitačních robotů s koncovým efektozem patří MIT-MANUS, MIME a GENTLE. U těchto zařízení bylo provedeno rozsáhlé klinické testování, aby bylo možné vyhodnotit jejich účinnost v rehabilitační terapii. Výsledky naznačují snížení motorického postižení horní končetiny u pacientů, kteří absolvovali robotickou terapii (Lo et Xie, 2012).

Roboti exoskeletonového typu

V poslední době se výzkum robotické terapie posunul směrem k exoskeletonovým robotům. Exoskeletony mají strukturu, která se podobá lidské horní končetině. Osy kloubů robota odpovídají osám kloubů horních končetin člověka. Exoskeleton je navržen tak, aby fungoval bok po boku s lidskou horní končetinou, a proto jej lze připevnit k horní končetině na více místech. Víceero rozhraní tak může exoskeletonu umožnit plně určit polohu horní končetiny a kontrolované točivé momenty aplikovat na každý kloub individuálně. Při terapii je možné exoskeletony zacílit na konkrétní svaly vypočítáním kombinace točivých momentů v určitých kloubech. Kromě toho je možné dosáhnout většího rozsahu pohybu (umožňují širší škály pohybu při rehabilitačním cvičení) ve srovnání s roboty koncových efektorů.

Je třeba poznamenat, že exoskeletony pro rehabilitaci horních končetin běžně nejsou pohyblivá zařízení. Robotická rehabilitace horní končetiny se obvykle provádí před obrazovkou (přístroj je uzemněn). V dnešní době již existují i tzv. nositelné exoskeletony horních končetin (soft robotic devices), které však stále nejsou v praxi běžně používány. Tyto exoskeletony jsou uchyceny na pacientovo tělo a umožňují pacientům se pohybovat v běžném prostředí. Jinak je

tomu u exoskeletonů dolních končetin, které pacientům zcela běžně umožňují měnit polohu v prostředí a soustředit se tak na trénink chůze atd. (Gassert et Dietz, 2018).

Příkladem nejpoužívanějších exoskeletonů je Gloreha (podrobněji popsána v následující kapitole), Armeo Power, Armeo Spring, Armeo Power a Armeo Spring. Přístroje Armeo jsou v rehabilitační terapii často využívány, protože poskytují vysokou podporu umožňující širokou škálu pohybů a mohou být použity jak v pasivním režimu (pro nejzávažnější pacienty, kteří potřebují být pasivně vedeni, protože nejsou schopni volně provádět svalové kontrakce), tak i v asistenčním režimu (u méně závažných pacientů, kteří jsou schopni částečně provádět volní pohyby) (Masiero et al., 2014).

1.6 Gloreha

Gloreha (Glove rehabilitation hand) je robotická rukavice využíváná pro neuromotorickou rehabilitaci ruky. Byla vyvinutá a vyrobená společností Idrogenet Srl v Itálii (Gandolla et al., 2016).

Robotické přístroje Gloreha jsou využívány převážně k terapii pacientů s parézou nebo plegií po traumatech centrálního nervového systému, periferního nervového systému nebo u pacientů s muskuloskeletálním deficitem. Gloreha má širokou škálu využití pro pacienty ve všech fázích zranění. V akutním poúrazovém stadiu je robotický přístroj Gloreha využíván v pasivním režimu k mobilizaci ruky a horní končetiny (metacarpophalangeálních, proximálních interphalangeálních a distálních interphalangeálních kloubů ruky). V subakutním stadiu, kdy pacient projevuje známky motorického zotavení, je Gloreha využívána k doprovázení aktivní a funkční terapeutické činnosti. V chronickém stadiu motorického zotavení je přístroj Gloreha využíván k terapii jemnějších pohybů, obratnosti a koordinace. Pro všechny tyto fáze přístroj Gloreha využívá interaktivní hry (Gloreha: English Brochure, 2018).

Mimo podporu motorické rehabilitace horní končetiny se přístroje Gloreha zaměřují také na stimulaci nervového systému, která je založena na neuroplasticitě pacienta. Ke stimulaci nervového systému přístroj Gloreha využívá zvukové a vizuální efekty v průběhu motorického cvičení (Gloreha: English Brochure, 2018).

Robotický přístroj Gloreha napomáhá k udržení a zlepšení rozsahu pohybu kloubů, prevenci adhezí, kontraktur, snížení bolesti, otoků a hypertonie, k propioceptivní stimulaci, zlepšení kloubního metabolismu a krevního a lymfatického oběhu, udržení funkční aference, zlepšení koordinace, obratnosti a funkční nezávislosti a zlepšení vizuální a prostorové pozornosti (Gloreha: English Brochure, 2018).

1.6.1 Gloreha Professional 2

Robotický přístroj Gloreha Professional 2 byl poprvé představen na mezinárodní výstavě „Medica“ v Düsseldorfu v listopadu roku 2014.

Gloreha Professional 2 umožňuje řadu cvičení, která mohou být naprogramována terapeutem tak, aby poskytovala individuální léčbu založenou na klinických potřebách pacienta. Vizuální a zvuková zpětná vazba je kombinována s pasivním/aktivním pohybem, aby stimulovala pacientovo neurokognitivní zotavení a nervovou plasticitu (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

Gloreha Professional 2 je rehabilitační rukavice, která je schopná pasivně mobilizovat metacarpophalangeální klouby, proximální interphalangeální a distální interphalangeální klouby. Zároveň také zajišťuje:

- náhled 3D simulace cvičení na monitoru;
- náhled skutečného videa ze cvičení na monitoru;
- simultánní zobrazení 3D simulace aktuálního pohybu na monitoru;
- celou řadu rehabilitačních cvičení včetně postupné a simultánní flexe a extenze všech prstů, funkční pohyby a další kombinace pohybů;
- schopnost snadno uchopit a uvolnit předměty (rukavice nechává pacientovu dlaň zcela volnou a software umožňuje terapeutovi nastavit pauzy mezi flexí a extenzí);
- možnost použití zařízení u pacientů na lůžku (rukavice fungují bez ohledu na polohu ruky a pacient nemusí nutně sedět);
- rychlost seřízení rukavice – nasazení a seřízení rukavice trvá jen několik minut a sejmutí jen pár sekund (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

Robotická přístroj Gloreha Professional 2 se skládá ze tří částí:

- Z podpěry a pohodlného, jednoduše aplikovatelného elastického návleku na předloktí a ruku. Jak podpěra, tak i samotná rukavice je dodávána v různých velikostech. Konce prstů rukavic obsahují silikonové náprstky, které jsou vyměnitelné a dodávají se také v různých velikostech. Rukavice je tedy přizpůsobitelná pro každého pacienta a zajišťuje maximální pohodlí a přilnavost k ruce. Elastický návrlek je připojen k motoru pomocí 5 kabelů, které přenášejí mechanickou sílu z přístroje na rukavici a umožňují tak mobilizaci ruky a prstů pacienta.
- Z dotykového počítače s předinstalovaným softwarem, který umožňuje vytváření uživatelských záznamů a výkonu terapie. Rovněž poskytuje uživateli multisenzorické

efekty, které pacientovi ukazují virtuální 3D simulaci pohybující se ruky pomocí barevných a sluchových stop pro zvýšení povědomí o propojení těla a mysli.

- A samotného robotického přístroje, který není přístupný obsluze (Gandolla et al., 2016; Villafane et al., 2018; Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

1.6.2 Indikace a intenzita

Robotický přístroj Gloreha je nejčastěji v nemocnicích využíván k terapii zaměřené na pacienty s plegií nebo různými stupni parézy ruky po poranění míchy, centrálního nebo periferního nervového systému. U výše zmíněných pacientů se léčba využívá v subakutní a chronické fázi (měsíce až roky). Gloreha je tedy vhodná pro pacienty se všemi stupni spasticity (0–3 Modifikovaná Ashworthova škála). Často se Gloreha využívá v kombinaci s léčbou bolusoxinem (Gloreha Professional 2, Manual EN version C; Gloreha: English Brochure, 2018).

Mimo neurologické pacienty byla aplikace Glorehy testována pro ortopedické, revmatické a pooperační pacienty. V těchto případech můžeme aplikaci Glorehy zaměřit na jednotlivé prsty, avšak ne na jednotlivé klouby (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

Indikace u neurologických pacientů:

- ischemie mozku;
- mozkové krvácení;
- traumatické zranění mozku;
- poranění míchy;
- roztroušená skleróza;
- nádory centrálního nervového systému;
- periferní neuropatie;
- Parkinsonova choroba;
- Guillain-Barrého syndrom;
- Friedreichova ataxie (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

Další indikace:

- revmatické onemocnění;
- zlomenina phalangů a metakarpů;
- kapsulotomie, artrolýza a tenolýza pro poúrazovou ztuhlost MP, PIP a DIP kloubů;
- artrotomie;
- protetická náhrada MP, PIP a DIP kloubů;
- otevřená repozice a rigidní intraartikulární fixace, diafyzální zlomeniny falangů a metakarpů;
- tenolýza šlachy flexorů a extenzorů;
- reflexní sympatická dystrofie (Sudeckův syndrom) (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

Intenzita a délka robotické terapie využívající Gloreha Professional 2 se u jednotlivých pacientů značně liší. Pouze lékař může vyhodnotit, kdy je vhodné použít přípravek Gloreha u konkrétního pacienta, a to správným definováním typu použití a intenzitou, po kterou by měla být léčba prováděna. Intenzita léčby pomocí robotického přístroje Gloreha je obvykle kratší než 60 minut, avšak může být indikováno více než jedno ošetření denně (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

Pokud se u pacienta po neurologickém poranění projeví paréza nebo plégie ruky, je vhodné používat přístroj Gloreha od začátku subakutní fáze. Pokud pacient podstoupil ortopedickou operaci, je vhodné, aby byl přípravek Gloreha použit bezprostředně po operaci a aby léčba pokračovala nepřetržitě několik týdnů (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

V každém případě použití přístroje Gloreha a způsob jeho použití podléhá správnému vyhodnocení lékaře. V průběhu času by měl lékař ověřit, zda podmínky pro používání přípravku Gloreha přetrvávají, případně aktualizovat indikace tak, aby v daném okamžiku odpovídaly klinickému vývoji pacienta. Je důležité respektovat rezistenci tkáně následnou regulací očekávaného rozsahu pohybu kloubů během léčby a věnovat pozornost jakékoli bolesti, která může během cvičení vzniknout (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

V některých případech se mohou u pacientů po aplikaci Glorehy objevit nežádoucí účinky. Mezi nejčastější nežádoucí účinky patří zarudnutí a podráždění kůže, silný pocit tepla, nadměrné pocení, otok, krvácení, zvýšení bolesti a hepertermie. V každém z těchto případů je důležité léčbu okamžitě ukončit (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

1.6.3 Kontraindikace

Robotický přístroj Gloreha se nesmí používat za přítomnosti:

- neléčeného a nekontrolovaného, probíhajícího zánětu;
- artritidy;
- nestabilizovaní zlomeniny;
- krvácení;
- neléčené a nechráněné infekce a kožní léze;
- agresivního nebo nespolupracujícího chování;
- silné spasticity (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

Před aplikací robotického přístroje Gloreha musí pacient potvrdit, že výše zmíněné kontraindikace nejsou přítomné.

V případě hypertonie musí lékař důkladně zvážit, zda přetrvávají podmínky pro pasivní léčbu kontinuálním pohybem. Nadměrnou ztuhlost pacientovy ruky (příliš velký hypertonus) není robotický přístroj Gloreha schopen překonat, není to však nedostatek zařízení, ale bezpečnostní opatření, aby nedošlo k neočekávanému zranění (Gloreha Professional 2, Manual EN version C).

2. Výzkumná část

Výzkumná část této diplomové práce hodnotí účinnost robotického přístroje Gloreha Professional II na redukci spasticity, zlepšení funkčního stavu horní končetiny a vlivu na zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech života u pacientů s hemiparézou horní končetiny.

2.1 Cíle výzkumu

Cílem této diplomové práce je porovnat robotickou intervenci s využitím přístroje Gloreha Professional II s běžnými terapeutickými metodami, a to u pacientů s centrální parézou horní končetiny. Měření bude objektivizováno pomocí hodnotících škál: Tardieu škála, Modifikovaná Ashworthova škála (MAS), index Barthelové (BI) a Modifikovaná Frenchayská škála (MFS). Byly vytvořeny cíle práce:

Cíl 1: Zhodnotit, zda rehabilitace s využitím robotického přístroje Gloreha Professional II má vliv na redukci spasticity horní končetiny u pacientů s centrální parézou.

Cíl 2: Zhodnotit, zda rehabilitace s využitím robotického přístroje Gloreha Professional II má vliv na zlepšení funkčního stavu horní končetiny u pacientů s centrální parézou.

Cíl 3: Zhodnotit, zda rehabilitace s využitím robotického přístroje Gloreha Professional II má vliv na zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech života (ADL).

2.2 Výzkumné otázky a hypotézy

1. vědecká otázka: Má u pacientů s centrální parézou horní končetiny robotická rehabilitace pozitivní vliv na redukci spasticity – hodnoceno pomocí Tardieu škály (TS) a Modifikované Ashworthovy škály (MAS)?

H₀1: Redukce spasticity u experimentální skupiny, hodnocené pomocí MAS, není statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny.

H_A1: Redukce spasticity u experimentální skupiny, hodnocené pomocí MAS, je statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny.

H₀2: Redukce spasticity u experimentální skupiny, hodnocené pomocí TS, není statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny.

H_A2: Redukce spasticity u experimentální skupiny, hodnocené pomocí TS, je statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny.

2. vědecká otázka: Má u pacientů s centrální parézou horní končetiny robotická rehabilitace vliv na zlepšení funkčního stavu horní končetiny – hodnoceno pomocí Modifikované Frenchayské škály (MFS)?

H₀3: Zlepšení funkčního stavu horní končetiny u experimentální skupiny, hodnocené pomocí MFS, není statisticky významné v porovnání se změnami funkčního stavu horní končetiny u kontrolní skupiny.

H_A3: Zlepšení funkčního stavu horní končetiny u experimentální skupiny, hodnocené pomocí MFS, je statisticky významné v porovnání se změnami funkčního stavu horní končetiny u kontrolní skupiny.

3. vědecká otázka: Má u pacientů s centrální parézou horní končetiny robotická rehabilitace vliv na zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech života (ADL) – hodnoceno pomocí indexu Barthelové (BI)?

H₀4: Zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech člověka (ADL) u experimentální skupiny, hodnocené pomocí BI, není statisticky významné v porovnání se změnami soběstačnosti v ADL u kontrolní skupiny.

H_A4: Zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech člověka (ADL) u experimentální skupiny, hodnocené pomocí BI, je statisticky významné v porovnání se změnami soběstačnosti v ADL u kontrolní skupiny.

2.3 Metodologie výzkumu

Výzkumná část diplomové práce byla vykonávána v Nemocnici v Prostějově pod supervizí primáře rehabilitačního oddělení doc. MUDr. Petra Konečného, Ph.D., MBA. Data byla získávána od ledna 2019 do prosince 2019. Do měření bylo zapojeno 20 pacientů v chronickém (stabilizovaném) stadiu, a to 3–6 měsíců po CMP s centrální hemiparézou horní končetiny,

kteří absolvovali tříměsíční rehabilitaci na rehabilitačním oddělení v Prostějovské nemocnici. Pacienti zařazení do studie museli prokázat dostatečnou kognitivní schopnost a ochotu spolupracovat. Před zahájením měření byli všichni pacienti seznámeni s průběhem a účelem studie a podepsali informovaný souhlas s touto studií.

Probandi studie byli randomizovaně rozděleni do dvou skupin. Experimentální skupina byla vytvořena z 10 probandů, z toho 5 mužů (50 %) a 5 žen (50 %). Průměrný věk experimentální skupiny byl 57,1 let. Nejmladší proband měl 31 let a nejstarší proband měl 73 let.

Sestavenou kontrolní skupinu tvořilo 8 (80 %) mužů a 2 (20 %) ženy, tedy celkem 10 probandů. 64,9 let byl průměrný věk kontrolní skupiny, přičemž nejstarší proband měl 77 let a nejmladší 44 let. Charakteristika zkoumaného souboru je blíže popsána v Tabulce 11.

Tabulka 11 Charakteristika zkoumaného souboru

Charakteristika celkového zkoumaného souboru						
Proměnná	N platný	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD
Věk	20	61	64	31	77	11,4
Charakteristika experimentálního souboru						
Proměnná	N platný	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD
Věk	10	57,1	58	31	73	11,69
Charakteristika kontrolního souboru						
Proměnná	N platný	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD
Věk	10	64,9	68	44	77	10,21

2.4 Metodologie měření

Měření obou skupin (experimentální a kontrolní skupiny) probíhalo individuálně v Nemocnici AGEL v Prostějově pod odborným dohledem doc. MUDr. Petra Konečného PhD., MBA. V rámci výzkumu byla každému probandovi studie odebrána detailní anamnéza, která zahrnovala nynější onemocnění, abúzus a anamnézu rodinnou, osobní, farmakologickou, alergologickou, pracovní a sociální. Měření bylo objektivizováno pomocí hodnotících škál: Tardieu škála (TS), Modifikovaná Ashworthova škála (MAS), index Barthelové (BI) a Modifikovaná Frenchayská škála.

Stupeň spasticity byl měřen pomocí Tardieu škály a Modifikované Ashworthovy škály. U Tardieu škály jsme k porovnání výsledků využili R index (úhel spasticity). Úhel spasticity vyjadřuje rozdíl velikosti úhlu, kterého bylo dosaženo při různé rychlosti protažení ($R = V1-V3$), kdy V1 je nejpomalejší rychlost a V3 je rychlost co nejrychlejší (Příloha 1, s. 106). Modifikovaná Ashworthova škála (Příloha 2, s. 107) testuje pasivní protažení svalu a hodnotí ji stupněm 0–4, kdy 0 znázorňuje nezvýšený svalový tonus a 4 maximální svalový tonus s trvalým abnormálním postižením.

Funkční schopnosti ruky byly objektivizovány pomocí Modifikované Frenchayské škály (0–100). MFS zahrnuje 10 aktivit, z nichž každá je hodnocena na desetibodové stupnici (0 až 10), čímž se získá celkové skóre v rozmezí od 0 (neaktivní) do 100 (aktivní) (Příloha 3, s. 108).

Index Barthelové byl vybrán pro objektivizaci soběstačnosti pacienta. Index Barthelové (BI) je pořadová stupnice používaná k měření výkonu v činnostech každodenního života (ADL). Bodováno je deset proměnných popisujících ADL a mobilitu, přičemž vyšší číslo je odrazem větší schopnosti samostatně fungovat po propuštění z nemocnice. U všech proměnných je možné klasifikovat pacienta na stupnici 0–5–10. Pacient tedy může získat skóre od 0 do 100. Pacient, který získá 0 bodů, bude závislý ve všech činnostech každodenního života, zatímco skóre 100 ukazuje nezávislost v těchto činnostech (Příloha 4, s. 109).

Studie spočívala ve dvou měřeních. První měření proběhlo po rehospitalizaci na rehabilitačním oddělení po aplikaci botulotoxinu do spastických svalů na horní končetině: m. flexor digitorum profundus a m. flexor digitorum superficialis. Probandi poté absolvovali tříměsíční rehabilitační program. Kontrolní skupina absolvovala rehabilitační program bez robotické intervence, přičemž experimentální skupina absolvovala stejný rehabilitační program doplněný robotickou intervencí, přístrojem Gloreha Professional II. Druhé měření proběhlo po absolvování rehabilitačního programu. Probandi byli v obou případech měřeni

v dopoledních hodinách stejným fyzioterapeutem pomocí stejných hodnotících škál. Naměřené hodnoty všech provedených testů byly zaznamenány do záznamových archů a následně vyhodnoceny.

2.5 Rehabilitační intervence

Experimentální skupina absolvovala klasický rehabilitační program založený na cvičení na neurofyziologickém podkladě a ošetření měkkých tkání (2krát denně 45 minut), který byl doplněn robotickou rehabilitací 5 hodin týdně. K robotické rehabilitaci byl využit přístroj Gloreha Professional II. Kontrolní skupina absolvovala stejný rehabilitační program, avšak bez robotické intervence. Oběma skupinám bylo aplikováno 50 jednotek Dysportu (BoNT-A) do m. flexor digitorum profundus et superficialis.

Terapeutické cvičení na neurofyziologickém podkladě obsahovalo prvky propioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF), Bobath konceptu a Vojtovy reflexní lokomoce.

- **Ošetření měkkých tkání** – ošetření všech úrovní měkkých tkání (kůže, podkoží, fascií) pomocí prvků masáže a techniky dle Lewita.
- **Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF)** – byly využívány jak flekční, tak extenční diagonály. Druhá flekční diagonála se však nabízí jako kompenzační protipohyb vzhledem ke spastickému postižení HK. Horní končetina je často v depresi, addukci a vnitřní rotaci v RAK, ve flexi v loketním kloubu, pronaci předloktí a ve flexi zápěstí a prstů. Kompenzační pohyb je zde prováděn do zevní rotace abdukce ramenního kloubu, extenze loketního kloubu a dorzální flexe zápěstí.
- **Bobath koncept** – terapeutická jednotka s využitím Bobath konceptu byla sestavena na základně předešlého vyšetření. Cílem využití Bobath konceptu bylo inhibovat spastické svaly a vytvořit přiměřené svalové napětí. Dále byla terapie zaměřena na inhibici patologických pohybových vzorů a naučení správných pohybových vzorů, čímž došlo ke zlepšení koordinace postižené strany (zlepšení senzomotoriky a vnímání vlastního těla).

- **Vojtova reflexní lokomoce (VRL)** – aplikací VRL jsme se snažili aktivovat poškozené a ztracené motorické funkce. Aktivováním geneticky zakódovaných pohybových vzorů došlo k ovlivnění svalového tonu (snížení spasticity).

2.6 Statistické hodnocení

K vytvoření statistiky této diplomové práce byla od pacientů odebrána data o věku, pohlaví, etiologii postižení a hodnoty ze vstupního a výstupního vyšetření na Tardieu škále, Modifikované Ashworthově škále (MAS), indexu Barthelové (BI) a Modifikované Frenchayské škále. Veškerá data byla nejprve zaznamenána v programu Microsoft Office Excel 2020 a následně přenesena do statistického programu STATISTICA 13.

U veškerých dat byla hladina statistické významnosti stanovena na $P < 0,05$, tzn. data s $P < 0,05$ jsou považována za statisticky významná a data s $P > 0,05$ jsou považována za statisticky nevýznamná.

2.7 Testy normality

Testy normality jsou znázorněny v příloze 5, (s. 110) této diplomové práce. Testy normality byly použity ke zjištění, zda data výzkumného souboru splňují předpoklady normality. Na základě testů normalit bylo zjištěno, že data souboru nemají normální distribuci. Pro tento typ dat jsou určeny neparametrické testy. Z neparametrických statistických testů byl pro zodpovězení vědeckých otázek této diplomové práce použit Znaménkový test a Wilcoxonův párový test.

3. Výsledky

Výsledky této diplomové práce byly vytvořeny na základě sesbíraných dat od probandů. Tato data byla statisticky zpracována k vytvoření výsledků pro výše stanovené hypotézy. Vytvořené výsledky byly zaměřeny na porovnání experimentální a kontrolní skupiny, což prokazuje, zda rehabilitační léčba obohacená o robotickou interferenci má pozitivní vliv na spasticitu, funkci ruky a zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech života (ADL).

3.1 Výsledky vědecké otázky č. 1

Cílem bylo odpovědět na vědeckou otázku č. 1, která zní: Má u pacientů s centrální parézou horní končetiny robotická rehabilitace pozitivní vliv na redukci spasticity? Jak u experimentální, tak kontrolní skupiny byl proveden test normality, který zjistil, že hodnoty spasticity měřené na Modifikované Ashworthově škále (MAS) a Tardieu škále (TS) jsou asymetricky rozložené (bez normality). K vytvoření statistiky byl proto použit Wilcoxonův párový test (Tabulka 12–17, s. 54-57).

Tabulka 12 Wilcoxonův párový test (TS) vyšetřovaného souboru pro FDP hodnotící vstupní a výstupní hodnoty

Experimentální skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
R_(FDP_1) - R_(FDP_2)	10	2,66	0,0077
Kontrolní skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
R_(FDP_1) - R_(FDP_2)	10	1,83	0,0679

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N** – počet probandů; **R_(FDP_1)** – vstupní hodnota R úhlu spasticity pro m. flexor digitorum profundus; **R_(FDP_2)** – výstupní hodnota R úhlu spasticity pro m. flexor digitorum profundus; **R_(FDP_1) - R_(FDP_2)** – statistické porovnání vstupních a výstupních hodnot R úhlu spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum profundus.

Tabulka 13 Wilcoxonův párový test (TS) vyšetřovaného souboru pro FDS hodnotící vstupní a výstupní hodnoty

Experimentální skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
R_(FDS_1) - R_(FDS_2)	10	2,67	0,0077
Kontrolní skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
R_(FDS_1) - R_(FDS_2)	10	1,83	0,0679

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N** – počet probandů; **R_(FDS_1)** – vstupní hodnota R úhlu spasticity pro m. flexor digitorum superficialis; **R_(FDS_2)** – výstupní hodnota R úhlu spasticity pro m. flexor digitorum superficialis; **R_(FDS_1) - R_(FDS_2)** – statistické porovnání vstupních a výstupních hodnot R úhlu spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum superficialis.

Tabulka 14 Wilcoxonův párový test (TS) porovnání skupin (EXP a KO)

Porovnání skupin – Tardieu škála				
Proměnná	N ex. sk.	N kon. sk.	Z	P
R_R_FDP	10	10	2,53	0,0113
R_R_FDS	10	10	2,38	0,0173

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N ex. sk.** – počet probandů experimentální skupiny; **N kon. sk.** – počet probandů kontrolní skupiny; **R_R_FDP** – rozdíl hodnot R mezi kontrolní a experimentální skupinou na Tardieu škále pro m. flexor digitorum profundus; **R_R_FDS** – statistický rozdíl hodnot R mezi kontrolní a experimentální skupinou na Tardieu škále pro m. flexor digitorum superficialis.

Tabulka 15 Wilcoxonův párový test (MAS) vyšetřovaného souboru pro FDP hodnotící vstupní a výstupní hodnoty

Experimentální skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
MAS_(FDP_1) - MAS_(FDP_2)	10	2,02	0,043
Kontrolní skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
MAS_(FDP_1) - MAS_(FDP_2)	10	1,83	0,067

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N** – počet probandů; **MAS_(FDP_1)** – vstupní hodnocení spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum profundus; **MAS_(FDP_2)** – výstupní hodnocení spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum profundus. **MAS_(FDS_1) - MAS_(FDS_2)** – statistické porovnání vstupního a výstupního hodnocení spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum profundus.

Tabulka 16 Wilcoxonův párový test (MAS) vyšetřovaného souboru pro FDS hodnotící vstupní a výstupní hodnoty

Experimentální skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
MAS_(FDS_1) - MAS_(FDS_2)	10	1,83	0,067
Kontrolní skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
MAS_(FDS_1) - MAS_(FDS_2)	10	1,6	0,109

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N** – počet probandů; **MAS_(FDS_1)** – vstupní hodnocení spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum superficialis; **MAS_(FDS_2)** – výstupní hodnocení spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum superficialis; **MAS_(FDS_1) - MAS_(FDS_2)** – statistické porovnání vstupního a výstupního hodnocení spasticity pomocí Modifikované Ashworthovy škály pro m. flexor digitorum superficialis.

Tabulka 17 Wilcoxonův párový test (MAS) porovnání skupin (EXP a KO)

Porovnání Modifikované Ashworthovy škály				
Proměnná	N ex. sk.	N kon. sk.	Z	P
R_MAS_FDP	10	10	0,34	0,7337
R_MAS_FDS	10	10	0,34	0,7337

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N ex. sk.** – počet probandů experimentální skupiny; **N kon. sk.** – počet probandů kontrolní skupiny; **R_MAS_FDP** – rozdíl hodnot R mezi kontrolní a experimentální skupinou na Modifikované Ashworthově škále pro m. flexor digitorum profundus; **R_MAS_FDS** – statistický rozdíl hodnot mezi kontrolní a experimentální skupinou na Modifikované Ashworthově škále pro m. flexor digitorum superficialis.

3.2 Závěr vědecké otázky č. 1

Výsledky Wilcoxonova párového testu prokázaly statisticky významné snížení spasticity m. flexor digitorum superficialis a m. flexor digitorum profundus ($P < 0,05$) na Tardieu škále u experimentální skupiny. Statisticky významné bylo také zlepšení spasticity na Tardieu škále při porovnání experimentální a kontrolní skupiny ($P < 0,05$), a to u obou vyšetřovaných svalů (m. flexor digitorum profundus a m. flexor digitorum superficialis).

Naopak na Ashworthově modifikované škále nebylo snížení spasticity jak u kontrolní, tak u experimentální skupiny statisticky významné ($P > 0,05$).

Vzhledem ke statistickým výsledkům na Tardieu škále ($P < 0,05$) zavrhneme první nulovou hypotézu **H₀₁**: Redukce spasticity u experimentální skupiny není statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny. Přikláníme se k první alternativní hypotéze **H_{A1}**: Redukce spasticity u experimentální skupiny je statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny.

3.3 Výsledky vědecké otázky č. 2

Druhá vědecká otázka zní: Má u pacientů s centrální parézou horní končetiny robotická rehabilitace vliv na zlepšení funkčního stavu horní končetiny? Nejprve jsme vytvořili Tabulku 18, s. 58, která znázorňuje výsledky experimentální a kontrolní skupiny před a po absolvování rehabilitačního plánu. Druhá tabulka této podkapitoly (Tabulka 19, s. 58) představuje porovnání obou skupin a odpovídá na statistickou významnost této vědecké otázky.

U druhé vědecké otázky byl taktéž proveden test normality, který opět prokázal asymetrické rozložení dat zkoumaného vzorku (data nemají normální distribuci). Pro ověření hypotézy jsme tedy použili Wilcoxonův párový test.

Tabulka 18 Wilcoxonův párový test (MFS) vyšetřovaného souboru hodnotící vstupní a výstupní hodnoty

Experimentální skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
MFS _1 - MFS _2	10	2,67	0,0077
Kontrolní skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
MFS _1 - MFS _2	10	2,2	0,0277

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N** – počet probandů; **MFS _1 - MFS _2** – statistické porovnání vstupního a výstupního hodnocení pomocí Modifikované Frenchayské škály.

Tabulka 19 Wilcoxonův párový test (MFS) porovnání skupin (EXP a KO)

Porovnání Modifikované Frenchayské škály				
Proměnná	N ex. sk.	N kon. sk.	Z	P
R_ MFS	10	10	-1,51	0,1305

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N ex. sk.** – počet probandů experimentální skupiny; **N kon. sk.** – počet probandů kontrolní skupiny; **R_ MFS** – statistický rozdíl hodnot mezi kontrolní a experimentální skupinou na Modifikované Frenchayské škále.

3.4 Závěr vědecké otázky č. 2

Výsledky Wilcoxonova párového testu ukázaly, že obě skupiny (experimentální a kontrolní) prokázaly statisticky významné zlepšení funkčního stavu horní končetiny po absolvování rehabilitačního programu. Statistická významnost obou skupin je nižší než 0,05, kdy hodnota P (statistické významnosti) experimentální skupiny je 0,0077 a kontrolní skupina má hodnotu P 0,0277, viz Tabulka 18.

Naopak porovnání zlepšení funkčního stavu horní končetiny mezi experimentální a kontrolní skupinou není statisticky významné ($P > 0,05$), viz Tabulka 19. Hodnota P

pro druhou vědeckou otázku je 0,1305, proto nelze druhou nulovou hypotézu zamítnout:
H₀₃: Zlepšení funkčního stavu horní končetiny u experimentální skupiny se neliší v porovnání se změnami funkčního stavu horní končetiny u kontrolní skupiny.

3.5 Výsledky vědecké otázky č. 3

Znění třetí vědecké otázky: Má u pacientů s centrální parézou horní končetiny robotická rehabilitace vliv na zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech života (ADL)? V první tabulce této podkapitoly (Tabulka 20) je znázorněn neparametrický Wilcoxonův párový test pro změny BI u experimentální a kontrolní skupiny před a po terapii.

V Tabulce 21 je znázorněno již samostatné porovnání statistických hodnot BI mezi kontrolním a experimentálním souborem, což odpovídá na třetí vědeckou otázku, a to zda robotická interakce má statisticky významné ($P < 0,05$) zlepšení soběstačnosti v ADL v porovnání s terapií bez robotické interakce.

Tabulka 20 Wilcoxonův párový test (BI) vyšetřovaného souboru hodnotící vstupní a výstupní hodnoty

Experimentální skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
BI_1 - BI_2	10	2,52	0,0117
Kontrolní skupina			
Dvojice proměnných	N platných	Z	P
BI_1 - BI_2	10	2,52	0,0117

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N** – počet probandů; **BI_1 - BI_2** – statistické porovnání vstupního a výstupního hodnocení pomocí BI.

Tabulka 21 Wilcoxonův párový test (BI) porovnání skupin (EXP a KO)

Porovnání indexu Barthelové				
Proměnná	N ex. sk.	N kon. sk	Z	P
R_BI	10	10	-0,38	0,7054

- **Legenda:** **Z** – hodnota testovacího kritéria; **P** – hodnota statistické významnosti; **N ex. sk.** – počet probandů experimentální skupiny; **N kon. sk.** – počet probandů kontrolní skupiny; **R_BI** – statistický rozdíl hodnot BI mezi kontrolní a experimentální skupinou.

3.6 Závěr vědecké otázky č. 3

Výsledky neparametrického Wilcoxonova párového testu prokázaly statisticky významné zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech života (ADL) po absolvování rehabilitační terapie jak u experimentální, tak i u kontrolní skupiny. Statistická významnost byla prokázána P hodnotou, která je v obou případech 0,0117, což je menší než hladina významnosti $P < 0,05$.

Při porovnání výsledků statistiky experimentální a kontrolní skupiny statistická významnost naplněna nebyla, a proto nelze zamítnout třetí nulovou hypotézu **H₀₄**: Zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech člověka (ADL) u experimentální skupiny není statisticky významné v porovnání se změnami soběstačnosti v ADL u kontrolní skupiny. Alternativní hypotéza tedy nebyla potvrzena.

4. Diskuze

Tato kapitola má za cíl srovnat výsledky experimentální části práce s dalšími studii a porovnat je s dostupnými teoretickými poznatky.

Diskuze shrnuje využití poznatků z jednotlivých hypotéz této práce. Na závěr diskuze jsou uvedeny limity experimentální části a přínos práce pro klinickou praxi.

Vznik deficitu na horních končetinách u pacientů po CMP ovlivňuje jejich samostatnost, sebeobsluhu a velmi často takřka znemožňuje vykonávání ADL. Úprava deficitu na horních končetinách je u takto postižených pacientů pomalejší nežli na dolních končetinách a často se zde vyskytují větší rezidua (Votava, 2001). Obnova funkce horních končetin, zejména ruky, je u pacientů po CMP složitá a vyžaduje intenzivní rehabilitační přístup. Rehabilitační léčba u těchto pacientů by měla začít co nejdříve, měla by být prováděna denně a atraktivním a stimulujícím způsobem pro pacienta tak, aby se omezil pokles jeho funkční samostatnosti. Potřeba intenzivní rehabilitace podnítila v posledních dvou desetiletích vývoj robotické rehabilitace. Výsledky četných studií ukazují, že pasivní anebo aktivní robotická terapie je bezpečná, dobře snášená pacienty a má pozitivní dopad na vzniklé motorické deficity (Buschfort et al., 2010; Masiero et al., 2014; Salter, 2004; Vanoglio et al., 2017).

Již v minulosti byly prokázány výhody robotických přístrojů provádějících plynulý pasivní pohyb při protahování a při mobilizaci horních končetin (Giudice, 1990; Dirette et Hinojosa, 1994). Kontinuální pasivní pohyb zlepšuje u pacientů po CMP svalovou koordinaci v zápěstním kloubu (Hu et al., 2009) a snižuje edém u pacientů se subakutní fází CMP, zejména pak u pacientů s hemiplegií.

Stejně jako některá ruční robotická zařízení je Gloreha Professional II bezpečným léčebným přístrojem, který lze využívat v pokoji pacienta, zatímco je pacient vleže na lůžku nebo sedí na židli. Gloreha Professional II zajišťuje opakovaný pasivní pohyb ruky, což se dle Villafañe et al. (2017) jeví být užitečné pro reorganizaci somatosenzorické a motorické kůry u pacientů po CMP. U cvičení, při nichž pacient po CMP opakovaně vykonává přesně definovaný motorický úkol, se předpokládá, že způsobí plastické změny v mozkové kůře (Villafañe et al., 2017).

Neuroplasticitu lze definovat jako schopnost mozku se měnit, přetvářet a reorganizovat za účelem lepší schopnosti přizpůsobit se novým situacím. Navzdory skutečnosti, že koncept neuroplasticity je zcela nový, je jedním z nejdůležitějších objevů v neurovědě. Faktem je, že neuronové sítě nejsou fixní, ale dynamicky se vyskytují a mizí po celý náš život v závislosti na zkušenostech a prováděných úkonech. Zatímco opakovaně praktikujeme jednu činnost,

jako je sled pohybů apod., vytvářejí se nové neuronální okruhy, což vede k lepší schopnosti provádět procvičovaný úkol s menším vynaložením energie. Jakmile přestaneme cvičit určitou činnost, mozek přesměrovává tyto neuronové obvody, a protože je přestane používat, postupem času vymizí. Neuroplasticita vede k mnoha různým událostem, jako je návyk, senzibilizace k určité poloze, nebo dokonce zotavení po poranění mozku (Demarin et Morović, 2014).

Běžným problémem robotických zařízení jsou jejich vysoké náklady a velké rozměry a otázka údržby těchto zařízení. Většina robotických zařízení je navržena pro nemocnice a je příliš složitá na to, aby je pacient mohl používat samostatně v domácím prostředí. Díky neustálé modernizaci přístrojů patří Gloreha Professional II mezi zařízení vyvinutá nejenom pro nemocniční účely, ale také jako přístroj k zajištění domácí robotické rehabilitace horních končetin v podobě Gloreha Lite. Gloreha Lite je speciálně navržena pro domácí použití, je jakousi miniaturní verzí Gloreha Professional II. Tato přenosná ruční rehabilitační rukavice poskytuje počítačem řízenou opakující se pasivní mobilizaci prstů s multisenzorickou zpětnou vazbou. Úprava vzniklého deficitu získaného během intenzivní rehabilitační léčby prováděné v nemocničním prostředí má tendenci při domácí léčbě ustupovat, pokud nejsou zesíleny pravidelným každodenním cvičením. A toto robotické zařízení, které je pro pacienta pohodlné, by mohlo být bezpečné a cenově dostupné pro použití doma (Bernocchi et al., 2017).

4.1 Diskuze k vědecké otázce č. 1

Po cévní mozkové příhodě pouze 5 až 20 % pacientů vykazuje úplné funkční uzdravení, zatímco 80 % pacientů vykazuje variabilní stupeň poškození a neschopnost věnovat se ADL (Kelly-Hayes et al., 2003).

Spasticita je typický důsledek pozorovaný u pacientů, kteří přežili CMP s postižením horních končetin (Lang et al., 2013). Nadměrná spasticita snižuje rozsah pohybů pacientů až do té míry, že brání ADL a zlepšování funkcí, a tím nepříznivě ovlivňuje jinak úspěšnou rehabilitační léčbu (Bovend'Eerd et al., 2008).

V souvislosti s rostoucí prevalencí případů CMP ve stárnoucí společnosti se objevuje naléhavá potřeba zavedení inovativních rehabilitačních strategií (Yoo et Kim, 2015). Konvenční rehabilitační terapie spasticity podávaná terapeutky zahrnuje mimo jiné pasivní protahování a cvičení za účelem zvýšení rozsahu pohybu v kloubech. To je časově a fyzicky velmi náročné, a proto se v posledních desetiletích vyvíjela robotická rehabilitační léčba, která opakovaně reprodukuje přesné pohyby s menším vynaložením fyzické námahy a času

terapeuta (Selles et al., 2005). Mezi tato robotická zařízení patří i Gloreha Professional II, která se k léčbě spasticity často využívá.

V našem experimentu bylo ověřeno, zda má robotická rehabilitace pozitivní vliv na redukci spasticity u pacientů s centrální parézou horní končetiny hodnocené pomocí TS a MAS. Při porovnání experimentální a kontrolní skupiny u vyšetřovaných svalů, tj. u m. flexor digitorum profundus a m. flexor digitorum superficialis, bylo zjištěno statisticky významné zlepšení stupně spasticity, a to jak při porovnání experimentální a kontrolní skupiny, tak i ve výsledcích u experimentální skupiny (viz. Tabulka 23, s. 67). Lze tedy tvrdit, že redukce spasticity u experimentální skupiny, hodnocené pomocí TS, je statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny. Statistické zhodnocení pro MAS však statistickou významnost nepotvrdilo.

Průměrně v MAS při prvním měření pacienti v experimentální skupině – a i v kontrolní skupině pro m. flexor digitorum profundus a pro m. flexor digitorum superficialis – dosahovali druhého stupně (± 1 stupeň). Při druhém měření pak docházelo u experimentální skupiny k poklesu na MAS, a to v průměru asi o jeden stupeň na rozdíl od kontrolní skupiny. U experimentální skupiny si lze povšimnout poklesu mediánu, který při prvním měření byl 1,5 a při druhém měření stupeň 2 (viz Tabulka 22, s. 66), což poukazuje na pokles spasticity u pacientů, kteří absolvovali rehabilitační intervence obohacené o robotickou rehabilitaci s Gloreha Professional II.

Tvrzení, že robotická interakce má signifikantně pozitivní vliv na redukci spasticity ($P=0,007$) u pacientů s centrální hemiparézou horní končetiny, hodnocené pomocí MAS, dokázala i studie Konečný et al. (2017). Studii dokončilo 38 pacientů se spastickou hemiparézou po CMP (chronické stadium), 20 pacientů v experimentální skupině a 18 pacientů ve skupině kontrolní. Obě skupiny absolvovaly osm týdnů trvající konvenční antispastickou terapii s aplikací BTX do spastických svalů (m. flexor digitorum superficialis et profundus). Pacientům v experimentální skupině byla navíc přidána robotická terapie 2,5 hodiny týdně s využitím robotického přístroje Gloreha Professional II. Redukci spasticity po aplikaci robotického přístroje Gloreha Professional II potvrdila také studie Gobbo et al. (2017). Tato studie se zaměřuje na vyhodnocení účinků vyvolaných pouze jedinou aplikací robotického přístroje Gloreha Professional II na lokální perfuzi, funkci a redukci spasticity horní končetiny u pacientů s hemiparézou horní končetiny po CMP. Studie se zúčastnilo 23 pacientů v subakutním nebo chronickém stadiu. Pacienti podstoupili pouze jedinou 20minutovou pasivní mobilizaci paretické ruky s robotickou pomocí. Výsledky této studie, hodnotící účinnost jediné 20minutové robotické interakce (s využitím robotického přístroje Gloreha Professional II),

ukázaly také statistickou významnost v redukci spasticity v zápěstí ($P=0,001$) a prstů ruky ($P=0,004$).

S alternativní hypotézou mého experimentu se shoduje také studie Bissolotti et al. (2016). Předmětem studie Bissolotti et al. (2016) bylo zjistit účinnost robotického přístroje Gloreha Professional II na spasticitu, prokrvení a motorické funkce kosterního svalstva u pacientů se spastickou hemiparézou (nedominantní levé horní končetiny) po CMP. Studie se zúčastnilo pouze 7 pacientů, 2 ženy a 5 mužů ve věku 51 až 69 let. Všichni pacienti byli v chronickém stadiu po CMP (více jak 6 měsíců po atace). Každý pacient (po individuální hodinové rehabilitaci) absolvoval 10 rehabilitačních intervencí se zařízením Gloreha Professional II (v období tří týdnů). Každá robotická intervence trvala 30 minut. Měření spasticity svalů zápěstí pomocí MAS bylo provedeno těsně před prvním a bezprostředně po posledním ošetření. Výsledky této studie, jak již bylo zmíněno výše, prokázaly, že rehabilitační léčba obohacená o robotickou intervenci má statisticky významný vliv na redukci spasticity (na MAS) ve svalech zápěstí ($P=0,005$) a ve flexorech prstů ($P=0,015$).

Mezi studie, které alternativní hypotézu, že robotický přístroj Gloreha má vliv na redukci spasticity u pacientů po CMP, nepotvrdily, patří například studie Borboni et al. (2017). Účelem této studie bylo zjistit, zda pasivní robotický pohyb rukou kromě standardní rehabilitace sníží otok, bolest a spasticitu u pacientů v akutní fázi po CMP. Do studie bylo zahrnuto 35 účastníků ve věku 45 až 80 let s funkční poruchou horní končetiny po CMP. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. První skupina se skládala ze 16 pacientů s úplnou parézou zápěstí a prstů (nemožná volní extenze prstů a zápěstí). Druhá skupina byla tvořena 14 pacienty s částečnou parézou zápěstí a prstů (obtíže s volní extenzí zápěstí a prstů). Obě dvě skupiny podstoupily stejnou rehabilitační intervenci, která se skládala z pasivní mobilizace ruky (pomocí přístroje Gloreha Professional II), 0,5 hodiny ráno a odpoledne. Kromě pasivní robotické rehabilitace ruky podstoupili všichni pacienti standardní rehabilitační program (2 hodiny denně, 5 dní v týdnu). Standardní rehabilitace zahrnovala aktivní a pasivní cvičení, techniky na inhibici svalového tonu a nácvik chůze. Veškeré data byla měřena na začátku a po ukončení dvoutýdenní intervence. Spasticita byla měřena pomocí MAS. Výsledky této studie nezjistily signifikantní účinek ($P=0,36$) rehabilitační léčby obohacené o robotickou interferenci Gloreha na redukci spasticity (u obou skupin pacientů) v akutní fázi po CMP. S těmito výsledky se shoduje i studie Villafañe et al. (2017), která také hodnotila účinnost robotické terapie (s využitím přístroje Gloreha) na redukci spasticity (pomocí MAS) u pacientů po CMP. Studie se zúčastnilo 32 pacientů, z toho 21 mužů a 11 žen ve věku 50

až 90 let. Všichni pacienti studie byli však v subakutní fázi po CMP. Probandi studie byli randomizovaně rozděleni do dvou skupin, experimentální (16 pacientů) a kontrolní (16 pacientů). Všichni pacienti podstoupili stejný třítydenní standardní rehabilitační přístup skládající se z hodinové fyzioterapeutické a pracovní rehabilitační interakce. Kromě standardní léčby experimentální skupina absolvovala 3 dny v týdnu 30minutový robotický trénink pomocí přístroje Gloreha. Standardní rehabilitace byla u kontrolní skupiny obohacena o dalších 30 minut (3 dny v týdnu) standardní fyzioterapeutické rehabilitace. Výsledky studie ukázaly, že robotická interakce nemá statisticky významný vliv na redukci spasticity ($P=0,4$) u pacientů v subakutní fázi po CMP (Villafañe et al., 2017).

Mezi další studie, které nepotvrdily alternativní hypotézu výše zmíněného experimentu této diplomové práce, patří studie Millia et al. (2019) a studie Vanoglio et al. (2016). Záměrem studie Millia et al. (2019) bylo prozkoumat účinnosti robotické rukavice Gloreha u pacientů s CMP. Studie se zaměřila na účinek terapie pro zlepšení funkce ruky a redukce spasticity. Do studie bylo zařazeno 12 pacientů (8 mužů a 4 ženy) ve věku 42 až 82 let. Všichni pacienti zařazení do studie byli v poststrokeové fázi, tedy méně jak 30 dnů po atace (akutní fáze). Všichni pacienti absolvovali stejný třítydenní rehabilitační program, 30 minut denně robotické terapie (přístroj Gloreha), 1,5 hodiny denně fyzioterapie a 30 minut denně pracovní terapie. Spasticita byla měřena pomocí MAS. Výsledky studie neprokázaly statistickou významnost v redukci spasticity ($P=0,6$) u pacientů po absolvování třítydenního rehabilitačního programu obohaceného o robotickou terapii (Millia et al., 2019). Randomizovaná studie Vanoglio et al. (2016) hodnotila účinnosti rehabilitace rukou pomocí robotického přístroje Gloreha na funkci paže u pacientů v subakutní fázi po CMP. Kromě funkce paže studie měřila pomocí MAS také míru spasticity ruky (před a po pětitydenní rehabilitační intervenci). Do studie bylo přijato 30 pacientů, kteří byli náhodně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. Všichni pacienti podstoupili individuální rehabilitační program, který byl u obou skupin obohacen různým speciálním zásahem. Speciální zásah sestával z 30 sezení po 40 minutách denně. U kontrolní skupiny se jednalo o pasivní pohyb rukou prováděný fyzioterapeutem a u experimentální skupiny byl tento pohyb prováděn robotickým přístrojem Gloreha. Výsledky studie týkající se redukce spasticity neukázaly signifikantní rozdíly v redukci spasticity ruky ani u jedné skupiny po absolvování pětitydenního rehabilitačního plánu (Vanoglio et al., 2016).

Redukce spasticity (na MAS) nebyla prokázána ani studií Bernocchi et al. (2017), která zkoumala účinnost robotického přístroje „Gloreha Light“ v domácím prostředí u 17 pacientů s hemiparézou způsobenou CMP po hospitalizaci v nemocnici.

Tabulka 22 Tabulkový přehled statistických dat – MAS

Experimentální skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
MAS_(FDP_1)	10	1,9	0	3	2	0,88
MAS_(FDP_2)	10	1,4	0	2	1,5	0,70
MAS_(FDP_2) - MAS_(FDP_1)		0,5				
MAS_(FDS_1)	10	1,9	1	3	2	0,57
MAS_(FDS_2)	10	1,5	1	2	1,5	0,53
MAS_(FDS_2) - MAS_(FDS_1)		0,4				
Kontrolní skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
MAS_(FDP_1)	10	2	1	3	2	0,67
MAS_(FDP_2)	10	1,6	0	2	2	0,70
MAS_(FDP_2) - MAS_(FDP_1)		0,4				
MAS_(FDS_1)	10	2	1	3	2	0,67
MAS_(FDS_2)	10	1,7	0	3	2	0,95
MAS_(FDS_2) - MAS_(FDS_1)		0,3				

- Legenda:** SD – směrodatná odchylka; N – počet probandů; MAS_(FDP_1) – vstupní výsledky na Modifikované Ashworthově škále pro m. flexor digitorum profundus; MAS_(FDP_2) – výstupní výsledky na Modifikované Ashworthově škále pro m. flexor digitorum profundus; MAS_(FDP_1) - MAS_(FDP_2) – rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami na Modifikované Ashworthově škále u m. flexor digitorum profundus; MAS_(FDS_1) – vstupní výsledky na Modifikované Ashworthově škále pro m. flexor digitorum superficialis; MAS_(FDS_2) – výstupní výsledky na Modifikované Ashworthově škále pro m. flexor digitorum superficialis; MAS_(FDS_1) – MAS_(FDS_2) – rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami na Modifikované Ashworthově škále u m. flexor digitorum superficialis.

Tabulka 23 Tabulkový přehled statistických dat – TS

Experimentální skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
R_(FDP_1)	10	21	0	40	20	11,97
R_(FDP_2)	10	9	0	20	10	7,38
R_(FDP_2) - R_(FDP_1)		12				
R_(FDS_1)	10	33	10	90	25	25,84
R_(FDS_2)	10	21	0	80	10	24,59
R_(FDS_2) - R_(FDS_1)		12				

Kontrolní skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
R_(FDP_1)	10	20,5	0	50	15	17,71
R_(FDP_2)	10	17	0	40	15	17,03
R_(FDP_2) - R_(FDP_1)		3,5				
R_(FDS_1)	10	21	0	60	15	20,25
R_(FDS_2)	10	17,5	0	50	10	19,33
R_(FDS_2) - R_(FDS_1)		5,5				

- **Legenda:** SD – směrodatná odchylka; N – počet probandů; **R_(FDP_1)** – vstupní výsledky na Tardieu škále pro m. flexor digitorum profundus; **R_(FDP_2)** – výstupní výsledky na Tardieu škále pro m. flexor digitorum profundus; **R_(FDP_1) - R_(FDP_2)** – rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami na Tardieu škále u m. flexor digitorum profundus; **R_(FDS_1)** – vstupní výsledky na Tardieu škále pro m. flexor digitorum superficialis; **R_(FDS_2)** – výstupní výsledky na Tardieu škále pro m. flexor digitorum superficialis; **R_(FDS_1) - R_(FDS_2)** – rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami na Tardieu škále u m. flexor digitorum superficialis.

4.2 Diskuze k vědecké otázce č. 2

Ruka zastává velmi důležitou úlohu pro celkovou funkčnost a sehrává rovněž nezastupitelnou roli při ADL, jako je jídlo, oblékání, psaní, manipulace s předměty – a tím velmi ovlivňuje kvalitu života. Porucha horních končetin je nejvýznamnějším postižením přeživších po CMP (přibližně 70 % pacientů). Pro zlepšení kvality života těchto lidí je proto zásadní obnova úchopů a opětovné osvojení základních dovedností. K dosažení tohoto cíle se používá terapie rukou (Longhi et al., 2016).

Částečné, nebo dokonce úplné zotavení závisí na počtu opakování, intenzitě a cílení terapie na daný úkol. Z těchto důvodů tedy může použití robotiky přispět ke zvýšení počtu opakování a dopomoci tak k urychlení zotavení (Zariffa et al., 2011).

Tradiční rehabilitační terapie nemusí být poskytována vždy s dostatečně vysokou frekvencí a intenzitou zejména kvůli pracovním omezením a nákladům, které jsou s tím spojené. Tyto rehabilitační terapie mohou také vést k opakovanému přetěžování a únavě terapeutů. Variabilita provedení jednotlivými terapeuty představuje také faktor, který by mohl ovlivnit nebo vést k nekonzistentním výsledkům. Pokročilá robotická zařízení jsou schopna poskytovat konzistentní nácvik vhodný pro terapii i pro měření výkonu s vysokou spolehlivostí a přesností. Robotika tedy může především umožnit pacientům samostatně trénovat s menším dohledem terapeuta (Norouzi-Gheidari et al., 2012).

Pokud jde o rehabilitaci horních končetin, několik výzkumných skupin vyvinulo robotická zařízení zajišťující pasivní a/nebo aktivní pohyby. Jedním z těchto robotických zařízení je i přístroj Gloreha Professional II. Tato počítačem řízená rukavice byla pro své vlastnosti zvolena jako nástroj nejen v této studii, ale její využití je uvedeno i v několika dalších studiích zaměřených na robotickou rehabilitaci horních končetin.

V našem experimentu byl ověřen vliv robotické rehabilitace na zlepšení funkčního stavu horní končetiny u pacientů po CMP za pomoci statistického zhodnocení naměřeného celkového skóre MFS. Při vyhodnocení celkových výsledků MFS nebylo prokázáno statisticky významné zlepšení funkčního stavu horní končetiny u pacientů po CMP jak pro experimentální, tak pro kontrolní skupinu.

Při prvním měření pacienti v experimentální skupině dosahovali průměrného skóre 31 bodů (± 30 bodů), při druhém měření pak 39 bodů (± 31 bodů). Naproti tomu pacienti v kontrolní skupině dosahovali při prvním měření v průměru 34 bodů (± 27 bodů), při druhém měření 37 bodů (± 30 bodů).

Minimální počet bodů v experimentální a kontrolní skupině dosahoval výše 0 bodů pro první měření. Při druhém měření bylo naměřeno v experimentální skupině zlepšení minimálního skóre, tj. 5 bodů; v kontrolní skupině zůstalo neměnné. Dosažené maximum v experimentální skupině po prvním měření bylo 95 a při druhém měření maximum stoupl o 5 na hodnotu 100 bodů. V kontrolní skupině byl zaznamenán nárůst rovněž o 5 bodů – z hodnoty 80 po prvním měření na hodnotu 85 zaznamenanou druhým měřením.

V Tabulce 24, s. 69, si lze povšimnout nárůstu mediánu u experimentální skupiny, tj. z 20 bodů na 35 bodů, což v porovnání s kontrolní skupinou poukazuje na zlepšení experimentální skupiny po rehabilitačních intervencích s Gloreha Professional II.

Tabulka 24 Přehled statistických dat – MFS

Experimentální skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
MFS _1	10	31	0	95	20	30,07
MFS _2	10	39	5	100	35	31,16
MFS_2 - MFS_1		8				

Kontrolní skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	SD
MFS _1	10	34	0	80	35	26,98
MFS _2	10	37	0	85	40	29,83
MFS_2 - MFS_1		3				

- **Legenda:** SD – směrodatná odchylka; N – počet probandů; MFS _1 – vstupní výsledky hodnocené pomocí Modifikované Frenchayské škály; MFS _2 – výstupní výsledky hodnocené pomocí Modifikované Frenchayské škály; MFS_2 - MFS_1 – rozdíl mezi vstupními a výstupními výsledky na Modifikované Frenchayské škále.

I navzdory skutečnosti, že po statistickém zpracování získaných dat bylo nutné zamítnout alternativní hypotézu, která předpokládala statisticky významné zlepšení funkčního stavu horní končetiny u experimentální skupiny hodnocené pomocí MFS, je nepřehlédnutelná vzestupná tendence výsledného průměru obou skupin. Při podrobnějším pohledu na tento údaj lze snadno vyčíst, že u experimentální skupiny, která měla rehabilitační program rozšířen o pravidelné využívání robotického přístroje Gloreha Professional II, bylo dosaženo zlepšení o 8 bodů oproti kontrolní skupině, u které byl zaznamenán rozdíl jen o 3 body. Tento nezanedbatelný rozdíl potvrzuje pozitivní vliv Gloreha Professional II na zlepšení funkčního stavu horní končetiny – hodnoceno pomocí MFS.

Porovnávání průběhu měření a získávání výsledků pro zodpovězení této druhé výzkumné otázky s již dříve publikovanými studii komplikovala do jisté míry její jedinečnost. Při intenzivním studiu publikovaných prací zabývajících se problematikou vlivu robotické rehabilitace na funkční stav horní končetiny jich bylo dohledáno jen několik málo, které se však i tak liší v několika parametrech.

Jedna ze studií je studie Vanoglio et al. (2016). Studie vyhodnocovala proveditelnost a účinnost rehabilitace rukou pomocí robota pro zlepšování funkčních schopností horní

končetiny u subakutních hemiplegických pacientů. Studie je blíže popsána výše v kapitole Diskuze k vědecké otázce č. 1. Funkční schopnost pacienta byla měřena pomocí škály funkční nezávislosti, tzv. Functional Independence Measure scale (FIM). K hodnocení této výzkumné otázky bylo použito 13 položek z této škály. Každá z položek byla hodnocena od 1 (celková závislost) až do 7 (celková nezávislost). Výsledky této studie prokázaly výrazné zlepšení funkce horní končetiny (u obou skupin) po absolvování rehabilitační intervence – měřeno na škále funkční nezávislosti. V kontrolní skupině byla naměřena statistická významnost ($P=0,001$) a v experimentální skupině ($P=0,0005$). Při porovnání naměřených výsledků mezi kontrolní a experimentální skupinou však nebyla pozorována statistická významnost ($P=0,32$), a proto tato studie nemůže tvrdit, že robotická intervence má výrazný statistický vliv na zlepšení funkce horní končetiny (Vanoglio et al., 2016).

Mezi další studie, věnující se účinnosti robotického přístroje Gloreha na funkci horní končetiny, patří studie Millia et al. (2019). Funkce horní končetiny byla opět měřena pomocí škály funkční nezávislosti, a to před a po třítydenním rehabilitačním programem obohaceným o intervenci robotického přístroje Gloreha. Blíže je studie popsána výše v kapitole 4.1 Diskuze k vědecké otázce 1 (dopsat stranu). Výsledky studie ukázaly, že po absolvování třítydenního rehabilitačního programu, doplněného o robotický přístroj Gloreha, došlo ke statisticky významnému zlepšení funkce horní končetiny ($P=0,01$) – hodnoceno pomocí škály funkční nezávislosti FIM (Millia et al., 2019).

4.3 Diskuze k vědecké otázce č. 3

CMP je jednou z nejčastějších nemocí na celém světě. Často vede ke vzniku trvalého deficitu, ke snížení kvality života takto postiženého jedince a podporuje rozvoj dalších deficitů. Řadí se mezi hlavní příčiny chronické poruchy funkce horních končetin. Více než dvě třetiny pacientů po CMP mají při přijetí do nemocnice parézu horní končetiny a šest měsíců po atace zůstává horní končetina přibližně u poloviny všech pacientů plně nefunkční (Mehrholtz et al., 2015). Nowak (2008) ve své studii uvádí, že nejběžnější neurologické poškození u pacientů po CMP je slabost nebo ztráta citlivosti končetin kontralaterálně ke straně mozkové léze. Senzomotorický deficit horní končetiny postihuje až 60 % přeživších pacientů po CMP.

Většina pacientů po CMP má omezenou funkci rukou a paží, což ovlivňuje kvalitu vykonávání jejich ADL. Aby se zabránilo dalšímu rozvoji tohoto deficitu a aby byla podpořena obnova funkce horní končetiny, mnoho pacientů brzy po CMP podstoupí multidisciplinární rehabilitaci. V posledních letech byly zavedeny intervence, jako je elektromechanicky

asistovaný trénink paží, tj. robotický trénink, který má vést ke zlepšení funkce horních končetin s provázejícím zlepšením při vykonávání ADL u těchto pacientů. Navzdory intenzivním rehabilitačním snahám pouze 5–20 % pacientů dosáhne úplného funkčního zotavení, jinými slovy čtyři z pěti lidí opouštějí rehabilitaci s omezenou funkcí horní končetiny. Stále tedy existuje naléhavá potřeba nových ústavních a ambulantních rehabilitačních a tréninkových strategií, které odpovídají specifickým potřebám u pacientů po CMP (Mehrholtz et al., 2015).

Deficit horní končetiny u pacientů po CMP představuje zásadní problém a vyžaduje rychlý a efektivní rehabilitační přístup umožňující obnovu ztracené funkce poškozené končetiny, zabránění zkrácení šlach, vzniku spasticity a bolesti. Obnova pohyblivosti horních končetin je nezbytná pro vykonávání ADL, a proto jsme se také v této práci zaměřili na jejich hodnocení (Nowak, 2008).

V našem experimentu byl ověřen vliv robotické rehabilitace na zlepšení soběstačnosti v ADL u pacientů po CMP za pomoci statistického zhodnocení naměřených výsledků BI. Při vzájemném porovnání celkových výsledků BI experimentální a kontrolní skupiny statistická významnost nebyla prokázána, a proto nemůžeme H_0 zamítnout. Nelze tedy tvrdit, že robotická rehabilitace má vliv na zlepšení soběstačnosti v ADL.

Při prvním měření pacienti v experimentální skupině dosahovali průměrného skóre 81 bodů ($\pm 12,20$ bodů), při druhém měření pak 87,5 bodů ($\pm 11,84$ bodů). Naproti tomu pacienti v kontrolní skupině dosahovali při prvním měření v průměru 69,5 bodů ($\pm 13,63$ bodů), při druhém měření 75 bodů ($\pm 13,74$ bodů). Minimální počet bodů v experimentální skupině dosahoval výše 60 bodů pro první měření a 65 bodů pro druhé měření. Medián nabýval hodnot 85 bodů pro první měření a 90 bodů pro druhé měření. Minimální počet bodů pro kontrolní skupinu byl 50 bodů pro první a druhé měření. Medián nabýval hodnot 67,5 bodů pro první měření a 72,5 bodů pro druhé měření (viz Tabulka 25, s. 72).

Tabulka 25 Přehled statistických dat – BI

Experimentální skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Median	SD
BI_1	10	81	60	95	85	12,20
BI_2	10	87,5	65	100	90	11,84
BI_2 - BI_1		6,5				
Kontrolní skupina						
Proměnná	N	Průměr	Minimum	Maximum	Median	SD
BI_1	10	69,5	50	90	67,5	13,63
BI_2	10	75	50	90	72,5	13,74
BI_2 - BI_1		5,5				

- **Legenda:** SD – směrodatná odchylka; N – počet probandů; BI_1 – vstupní hodnota hodnocena pomocí indexu Barthelové; BI_2 – výstupní hodnota hodnocena pomocí indexu Barthelové; BI_1 - BI_2 – rozdíl hodnot mezi vstupním a výstupním vyšetřením na Barthel Index.

Ačkoliv hypotéza H₀₄ byla zamítnuta, nelze přehlédnout vzestupnou tendenci průměrného výsledného skóre u pacientů obou skupin, tj. jak experimentální, tak i kontrolní skupiny. Dle naměřených dat se experimentální skupina využívající v rehabilitaci Gloreha Professional II zlepšila v průměru o 6,5 bodů a kontrolní skupina jen o 5,5 bodů. Lze tak zhodnotit pozitivní dopad Gloreha Professional II na vykonávání ADL a na samotný výsledek rehabilitace u pacientů po CMP.

Při porovnání výsledků této hypotézy s jinými studiiemi a s teoretickými poznatky nebyly nalezeny obdobně sestavené studie a byla dohledána pouze jedna studie hodnotící vliv robotické terapie (pomocí přístroje Gloreha Professional II) na ADH hodnocené pomocí BI u pacientů po CMP (viz níže).

Ve studii Villafaña et al. (2017) bylo hodnoceno zlepšení ADL dle BI celkem u 32 pacientů po dobu 3 týdnů. Pacienti byli rozděleni na dvě skupiny, tj. na experimentální skupinu a kontrolní skupinu. Všichni účastníci byli typickými rehabilitačními pacienty v subakutní fázi po CMP, tj. 0,5 až 12 měsíců po atace. Všichni pacienti měli přítomen motorický deficit na horní končetině. Ze studie byli vyloučeni pacienti s poškozením periferních nervů nebo s muskuloskeletálním onemocněním končetin, s kontrakturami atakou postiženého zápěstí nebo prstů a bez léčby spasticity pomocí botulotoxinu. Obě skupiny pacientů podstoupily standardní rehabilitační terapii skládající se z hodinových sezení

pětkrát týdně. Pacienti v obou skupinách podstoupili stejný počet terapií včetně tréninku obratnosti a chůze podle individuálně přizpůsobeného cvičebního programu určeného ošetřujícím terapeutem. Kromě obvyklé rehabilitace dostali pacienti také 30minutovou terapii třikrát týdně, a to buď experimentální léčbou pomocí Gloreha Professional II, nebo kontrolní 30minutovou dodatečnou rehabilitační intervencí s ošetřujícím fyzioterapeutem. Jejich experiment došel ke klinicky a statisticky významným rozdílům mezi původním stavem a stavem po třech týdnech výše uvedené terapie. Zároveň autoři poukazují na to, že dávkování a délka léčby pomocí Gloreha Professional II není dostatečně definována, neboť byla prováděna u malého vzorku pacientů a jsou zapotřebí další randomizované kontrolované studie provádějící tuto terapii u většího počtu pacientů s delší dobou trvání poskytované terapie.

Lze dohledat mnoho studií hodnotících vliv robotické rehabilitace na zlepšení soběstačnosti v ADL u pacientů po CMP pomocí různých robotických přístrojů. Tyto studie přinášejí výsledky, že použití elektromechanicky asistovaného tréninku horních končetin může podpořit rehabilitační proces tím, že usnadní terapii, která je intenzivní, častá a opakující se. Přestože systematické přehledy poukazují na příznivé účinky robotických přístrojů na motorickou funkci horní končetiny, tyto účinky nejsou klinicky relevantní (Mehrholtz et al., 2018; Veerbeek et al., 2017).

V dostupné cizojazyčné literatuře existuje velmi málo podobně koncipovaných studií, které by zkoumaly hodnocení zlepšení soběstačnosti v ADL u pacientů po CMP s použitím robotického přístroje Gloreha Professional II. Není proto možné porovnávat a hodnotit výsledek hypotézy H₀₄ s ostatními studii. Dostupné studie, jako např. výše uvedená studie od Villafaña et al., však poukazuje na možnost využití Gloreha Professional II v rehabilitaci u pacientů po CMP a vhodnost jejího zařazení do rehabilitačního programu. V budoucnosti by se však studie měly zaměřit na hodnocení větších skupin pacientů a porovnat účinek počtu terapií u těchto pacientů a jejich vliv na schopnost vykonávat ADL.

4.4 Přínos pro praxi

Přínos této práce spočívá v několika neopomenutelných skutečnostech.

Jedním z těchto významných přínosů je, že dokládá pozitivní vliv robotické terapie. Toto tvrzení názorně dokládá zpracovaná odpověď na 1 výzkumnou otázku prostřednictvím hypotézy **H_{A1}**: Redukce spasticity u experimentální skupiny, hodnocené pomocí MAS a TS, je statisticky významná v porovnání se změnami spasticity u kontrolní skupiny. Tato hypotéza byla statisticky ověřena na škále statistické významnosti $P < 0,05$.

Dále byl prokázán pozitivní vliv stejné robotické terapie na funkci a zvládnání ADL. Neopomenutelnou roli rehabilitační intervence vedle zmíněné robotické rehabilitace však stále zastává i klasická fyzioterapeutická intervence, která představuje nosný základ celého rehabilitačního procesu. Terapie pomocí přístroje Gloreha Professional II je vhodná jako přínosný doplněk této běžné terapie.

Vzhledem ke stanoveným cílům práce a časovému úseku, po který testování probíhalo, bylo dosaženo po pečlivém výběru sestavení poměrně úzce specifického výzkumného vzorku celkem 20 probandů (10 probandů v kontrolní a 10 probandů v experimentální skupině). Tato skupina stačila pro základní měření a získání dat pro statistické zpracování, ale bylo by vhodné otestovat větší vzorek pacientů a také provést více podobných experimentů. Tato studie by pak mohla v budoucnu velmi vhodně posloužit jako pilotní projekt celé řady experimentů a studií.

Jednu z dalších možností, která pacientům i terapeutům ulehčuje práci a šetří čas i finance, představuje zařízení Gloreha Lite, které může pacient využívat v domácím prostředí bez odborného dohledu terapeuta.

4.5 Limity studie

Náš experiment měl určitá omezení.

- **Malá velikost** vzorku mohla snížit schopnost najít statisticky významný rozdíl mezi skupinami, i když ve skutečnosti mohl existovat. V našem experimentu bylo testováno pouze 20 pacientů, kteří byli ještě rozděleni do dvou skupin (10 probandů v experimentální skupině a 10 probandů ve skupině kontrolní). Větší vzorek mohl detekovat významnější výsledky např. při redukci spasticity hodnocené na Modifikované Ashworthově škále.
- **Vzájemná spolupráce s pacienty** – do studie jsme nemohli zařadit pacienty s těžkou fatickou poruchou a kognitivním deficitem.
- **Neobjektivnost hodnocení u vybraných hodnotících škál**, například Modifikovaná Ashworthova škála hodnotící spasticitu. MAS je snadná, jednoduše proveditelná metoda, která byla přijata pro hodnocení spasticity v tomto experimentu. Jedná se o jednoduchou ordinální stupnici, která však hodnotí svalový tonus pouze subjektivně.
- **Obtížnost dodržet léčbu každý den ve stejnou hodinu.** To by mohlo vyvolat metodologické omezení studie, protože vaskulární vlastnosti během dne kolísají. Tuto matoucí proměnnou každopádně není snadné ovládat, protože cirkadiánní vzorce

modulující nervové a cévní funkce mohou být u pacientů po cévní mozkové příhodě velmi proměnlivé.

Závěr

Cévní mozková příhoda patří na světě mezi nejčastější netraumatické příčiny úmrtí v lidské populaci. Cévní mozková příhoda vede k nezvratnému poškození mozkové tkáně a s ní spojených mozkových funkcí. Jedním ze základních trvalých následků poškození mozkové tkáně, centrálního motoneuronu, je kognitivní deficit, spasticita a s ní spojená trvalá invalidita. Spasticita vzniká až u 60 % pacientů po iktu a omezuje jejich normální pohyb, prohlubuje motorický deficit a snižuje celkovou mobilitu (snižuje obratnost a koordinaci pohybů a svalovou sílu). Spasticita má také vliv na abnormální postavení v kloubech, prohloubení bolesti, snížení soběstačnosti v každodenních činnostech života, což také vede k celkovému psychickému diskomfortu a snížení kvality života pacienta.

K léčbě spasticity se využívá mnoho různých interdisciplinárních terapeutických intervencí, jako je farmakologická léčba, ortopedická a neurologická chirurgie, ergoterapie a v neposlední řadě také fyzioterapie. Konvenční fyzioterapie spasticity je založena mimo jiné na aktivním a pasivním protahování spastických svalů a na procvičování konkrétních poškozených funkcí. Tato konvenční rehabilitační léčba je založena na principu neuroplasticity mozku. Neuroplasticita mozku je schopnost měnit a reorganizovat nervovou tkáň a vytvořit na základě opakování a procvičování přesných motorických úkonů nové neurální obvodů (zotavení poškozených nervových obvodů v důsledku iktu). Protože tento rehabilitační přístup je pro fyzioterapeuty fyzicky a časově velmi náročný, je potřeba zavedení inovativní rehabilitační strategie. Jako ideální inovativní strategie, které pracují na základech neuroplasticity mozku, se v poslední době jeví robotická rehabilitační léčba. Robotická rehabilitace je schopna do jisté míry nahradit fyzioterapeuta v provádění přesných pasivních pohybů a v procvičování jednotlivých motorických úkonů, a tím ulehčit fyzickou a časově náročnou práci fyzioterapeuta.

Cílem této práce bylo toto tvrzení prozkoumat ověřením účinnosti robotické rehabilitační léčby na zlepšení funkčního stavu horní končetiny, soběstačnosti pacienta v každodenních činnostech života a na redukci spasticity u pacientů se syndromem horního motoneuronu v důsledku cévní mozkové příhody.

Do tohoto výzkumu bylo zařazeno 20 pacientů se spastickou hemiparézou horní končetiny po cévní mozkové příhodě. Pacienti byli randomizovaně rozděleni do dvou skupin, tzn. 10 pacientů bylo zařazeno do experimentální skupiny a 10 pacientů bylo zařazeno do skupiny kontrolní. Kontrolní skupina absolvovala pouze standardní antispastický rehabilitační program, přičemž experimentální skupině byl tento rehabilitační program doplněn

o robotickou intervenci s využitím přístroje Gloreha Professional II. Naším cílem bylo tyto dvě skupiny porovnat a dojít k závěru, zda robotický přístroj Gloreha Professional II může napomoci klasické rehabilitaci u pacientů s hemiparézou horní končetiny.

Gloreha Professional II je rehabilitační rukavice zaměřující se na zlepšení rozsahu pohybu, propioceptivního vnímání, funkce aferentace a na celkovou stimulaci nervového systému. Účinek robotické rukavice Gloreha Professional II je založen právě na nervové plasticitě. Ke zvýšení neurální stimulace přístroj během terapie využívá také zvukové a zrakové efekty. Nevýhodou robotického přístroje Gloreha Professional II je však jeho vysoká pořizovací hodnota a nízká dostupnost. Z těchto důvodů se jako ideální kompromis jeví robotický přístroj Gloreha Lite, který má nižší pořizovací hodnotu a je možné jej využívat i v domácím prostředí pacienta. Gloreha Lite by mohl být ideální robotický přístroj blízké budoucnosti.

Tato práce si k ověření účinku robotického přístroje Gloreha Professional II položila tři vědecké otázky.

První vědecká otázka si kladla za cíl zjistit, zda robotická rehabilitace má pozitivní vliv na redukci spasticity u pacientů s centrální parézou horní končetiny. Porovnání výsledků kontrolní a experimentální skupiny ukázalo, že robotický přístroj Gloreha Professional II má statisticky významný vliv na redukci spasticity u pacientů se spastickou parézou horní končetiny hodnocené pomocí Tardieu škály. Na Modifikované Ashworthově škále byla také klinicky zřejmá vyšší redukce spasticity po robotické intervenci u experimentální skupiny, i když nedošlo ke statistické významnosti v porovnání se skupinou kontrolní (MAS je méně specifická). Studie, které podpořily výsledky tohoto experimentu, zkoumaly účinnost robotického přístroje u pacientů v chronickém stadiu po cévní mozkové příhodě. Naopak studie, které s pozitivními výsledky nesouhlasí, měly výzkumný vzorek složený z pacientů v akutním nebo subakutním stadiu. Toto zjištění poukazuje na vyšší účinnost robotického přístroje Gloreha Professional II na redukci spasticity u pacientů v chronickém stadiu.

Druhá vědecká otázka zkoumala, zda robotická rehabilitace (s využitím robotického přístroje Gloreha Professional II) má vliv na zlepšení funkčního stavu horní končetiny u pacientů s centrální parézou horní končetiny, což se hodnotilo pomocí Frenchay Activities Index (FAI). Výsledky našeho experimentu neprokázaly statistickou významnost zlepšení funkčního stavu horní končetiny při porovnání experimentální a kontrolní skupiny. I navzdory této skutečnosti je však z naměřených výsledků zřejmé, že robotický přístroj Gloreha Professional II má na funkční stav horní končetiny pozitivní vliv. V experimentální skupině došlo po absolvování terapie ke zlepšení o 8 bodů, zatímco u kontrolní skupiny došlo pouze

ke zlepšení o 3 body – hodnoceno pomocí FAI. Statistické výsledky mohly být ovlivněny malým výzkumným vzorkem.

Třetí vědecká otázka zkoumala vliv robotického přístroje Gloreha Professional II na zlepšení soběstačnosti v každodenních činnostech života (ADL). Ani výsledky této vědecké otázky neprokázaly statistickou významnost přístroje Gloreha Professional II na zlepšení soběstačnosti v ADL. Vliv robotického přístroje na zlepšení soběstačnosti v ADL patří stále mezi málo prozkoumaná témata, a protože k porovnání nebyly dohledány podobně realizované studie, nemůžeme tvrdit, že robotická intervence má pozitivní vliv (i když pacienti v experimentální skupině dosáhli lepšího skóre při hodnocení pomocí BI). Z tohoto důvodu si myslím, že další zkoumání této problematiky má velký potenciál.

Na základě výsledků tohoto experimentu tedy můžeme říct, že robotická intervence (s využitím robotického přístroje Gloreha Professional II) se jeví jako přínosná doplňková terapie antispastické rehabilitační léčby u pacientů po cévní mozkové příhodě.

Referenční seznam

ALABDULWAHAB, S. S., AL-GABBANI, M. 2010. Transcutaneous electrical nerve stimulation of hip adductors improves gait parameters of children with spastic diplegic cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*. 26(2), 115-122. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.3233/NRE-2010-0542>.

ANSARI, N. N., NAGHDI, S., ARAB, T. K., JALAIE, S. 2008. The interrater and intrarater reliability of the Modified Ashworth Scale in the assessment of muscle spasticity: limb and muscle group effect. *NeuroRehabilitation*. 23(3), 231-237. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.3233/NRE-2008-23304>.

ANSON, C. A., SHEPHERD, C. 1996. Incidence of secondary complications in spinal cord injury. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*. 19(1), 55-66. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1097/00004356-199603000-00006>.

BAKHEIT, A. M., THILMANN, A. F., WARD, A. B., POEWE, W., WISSEL, J., MULLET, J., BENECKE, R., COLLIN, C., MULLER, F., WARD, C. D., NEUMANN, C. 2000. A randomized, double-blind, placebo-controlled, dose-ranging study to compare the efficacy and safety of three doses of botulinum toxin type A (Dysport) with placebo in upper limb spasticity after stroke. *Stroke*. 31(10), 2402-2406. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/01.str.31.10.2402>.

BALASUBRAMANIAN, S., KLEIN, J., BURDET, E. 2010. Robot-assisted rehabilitation of hand function. *Current opinion in neurology*. 23(6), 661-670. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1097/WCO.0b013e32833e99a4>.

BARNES, M. P., KENT, R. M., SEMLYEN, J. K., MCMULLEN, K. M. 2003. Spasticity in multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 17(1), 66-70. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1177/0888439002250449>.

BARNES, M., SCHNITZLER, A., MEDEIROS, L., AGUILAR, M., LEHNERT-BATAR, A., MINNASCH, P. 2010. Efficacy and safety of NT 201 for upper limb spasticity of various etiologies—a randomized parallel-group study. *Acta neurologica scandinavica*. 122(4), 295-302. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1111/j.1600-0404.2010.01354.x>.

BASARAN, A., EMRE, U., KARADAVUT, K. I., BALBALOGLU, O., BULMUS, N. 2012. Hand splinting for poststroke spasticity: a randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*. 19(4), 329-337. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1310/tsr1904-329>.

BERNOCCHI, P., MULÉ, CH., VANOGLIO, F., TAVEGGIA, G., LUISA, A., SCALVINI, S. 2017. Home-based hand rehabilitation with a robotic glove in hemiplegic patients after stroke: a pilot feasibility study. *Topics in stroke rehabilitation*. 25(2), 114-119. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1080/10749357.2017.1389021>.

BHIMANI, R., ANDERSON, L. 2014. Clinical understanding of spasticity: implications for practice. *Rehabilitation research and practice*. Dio:10.1155/2014/279175. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/rerp/2014/279175/>.

BISSOLOTTI, L., VILLAFANE, J. H., GAFFURINI, P., ORIZIO, C., VALDES, K., NEGRINI, S. 2016. Changes in skeletal muscle perfusion and spasticity in patients with poststroke hemiparesis treated by robotic assistance (Gloreha) of the hand. *Journal of Physical Therapy Science*. 28(3), 769-773. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1589/jpts.28.769>.

BOHANNON, R. W., SMITH, M. B. 1987. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*. 67(2), 206-207. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1093/ptj/67.2.206>.

BORBONI, A., VILLAFANE, J. H., MULLÉ, C., VALDES, K., FAGLIA, R., TAVEGGIA, G., NEGRINI, S. 2017. Robot-assisted rehabilitation of hand paralysis after stroke reduces wrist edema and pain: a prospective clinical trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 40(1), 21-30. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.10.003>.

BOVEND'EERDT, T. J., NEWMAN, M., BARKER, K., DAWES, H., MINELLI, C., WADE, D. T. 2008. The effects of stretching in spasticity: a systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 89(7), 1395-1406. Dostupné z: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(08\)00210-4/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(08)00210-4/fulltext).

BRASHEAR, A. 2015. *Spasticity: diagnosis and management II edition*. United States: Demos Medical Publishing. 52-60. ISBN 1620700727. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=pWghCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=BRASHEAR,+Allison.+2015.+Spasticity:+Diagnosis+and+management.+II+edition.+United+States:+Demos+Medical+Publishing,+2015.+ISBN+1620700727+s.+52-60.&ots=jPPRof3o5s&sig=pbhV7TdUJTGAfVoWyB8M8us5tso&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

BRASHEAR, A., MCAFEE, A. L., KUHN, E. R., FYFFE, J. 2004. Botulinum toxin type B in upper-limb poststroke spasticity: a double-blind, placebo-controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 85(5), 705-709. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.08.077>.

BURBAUD, P., WIART, L., DUBOS, J. L., GAUJARD, E., DEBELLEIX, X., JOSEPH, P.A., MAZAUX, J. M., BIOULAC, B., BARAT, M., LAGUENY, A. 1996. A randomised, double blind, placebo controlled trial of botulinum toxin in the treatment of spastic foot in hemiparetic patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 61(3), 265-269. Dostupné z: <https://jnnp.bmj.com/content/jnnp/61/3/265.full.pdf>

BUSCHFORT, R., BROCKE, J., HESS, A., WERNER, C., WALDNER, A., HESSE, S. 2010. Arm studio to intensify upper limb rehabilitation after stroke: concept, acceptance, utilization and preliminary clinical results. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 42(4), 310-314. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.2340/16501977-0517>.

CAPISTRANT, B. D., WANG, Q., LIU, S. Y., GLYMOUR, M. M. 2013. Stroke-associated differences in rates of activity of daily living loss emerge years before stroke onset. *Journal of the American Geriatrics Society*. 61(6), 931-938. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1111/jgs.12270>.

COLLEN, F. M., WADE, D. T., ROBB, G. F., BRADSHAW, C. M. 1991. The Rivermead mobility index: a further development of the Rivermead motor assessment. *International disability studies*. 13(2), 50-54. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.3109/03790799109166684>.

COLLIN, C., WADE, D. T., DAVIES, S., HORNE, V. 1988. The Barthel ADL Index: a reliability study. *International disability studies*. 10(2), 61-63. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.3109/09638288809164103>.

CORBETT, M., FRANKEL, H. L., MICHAELIS, L. 1972. A double blind, cross-over trial of Valium in the treatment of spasticity. *Spinal Cord*. 10(1), 19-22. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1038/sc.1972.4>.

DEMARIN, V., MOROVIĆ, S. 2014. Neuroplasticity. *Periodicum biologorum*. 116(2), 209-211. Dostupné z: https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=186735.

DIETZ, V. 2003. Spastic movement disorder: What is the impact of research on clinical practice? *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 74(6), 820-821. Dostupné z: <https://jnnp.bmj.com/content/jnnp/74/6/820.2.full.pdf>.

DIMITRIJEVIC, M. R., NATHAN, P. W., SHERWOOD, A. M. 1980. Clonus: the role of central mechanisms. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 43(4), 321-332. Dostupné z: <https://sci-hub.do/http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.43.4.321>.

DIRETTE, D., HINOJOSA, J. 1994. Effects of continuous passive motion on the edematous hands of two persons with flaccid hemiplegia. *American Journal of Occupational Therapy*. 48(5), 403-409. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/03e8/a01153a7d51f43b5f584583d8187c65f1aca.pdf>

DOAN, Q. V., BRASHEAR, A., GILLARD, P. J., VARON, S. F., VANDENBURGH, A. M., TURKEL, C. C., ELOVIC, E. P. 2012. Relationship between disability and health-related quality of life and caregiver burden in patients with upper limb poststroke spasticity. *Polymyalgia Rheumatica*. 4(1), 4-10. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2011.10.001>

DODD, K. J., TAYLOR, N. F., DAMIANO, D. L. 2002. A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 83(8), 1157-1164. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1053/apmr.2002.34286>.

DOVAT, L., LAMBERCY, O., GASSERT, R., MAEDER, T., MILNER, T., LEONG, T. C., BURDET, E. 2008. HandCARE: a cable-actuated rehabilitation system to train hand function after stroke. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 16(6), 582-591. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1109/TNSRE.2008.2010347>.

DRESSLER, D., BHIDAYASIRI R., BOHLEGA S., et al. 2018. Defining spasticity: a new approach considering current movement disorders terminology and botulinum toxin therapy. In: *Journal of Neurology* [online]. 856-862. ISSN 0340-5354. Doi:10.1007/s00415-018-8759-1. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1007/s00415-018-8759-1>.

DUNCAN, P. W., ZOROWITZ, R., BATES, B., CHOI, J. Y., GLASBERG, J. J., GRAHAM, G. D., KATZ, R. C., LAMBERTY, K., REKER, D. 2005. Management of adult stroke rehabilitation care: a clinical practice guideline. *Stroke*. 36(9), 100-143. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/01.STR.0000180861.54180.FF>.

EHLER, E. 2015. Spasticita-klinické škály. *Neurologie pro praxi*. 16(1), 20-23. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/05.pdf>.

ENG, J. J., LEVINS, S. M., TOWNSON, A. F., MAH-JONES, D., BREMNER, J., HUSTON, G. 2001. Use of prolonged standing for individuals with spinal cord injuries. *Physical therapy*. 81(8), 1392-1399. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article/81/8/1392/2857603>

FARMER, J. P., SABBAGH, A. J. 2007. Selective dorsal rhizotomies in the treatment of spasticity related to cerebral palsy. *Child's nervous systém*. 23(9), 991-1002. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.475.7895&rep=rep1&type=pdf>.

FAZEKAS, G., HORVATH, M., TROZNAI, T., TOTH, A. 2007. Robot-mediated upper limb physiotherapy for patients with spastic hemiparesis: a preliminary study. *Journal of rehabilitation medicine*. 39(7), 580-582. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.2340/16501977-0087>.

GANDOLLA, M., FERRANTE, S., BALDASSINI, D., COTTINI, M. C., SENECCI, C., MOLTENI, F., PEDROCCHI, A. 2016. EMG-controlled robotic hand rehabilitation device for domestic training. *Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing*. 644-648. Dostupné z: https://sci-hub.do/10.1007/978-3-319-32703-7_123.

GASSERT, R., DIETZ, V. 2018. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 15(1), 1-15. Dostupné z: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-018-0383-x>.

GELBER, D. A., GOOD, D. C., DROMERICK, A., SERGAY, S., RICHARDSON M. 2001. Open-label dose-titration safety and efficacy study of tizanidine hydrochloride in the treatment of spasticity associated with chronic stroke. *Stroke*. 32(8), 1841-1846. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1161/01.STR.32.8.1841>.

GIUDICE, M. L. 1990. Effects of continuous passive motion and elevation on hand edema. *American Journal of Occupational Therapy*. 44(10), 914-921. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2248354/>.

GLOREHA – HAND REHABILITATION GLOVE [ONLINE]. Dostupné z: <http://www.gloreha.com/> [cit. 01. 11. 2020].

GLOREHA Professional 2. 2015. *Instruction Manual EN PDF., Version C Lumezzane*. Dostupné z: <https://www.gloreha.com>.

GOBBO, M., GAFFURINI, P., VACCHI, L., LAZZARINI, S., VILLAFANE, J., ORIZIO, C., BISSOLOTTI, L. 2017. Hand passive mobilization performed with robotic assistance: acute effects on upper limb perfusion and spasticity in stroke survivors. *BioMed Research International*. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1155/2017/2796815>.

GOLDSPINK, G., TABARY, C., TABARY, J., TARDIEU, C., TARDIEU, G. 1974. Effect of denervation on the adaptation of sarcomere number and muscle extensibility to the functional length of the muscle. *The Journal of physiology*. 236(3), 733-742. Dostupné z: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1113/jphysiol.1974.sp010463>.

GOODIN, D. S. 1998. A questionnaire to assess neurological impairment in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 4(5), 444-451. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1177/135245859800400508>.

GRACIES, J. M. 2001. Pathophysiology of impairment in patients with spasticity and use of stretch as a treatment of spastic hypertonia. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 12(4), 747-768. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S1047-9651\(18\)30031-7](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S1047-9651(18)30031-7).

GRACIES, J. M. 2005. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 31(5), 552-571. Dostupné z: <https://cdn.sinergiaesviluppo.com/media/patogenesi%20spasticita'%20bello.pdf>.

GRACIES, J. M., BAYLE, N., VINTI, M., ALKANDARI, S., VU, P., LOCHE, C. M., COLAS, C. 2010. Five-step clinical assessment in spastic paresis. *European journal of physical a rehabilitation medicine*. 46(3), 411-421. Dostupné z: <https://cdn.sinergiaesviluppo.com/media/gracies%203.pdf>.

GREEN, C. S., BAVELIER, D. 2012. Learning, attentional control, and action video games. *Current biology*. 22(6), 197-206. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982212001303>

HARB, A., KISHNER, S. 2020. Modified Ashworth Scale. *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554572/>.

HARRISON, R. A., FIELD, T. S. 2015. Post stroke pain: identification, assessment, and therapy. *Cerebrovascular diseases*. 39(3-4), 190-201. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1159/000375397>.

HAUGH, A. B., PANDYAN, A. D., JOHNSON, G. R. 2006. A systematic review of the Tardieu Scale for the measurement of spasticity. *Disability and rehabilitation*. 28(15), 899-907. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1080/09638280500404305>.

HEBERT, J. 2000. Impact of Aerobic Training on Fitness and Quality of Life in Multiple Sclerosis. *Journal of neurologic physical therapy*. 24(4), 161-162. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1002/ana.410390405>.

HEFTER, H., JOST, W. H., REISSIG, A., ZAKINE, B., BAKHEIT, A. M., WISSEL, J. 2012. Classification of posture in poststroke upper limb spasticity: a potential decision tool for botulinum toxin A treatment? *International journal of rehabilitation research*. 35(3), 227-233. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1097/MRR.0b013e328353e3d4>.

HEITMANN, S., BREAKSPEAR, M., FERN, N. 2012. Muscle co-contraction modulates damping and joint stability in a three-link biomechanical limb. *Frontiers in neurorobotics*. 5, 5. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbot.2011.00005/full>.

HESSE, S., WERNER, C. 2003. Poststroke motor dysfunction and spasticity. *CNS drugs*. 17(15), 1093-1107. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.2165/00023210-200317150-00004>

CHEUNG, D. K., CLIMANS, S. A., BLACK, S. E., GAO, F., SZILAGYI, G. M., MOCHIZUKI, G. 2016. Lesion characteristics of individuals with upper limb spasticity after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*. 30(1), 63-70. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1545968315585357>.

JOHNSON, G. R. 2002. Outcome measures of spasticity. *European Journal of Neurology*. 9, 10-16. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2002.0090s1010.x>.

JOHNSON, R. L., GERHART, K. A., MCCRAY, J., MENCONI, J. C., WHITENECK, G.G. 1998. Secondary conditions following spinal cord injury in a population-based sample. *Spinal cord*. 36(1), 45-50. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100494>.

KAJI, R., OSAKO, Y., SUYAMA, K., MAEDA, T., UECHI, Y., IWASAKI, M. 2010. Botulinum toxin type A in post-stroke lower limb spasticity: a multicenter, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of neurology*. 257(8), 1330-1337. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00415-010-5526-3>.

KAMEN, L., HENNEY III, H. R., RUNYAN, J. D. 2008. A practical overview of tizanidine use for spasticity secondary to multiple sclerosis, stroke, and spinal cord injury. *Current medical research and opinion*. 24(2), 425-439. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1185/030079908X261113>.

KAŇOVSKÝ, P., BAREŠ, M., DUFEK J. 2004. *Spasticita: mechanismy, diagnostika, léčba*. Praha: MAXDORF. Jessenius. ISBN 8073450429

KASNER, S. E. 2006. Clinical interpretation and use of stroke scales. *The Lancet Neurology*. 5(7), 603-612. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70495-1](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70495-1).

KELLY-HAYES, M., BEISER, A., KASE, C. S., SCARAMUCCI, A., D'AGOSTINO, R. B., WOLF, P. A. 2003. The influence of gender and age on disability following ischemic stroke: the Framingham study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 12(3), 119-126. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S1052-3057\(03\)00042-9](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S1052-3057(03)00042-9).

KETEL, W. B., KOLB, M. E. 1984. Long-term treatment with dantrolene sodium of stroke patients with spasticity limiting the return of function. *Current medical research and opinion*. 9(3), 161-169. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1185/03007998409109576>.

KHAN, F., AMATYA, B., BENSMAIL, D., YELNIK, A. 2019. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: an overview of systematic reviews. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 62(4), 265-273. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065717304153>.

KOCABAS, H., SALLI, A., DEMIR, A. H., OZERBIL, O. M. 2010. Comparison of phenol and alcohol neurolysis of tibial nerve motor branches to the gastrocnemius muscle for treatment of spastic foot after stroke: a randomized controlled pilot study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 46(1), 5-10. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Hilal_Kocabas/publication/42441113_Comparison_of_phenol_and_alcohol_neurolysis_of_tibial_nerve_motor_branches_to_the_gastrocnemius_muscle_for_treatment_of_spastic_foot_after_stroke_A_randomized_controlled_pilot_study/links/5587e5ef08ae7bc2f44d689f/Comparison-of-phenol-and-alcohol-neurolysis-of-tibial-nerve-motor-branches-to-the-gastrocnemius-muscle-for-treatment-of-spastic-foot-after-stroke-A-randomized-controlled-pilot-study.pdf

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

KONEČNÝ, P., TARASOVÁ, M., KUBÍKOVÁ, J., VERNEROVÁ, M. 2017. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitation & Physical Medicine/Rehabilitace a Fyzikální Lékarství*. 24(1), 19-22. ISSN: 1211-2658V.

KUO, C. L., HU, G. C. 2018. Post-stroke spasticity: a review of epidemiology, pathophysiology, and treatments. *International Journal of Gerontology*. 12(4), 280-284. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.ijge.2018.05.005>.

KUO, C. L., HU, G. C. 2018. Post-stroke spasticity: a review of epidemiology, pathophysiology, and treatments. *International Journal of Gerontology*. 12(4), 280-284. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1873959818300073>.

KWAKKEL, G., WAGENAAR, R. C., TWISK, J. W., LANKHORST, G. J., KOETSIER, J. C. 1999. Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. *The Lancet*. 354(9174), 191-196. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)09477-X](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)09477-X).

LANG, C. E., BLAND, M. D., BAILEY, R. R., SCHAEFER, S. Y., BIRKENMEIER, R. L. 2013. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: foundations for clinical decision making. *Journal of Hand Therapy*. 26(2), 104-115. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3524381/>.

LANGHORNE, P., BERNHARDT, J., KWAKKEL, G. 2011. Stroke rehabilitation. *The Lancet*. 377(9778), 1693-1702. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60325-5](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60325-5).

LAPEYRE, E., KUKS, J. B., MEIJLER, W. J. 2010. Spasticity: revisiting the role and the individual value of several pharmacological treatments. *NeuroRehabilitation*. 27(2), 193-200. Doi: 10.3233/NRE-2010-0596. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.3233/NRE-2010-0596>.

LENNON, S., JOHNSON, L. 2000. The modified rivermead mobility index: validity and reliability. *Disability and rehabilitation*. 22(18), 833-839. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1191/026921599675502264>.

LEVIN, M. F., HUI-CHAN, C. W. 1992. Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor functions. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*. 85(2), 131-142. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/0168-5597\(92\)90079-Q](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/0168-5597(92)90079-Q).

LIN, Z., YAN, T. 2011. Long-term effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for promoting motor recovery of the upper extremity after stroke. *Journal of rehabilitation medicine*. 43(6), 506-510. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/content/mjl/sreh/2011/00000043/00000006/art00008?crawler=true&mimetype=application/pdf>.

LINACRE, J. M., HEINEMANN, A. W., WRIGHT, B. D., GRANGER, C. V., HAMILTON, B. B. 1994. The structure and stability of the Functional Independence Measure. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 75(2), 127-132. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/0003-9993\(94\)90384-0](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/0003-9993(94)90384-0).

LO, H. S., XIE, S. Q. 2012. Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects. *Medical engineering & physics*. 34(3), 261-268. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2011.10.004>.

LONGHI, M., MERLO, A., PRATI, P., GIACOBBI, M., MAZZOLI, D. 2016. Instrumental indices for upper limb function assessment in stroke patients: a validation study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 13(1), 52. Dostupné z:

LUM, P. S., GODFREY, S. B., BROKAW, E. B., HOLLEY, R. J., NICHOLS, D. 2012. Robotic approaches for rehabilitation of hand function after stroke. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 91(11), 242-254. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1097/PHM.0b013e31826bcedb>.

LUNDSTROM, E., SMITS, A., TERÉNT, A., BORG, J. 2010. Time-course and determinants of spasticity during the first six months following first-ever stroke. *Journal of rehabilitation medicine*. 42(4), 296-301. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.2340/16501977-0509>.

LUNDSTROM, E., TERENT, A., BORG, J. 2008. Prevalence of disabling spasticity 1 year after first-ever stroke. *European Journal of Neurology*. 15, 533–539. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1111/j.1468-1331.2008.02114.x>.

MAHONEY, F. I., BARTHEL, D. W. 1965. Functional evaluation: the Barthel Index: a simple index of independence useful in scoring improvement in the rehabilitation of the chronically ill. *Maryland state medical journal*. 61–65. Dostupné z: http://www.strokecenter.org/wp-content/uploads/2011/08/barthel_reprint.pdf.

MARCINIAK, C. 2011. Poststroke hypertonicity: upper limb assessment and treatment. *Topics in stroke rehabilitation*. 18(3), 179-194. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1310/tsr1803-179>.

MASIERO, S., POLI, P., ROSATI, G., ZANOTTO, D., IOSA, M., PAOLUCCI, S., MORONE, G. 2014. The value of robotic systems in stroke rehabilitation. *Expert review of medical devices*. 11(2), 187-198. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1586/17434440.2014.882766>.

MAYER N. H., ESQUENAZI, A. 2003. Muscle overactivity and movement dysfunction in the upper motoneuron syndrome. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 14(4), 855-883. Dostupné z: [https://sci-hub.do/10.1016/S1047-9651\(03\)00093-7](https://sci-hub.do/10.1016/S1047-9651(03)00093-7).

MCCOMAS, A. L. A. N. 1994. Human neuromuscular adaptations that accompany changes in activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 26(12), 1498-1509. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1249/00005768-199412000-00014>.

MCCRORY, P., TURNER-STOKES, L., BAGULEY, I. J., DE GRAAFF, S., KATRAK, P., SANDANAM, J., DAVIES, L., MUNNS, M., HUGHES, A. 2009. Botulinum toxin A for treatment of upper limb spasticity following stroke: a multi-centre randomized placebo-controlled study of the effects on quality of life and other person-centred outcomes. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 41(7), 536-544. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/content/mjl/sreh/2009/00000041/00000007/art00006?crawler=true&mimetype=application/pdf>.

MEHRHOLZ, J., POHL, M. 2012. Electromechanical-assisted gait training after stroke: a systematic review comparing end-effector and exoskeleton devices. *Journal of rehabilitation medicine*. 44(3), 193-199. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.2340/16501977-0943>.

MEHRHOLZ, J., POHL, M., PLATZ, T. KUGLER, J., ELSNER, B. 2018. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (9), 1-135. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1002/14651858.CD006876.pub5>.

MEHRHOLZ, J., POLLOCK, A., POHL, M., KUGLER, J., ELSNER, B. 2020. Systematic review with network meta-analysis of randomized controlled trials of robotic-assisted arm training for improving activities of daily living and upper limb function after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 17(1), 1-14. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12984-020-00715-0>.

MILIA, P., PECCINI, M. C., DE SALVO, F., SFALDAROLI, A., GRELLI, CH., LUCCHESI, G., SADAUSKAS, N., ROSSI, C., CASERIO, BIGAZZI, M. 2019. Rehabilitation with robotic glove (Gloreha) in poststroke patients. *Digital Medicine*. 5(2), 62-67. Dostupné z: <https://www.digitmedicine.com/article.asp?issn=2226-8561;year=2019;volume=5;issue=2;spage=62;epage=67;aulast=Milia>.

MORONE, G., COCCHI, I., PAOLUCCI, S., IOSA, M. 2020. Robot-assisted therapy for arm recovery for stroke patients: state of the art and clinical implication. *Expert Review of Medical Devices*. 17(3), 223-233. Dostupné z: <https://scihub.do/https://doi.org/10.1080/17434440.2020.1733408>.

MUKHERJEE, A., CHAKRAVARTY, A. 2010. Spasticity mechanisms—for the clinician. *Frontiers in Neurology*. 1, 149. Doi: 10.3389/fneur.2010.00149. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3009478/>.

NADONE, A., SCHIEPPATI, M. 2005. Reflex contribution of spindle group Ia and II afferent input to leg muscle spasticity as revealed by tendon vibration in hemiparesis. *Clinical Neurophysiology*. 116(6), 1370-1381. Dostupné z: <https://scihub.do/https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.01.015>.

National Institute for Health and Care Excellence. Clinical Guidelines. In: *Spasticity in under 19s: Management*. London: National Institute for Health and Care Excellence (UK) Copyright (c) NICE 2018; 2016. Dostupné z: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg145>.

NEČAS, E. 2009. *Patologická fyziologie orgánových systémů*. 2. vyd. V Praze: Karolinum, ISBN 978-80-246-1712-1.

NEUHAUS, B. E., ASCHER, E. R., COULLON, B. A., DONOHUE, M. V., EINBOND, A., GLOVER, J. M., GOLDBERG, S. R., TAKAI, V. L. 1981. A survey of rationales for and against hand splinting in hemiplegia. *American Journal of Occupational Therapy*. 35(2), 83-90. Dostupné z: <https://ajot.aota.org/article.aspx?articleid=1887996>.

NIELSEN, J. B., CRONE, C., Hultborn, H. 2007. The spinal pathophysiology of spasticity—from a basic science point of view. *Acta physiologica*. 189(2), 171-180. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2006.01652.x>.

NOREAU, L., PROULX, P., GAGNON, L., DROLET, M., LARAMÉE, M. T. 2000. Secondary impairments after spinal cord injury: a population-based study. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 79(6), 526-535. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1097/00002060-200011000-00009>.

NOROUZI-GHEIDARI, N., ARCHAMBAULT, P. S., FUNG, J. 2012. Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: systematic review and meta-analysis of the literature. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 49(4), 479-496, Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1682/jrrd.2010.10.0210>.

NOWAK, D. A. 2008. The impact of stroke on the performance of grasping: usefulness of kinetic and kinematic motion analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 32(8), 1439-1450. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.05.021>.

O'DWYER, N., ADA, L., NEILSON, P. 1996. Spasticity and muscle contracture following stroke. *Brain*. 119(5), 1737-1749. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1093/brain/119.5.1737>.

OBLAK, J., CIKAJLO, I., MATJACIC, Z. 2010. Universal haptic drive: A robot for arm and wrist rehabilitation. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*. 18(3), 293-302. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1109/TNSRE.2009.2034162>.

OPAJSKÝ, J. 2003. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0625-X.

OTTENBACHER, K. J., HSU, Y., GRANGER, C. V., FIEDLER, R. C. 1996. The reliability of the functional independence measure: a quantitative review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 77(12), 1226-1232. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(96\)90184-7](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0003-9993(96)90184-7).

PEKNA, M., PEKNY, M., NILSSON, M. 2012. Modulation of neural plasticity as a basis for stroke rehabilitation. *Stroke*. 43(10), 2819-2828. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/STROKEAHA.112.654228>.

PENN, R. D. 1992. Intrathecal baclofen for spasticity of spinal origin: seven years of experience. *Journal of neurosurgery*. 77(2), 236-240. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/e21d/3f8ab0022b52cf13c3cde87ca47a52dfe2da.pdf>.

PEREZ-ARREDONDO, A., CAZARES-RAMIREZ, E., CARRILLO-MORA, P., MARTÍNEZ-VARGAS, M., CÁRDENAS-RODRÍGUEZ, N., COBALLASA-URRUTIA, E., CARMONA-APARICIO, L. 2016. Baclofen in the therapeutic of sequele of traumatic brain injury: spasticity. *Clinical neuropharmacology*. 39(6), 311-319. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5106081/>.

PETER, O., FAZEKAS, G., ZSIGA, K., DÉNES, Z. 2011. Robot-mediated upper limb physiotherapy: review and recommendations for future clinical trials. *International Journal of Rehabilitation Research*. 34(3), 196-202. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1097/MRR.0b013e328346e8ad>.

PICELLI, A., TAMBURIN, S., GAJOFATTO, F., ZANETTE, G., PRAITANO, M., SALTUARI, L., CORRADINI, C., SMANIA, N. 2014. Association between severe upper limb spasticity and brain lesion location in stroke patients. *BioMed research international*. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/162754/>.

POPE, P. M. 1992. Management of the physical condition in patients with chronic and severe neurological pathologies. *Physiotherapy*. 78(12), 896-903. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(10\)60494-4](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0031-9406(10)60494-4).

PURVES, D., GEORGE J. A., FITZPATRICK, D., LAMANTIA A., MCNAMARA, J. O., WILLIAMS, S. M., LAWRENCE, C. K. 2004. *Neuroscience. 2nd ed. Sunderland*. United States: Sinauer Associates Inc., U.S. ISBN 0878937250.

QUINN, T. J., DAWSON, J., WALTERS, M., LEES, K. R. 2009. Reliability of the modified Rankin Scale: a systematic review. *Stroke*. 40(10), 3393-3395. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1161/STROKEAHA.109.557256>.

RABADI, M. H., GALGANO, M., LYNCH, D., AKERMAN, M., LESSER, M., VOLPE, B. T. 2008. A pilot study of activity-based therapy in the arm motor recovery post stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 22(12), 1071-1082. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1177/0269215508095358>

RABCHEVSKY, A. G., PATEL, S. P., LYTTLE, T. S., ELDAHAN, K. C., O'DELL, C. R., ZHANG, Y., DONOHUE, K. D. 2012. Effects of gabapentin on muscle spasticity and both induced as well as spontaneous autonomic dysreflexia after complete spinal cord injury. *Frontiers in physiology*. 3, 1-17. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00329z>

RIETBERG, M. B., BROOKS, D., UITDEHAAG, B. M., KWAKKEL, G. 2005. Exercise therapy for multiple sclerosis. *Cochrane database of systematic reviews* 1. 1-31, Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1002/14651858.CD003980.pub%202>.

RIZZO, M. A., HADJIMICHAEL, O. C., PREININGEROVA, J., VOLLMER, T. L. 2004. Prevalence and treatment of spasticity reported by multiple sclerosis patients. *Multiple Sclerosis Journal*. 10(5), 589-595. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1191/1352458504ms1085oa>.

ROUSSEAUX, M., BUISSET, N., DAVELUY, W., KOZLOWSKI, O., BLOND, S. 2008. Comparison of botulinum toxin injection and neurotomy in patients with distal lower limb spasticity. *European journal of neurology*. 15(5), 506-511. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1111/j.1468-1331.2008.02112.x>.

SAHIN, N., UGURLU, H., ALBAYRAK, I. 2012. The efficacy of electrical stimulation in reducing the post-stroke spasticity: a randomized controlled study. *Disability and rehabilitation*. 34(2), 151-156. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.3109/09638288.2011.593679>.

SALAZAR, A. P., PINTO, C., RUSCHEL MOSSI, J. V., FIGUEIRO, B., LUKRAFKA, J. L., PAGNUSSAT, A. S. 2019. Effectiveness of static stretching positioning on post-stroke upper-limb spasticity and mobility: systematic review with meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 62(4), 274-282. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065718314970>.

SALTER, R. B. 2014. Continuous passive motion: from origination to research to clinical applications. *The Journal of rheumatology*. 31(11), 2104-2105. Dostupné z: <https://www.jrheum.org/content/31/11/2104.short>.

SANDOVAL-GONZALEZ, O., JACINTO-VILLEGAS, J., HERRERA-AGUILAR, I., PORTILLO-RODIQUEZ, O., TRIPICCHIO, P., HERNANDEZ-RAMOS, M., AVIZZANO, C. 2016. Design and development of a hand exoskeleton robot for active and passive rehabilitation. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 13(2), 66. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.5772/62404>.

SEGAL, M. 2018. Muscle Over-activity in Upper Motor Neuron Syndrome: Assessment and Problem Solving for Complex Cases, *An Issue of Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North*. Netherlands: Elsevier. ISBN 9780323614085.

SELLES, R. W., LI, X., LIN, F., CHUNG, S. G., ROTR, E. J., ZHANG, L. Q. 2005. Feedback-controlled and programmed stretching of the ankle plantarflexors and dorsiflexors in stroke: effects of a 4-week intervention program. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 86(12), 2330-2336. Dostupné z: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(05\)00935-4/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(05)00935-4/fulltext).

SHAARI, C. M., SANDERS, A. 1993. Quantifying how location and dose of botulinum toxin injections affect muscle paralysis. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 16(9), 964-969. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1002/mus.880160913>.

SHAH, S., VANCLAY, F., COOPER, B. 1989. Improving the sensitivity of the Barthel Index for stroke rehabilitation. *Journal of clinical epidemiology*. 42(8), 703-709. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/0895-4356\(89\)90065-6](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/0895-4356(89)90065-6).

SHEFFLER, L. R., CHAE, J. 2015. Hemiparetic gait. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 26(4), 611-623. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1016/j.pmr.2015.06.006>.

SIMPSON, D. M., GRACIES, J. M., GRAHAM, K., HALLETT, M., MIYASAKI, J., NAUMANN, M., RUSSMAN, B., SIMPSON, L., SO, Y. 2009. Assessment: Botulinum neurotoxin for the treatment of spasticity (an evidence-based review):[RETIRED]: Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 70(19), 1691-1698. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1212/wnl.0b013e3181af0b6e>.

SIMPSON, D. M., GRACIES, J.M., YABLON, S. A., BARBANO, R., BRASHEAR, A. 2009. Botulinum neurotoxin versus tizanidine in upper limb spasticity: a placebo-controlled study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 80(4), 380-385. Dostupné z: <https://sci-hub.do/http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.2008.159657>

SINKJÉR, T., TOFT, E., LARSEN, K., ANDREASSEN, S., HANSEN, H. J. 1993. Non-reflex and reflex mediated ankle joint stiffness in multiple sclerosis patients with spasticity. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 16(1), 69-76. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1002/mus.880160112>.

SKOLD, C., LEVI, R., SEIGER, A. 1999. Spasticity after traumatic spinal cord injury: nature, severity, and location. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 80(12), 1548-1557. Dostupné z: [https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90329-5](https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90329-5).

SOMMERFELD, D. K., EEK, E. U., SVENSSON, A. K., HOLMQVIST, L. W., VON ARBIN, M. H. 2004. Spasticity after stroke: its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke*. 35, 134-139. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1161/01.STR.0000105386.05173.5E>.

STEIN, C., FRITSCH, C. G., ROBINSON, C., SBRUZZI, G., PLENTZ, R. D. M. 2015. Effects of electrical stimulation in spastic muscles after stroke: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Stroke*. 46(8), 2197-2205. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/STROKEAHA.115.009633>.

STEIN, J. 2012. Robotics in rehabilitation: technology as destiny. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 91, 199-203. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1097/PHM.0b013e31826bcbbd>.

STEMPIEN, L., TSAI, T. 2000. Intrathecal baclofen pump use for spasticity: a clinical survey. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 79(6), 536-541. Dostupné z: https://journals.lww.com/ajpmr/Fulltext/2000/11000/Intrathecal_Baclofen_Pump_Use_for_Spasticity__A.10.aspx.

STEVENSON, V., JARRETT, L. 2006. *Spasticity management: a practical multidisciplinary guide*. CRC Press. Dostupné z:

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I., EHLER, E., JECH, R. 2012. *Spasticita a její léčba*. Praha: Maxdorf, Jessenius. ISBN 9788073453022.

TABARY, J. C., TABARY, C., TARDIEU, C., TARDIEU, G., GOLDSPINK, G. 1972. Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. *The Journal of physiology*. 224(1), 231-244. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1113/jphysiol.1972.sp009891>.

THIBAUT, A., CHATELLE, C., ZIEGLER, E., BRUNO, M. A., LAUREYS, S., GOSSERIES, O. 2013. Spasticity after stroke: physiology, assessment and treatment. *Brain injury*. 27(10), 1093-1105. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.3109/02699052.2013.804202>.

TREMBLAY, F., MALOUIN, F., RICHARDS, C. L., DUMAS, F. 1990. Effects of prolonged muscle stretch on reflex and voluntary muscle activations in children with spastic cerebral palsy. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 22(4), 171-180. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.3109/01942630903297177>.

TROMPETTO, C., CURRÁ, A., PUCE, L., MORI, L., SERRATI, C., FATTAPPOSTA, F., MARINELLI, L. 2019. Spastic dystonia in stroke subjects: prevalence and features of the neglected phenomenon of the upper motor neuron syndrome. *Clinical Neurophysiology*. 130(4), 521-527. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.01.012>.

TSUI, J. K. C. 1994. Clinical trials for spasticity. *Therapy with botulinum toxin*. 523-533. Dostupné z: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10008312286/>

URBAN, P. P., WOLF, T., UEBELE, M., MARX, J. J., VOGT, T., STOETER, P., BAUERMANN, T., WEIBRICH, C., VUCUREVIC, G. D., SCHNEIDES, A., WISSEL, J. 2010. Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. *Stroke*. 41(9), 2016-2020. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/STROKEAHA.110.581991>.

VAN GIJN, J. 1995. The Babinski reflex. *Postgraduate medical journal*. 71(841), 645-648. Dostupné z: <https://sci-hub.do/10.1136/pgmj.71.841.645>.

VAN SCHAEYBROECK, P., NUTTIN, B., LAGAE, L., SCHRIJVERS, E., BORGHGRAEF, C., FEYS, P. 2000. Intrathecal baclofen for intractable cerebral spasticity: a prospective placebo-controlled, double-blind study. *Neurosurgery*. 46(3), 603-612. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1097/00006123-200003000-00017>.

VANOGLIO, F., BERNOCCHI, P., MULÉ, C., GAROFALI, F., MORA, CH., TAVEGGIA, G., SCALVINI, S., LUISA, A. 2017. Feasibility and efficacy of a robotic device for hand rehabilitation in hemiplegic stroke patients: a randomized pilot controlled study. *Clinical rehabilitation*. 31(3), 351-360. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1177/0269215516642606>.

VEERBEEK, J. M., LANGBROEK-AMERSFOORT, A. C., VAN WEGEN, E. E. H., MESKERS, C. G. M., KWAKKEL, G. 2017. Effects of robot-assisted therapy for the upper limb after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 31(2), 107-121. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1545968316666957>.

VILLAFANE, J. H., TAVEGGIA, G., GALERI, S., BISSOLOTTI, L., MULLE, C., IMPERIO, G., NEGRINI, S. 2018. Efficacy of short-term robot-assisted rehabilitation in patients with hand paralysis after stroke: a randomized clinical trial. *Hand*. 13(1), 95-102. ISSN 15589455. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1177/1558944717692096>.

VILLAFANE, J. H., TAVEGGIA, G., GALERI, S., BISSOLOTTI, L., MULLÉ, C., IMPERIO, G., VALDES, K., BORBONI, A., NEGRINI, S. 2017. Efficacy of short-term robot-assisted rehabilitation in patients with hand paralysis after stroke: a randomized clinical trial. *Hand*. 13(1), 95-102. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1558944717692096>.

VILLAFANE, J. H., TAVEGGIA, G., GALERI, S., BISSOLOTTI, L., MULLÉ, C., IMPERIO, G., VALDES, K., BORBONI, A., NEGRINI, S. 2018. Efficacy of short-term robot-assisted rehabilitation in patients with hand paralysis after stroke: a randomized clinical trial. *Hand*. 13(1), 95-102. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1177/1558944717692096>.

WALKER, H. K. 1990. The plantar reflex. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd edition. Butterworths. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK397/>.

WALTER, J. S., SACKS, J., OTHMAN, R., RANKIN, A. Z., NEMCHAUSKY, B., CHINTAM, R., WHEELER, J. S. 2002. A database of self-reported secondary medical problems among VA spinal cord injury patients: its role in clinical care and management. *Journal of rehabilitation research and development*. 39(1), 53-62. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/11439658_A_database_of_self-reported_secondary_medical_problems_among_VA_spinal_cord_injury_patients_Its_role_in_clinical_care_and_management.

WARD, A. B. 2012. A literature review of the pathophysiology and onset of post-stroke spasticity. *European journal of neurology*. 19(1), 21-27. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2011.03448.x>.

WATKINS, C. L., LEATHLEY, M. J., GREGSON, J. M., MOORE, A. P., SMITH, T. L., SHARMA, A. K. 2002. Prevalence of spasticity post stroke. *Clinical rehabilitation*. 16(5), 515-522. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1191/0269215502cr512oa>.

WEDEKIND, C., LIPPERT-GRUNER, M. 2005. Long-term outcome in severe traumatic brain injury is significantly influenced by brainstem involvement. *Brain injury*. 19(9), 681-684. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1080/02699050400025182>.

WELMER, A. K., VON ARBIN, M., WIDEN HOLMQVIST, L., SOMMERFELD, D. K. 2006. Spasticity and its association with functioning and health-related quality of life 18 months after stroke. *Cerebrovascular diseases*. 21(4), 247-253. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1159/000091222>.

WHITE, L., MCCOY, S., CASTELLANO, V., GUTIERREZ, G., STEVENS, J., WALTER, G. A., VANDENBORNE, K. 2004. Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 10(6), 668-674. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1191/1352458504ms1088oa>.

WILLIAMS, P. 1990. Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle. *Annals of the rheumatic diseases*. 49(5), 316-317. Dostupné z: <https://ard.bmj.com/content/annrheumdis/49/5/316.full.pdf>.

WISSEL, J., SCHELOSKY, L. D., SCOTT, J., CHRISTE, W., FAISS, J. H., MUELLER, J. 2010. Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial. *Journal of neurology*. 257(7), 1067-1072. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00415-010-5463-1>.

WOLF, S. L., SAHU, K., BAY, R. C., BUCHANAN, S., REISS, A., LINDER, S., ROSENFELDT, A., ALBERTS, J. 2015. The Home Arm Assistance Progression Initiative trial: a novel robotics delivery approach in stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and neural repair*. 29(10), 958-968. Dostupné z: <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1177/1545968315575612>.

WU, D., QIAN, L., ZOROWITZ, R. D., ZHANG, L., QU, Y., YUAN, Y. 2013. Effects on decreasing upper-limb poststroke muscle tone using transcranial direct current stimulation: a randomized sham-controlled study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 94(1), 1-8. Dostupné z: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(12\)00592-8/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(12)00592-8/fulltext).

YAN, T., HUI-CHAN, C. W. 2009. Transcutaneous electrical stimulation on acupuncture points improves muscle function in subjects after acute stroke: a randomized controlled trial. *Journal of rehabilitation medicine*. 41(5), 312-316. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/mjl/sreh/2009/00000041/00000005/art00002?crawler=true&mimetype=application/pdf>.

YOO, D. H., KIM, S. Y. 2015. Effects of upper limb robot-assisted therapy in the rehabilitation of stroke patients. *Journal of physical therapy science*. 27(3), 677-679. Dostupné z: <https://scihub.do/https://doi.org/10.1589/jpts.27.677>.

ZARIFFA, J., KAPADIA, N., KRAMER, J. L. K., TAYLOR, P., ALIZADEH-MEGHRAZI, M., ZIVANOVIC, V., WILLMS, R., TOWNSON, A., CURT, A., POPOVIC, M. R., STEEVES, J. D. 2011. Effect of a robotic rehabilitation device on upper limb function in a sub-acute cervical spinal cord injury population. *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*. 50(3), 220-226. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1038/sc.2011.104>.

ZHAO, F., LI, P., CHEN, S. R., LOUIS, C. F., FRUEN, B. R. 2001. Dantrolene inhibition of ryanodine receptor Ca²⁺ release channels molecular mechanism and isoform selectivity. *Journal of Biological Chemistry*. 276(17), 13810-13816. Dostupné z: <https://www.jbc.org/content/276/17/13810.full>.

Seznam zkratek

CMP	Cévní mozková příhoda
CNS	Centrální nervová soustava
MAS	Modifikovaná Ashworthova škála
TS	Tardieu škála
MFS	Modifikovaná Frenchayská škála
MFAT	Modifikovaný Frenchayský test paže
BI	Barthel Index
MP	Metacarpophalangeální

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled pozitivních příznaků pozorovaných u syndromu horního motorického neuronu	12
Tabulka 2 Přehled negativních příznaků pozorovaných u syndromu horního motorického neuronu	13
Tabulka 3 Ashworthova škála (1–5).....	28
Tabulka 4 Modifikovaná Ashworthova stupnice.....	29
Tabulka 5 Tardieuova škála – kvalita svalových reakcí.....	30
Tabulka 6 Tardieuova škála – rychlost protahování.....	30
Tabulka 7 Barthel Index	33
Tabulka 8 Modifikovaná Franchayská škála	35
Tabulka 9 Modifikovaná Franchayská škála – hodnocení	36
Tabulka 10 Nejběžnější rehabilitační robotické přístroje horní končetiny	40
Tabulka 11 Charakteristika zkoumaného souboru	50
Tabulka 12 Wilcoxonův párový test (TS) vyšetřovaného souboru pro FDP hodnotící vstupní a výstupní hodnoty	54
Tabulka 13 Wilcoxonův párový test (TS) vyšetřovaného souboru pro FDS hodnotící vstupní a výstupní hodnoty	55
Tabulka 14 Wilcoxonův párový test (TS) porovnání skupin (EXP a KO).....	55
Tabulka 15 Wilcoxonův párový test (MAS) vyšetřovaného souboru pro FDP hodnotící vstupní a výstupní hodnoty	56
Tabulka 16 Wilcoxonův párový test (MAS) vyšetřovaného souboru pro FDS hodnotící vstupní a výstupní hodnoty	56
Tabulka 17 Wilcoxonův párový test (MAS) porovnání skupin (EXP a KO).....	57
Tabulka 18 Wilcoxonův párový test (MFS) vyšetřovaného souboru hodnotící vstupní a výstupní hodnoty	58
Tabulka 19 Wilcoxonův párový test (MFS) porovnání skupin (EXP a KO)	58
Tabulka 20 Wilcoxonův párový test (BI) vyšetřovaného souboru hodnotící vstupní a výstupní hodnoty	59
Tabulka 21 Wilcoxonův párový test (BI) porovnání skupin (EXP a KO)	59
Tabulka 22 Tabulkový přehled statistických dat – MAS	66
Tabulka 23 Tabulkový přehled statistických dat – TS	67
Tabulka 24 Přehled statistických dat – MFS	69
Tabulka 25 Přehled statistických dat – BI	72

Seznam příloh

Příloha 1	Tardieu škála
Příloha 2	Modifikovaná Ashworthova škála
Příloha 3	Modifikovaná Frenchayská škála
Příloha 4	Barthel Index
Příloha 5	Testy normality experimentální a kontrolní skupiny
Příloha 6	Vyjádření etické komise

Přílohy


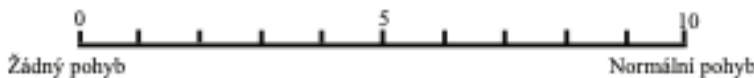
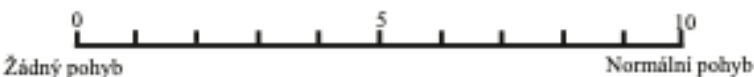
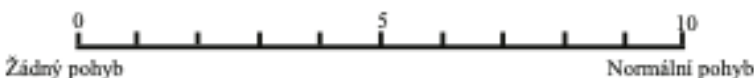
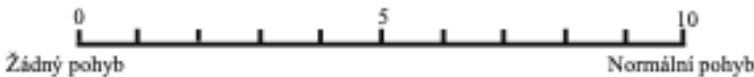
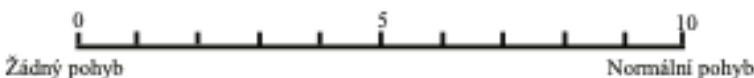
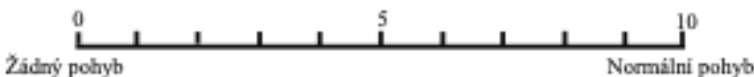
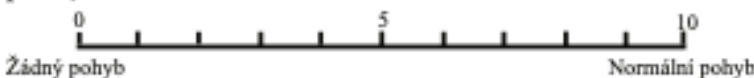
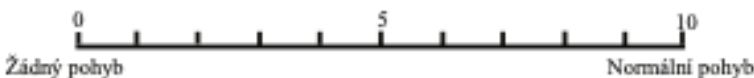
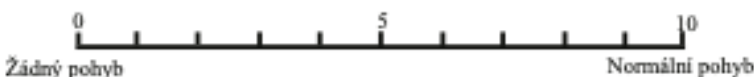
Příloha 1 Tardieu škála (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012)

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

Příloha 2 Modifikovaná Ashworthova škála (Štětkářová, Ehler et Jech, 2012)

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

Příloha 3 Modifikovaná Frenchayská škála

Modifikovaná Frenchayská škála	Jméno:	Datum:
1. Otevřít a zavřít zavařovací sklenici oběma rukama (paretická ruka drží sklenici).	<i>Poznámky:</i>	
		
2. Narýsovat linku pomocí pravítka (paretická ruka drží pravítko).	<i>Poznámky:</i>	
		
3. Uchopit, zvednout a položit velkou láhev (paretickou rukou).	<i>Poznámky:</i>	
		
4. Uchopit, zvednout a položit malou láhev (paretickou rukou).	<i>Poznámky:</i>	
		
5. Simulovat napití ze sklenice (paretickou rukou).	<i>Poznámky:</i>	
		
6. Připnout tři kolíky na papírovou podložku (paretickou rukou).	<i>Poznámky:</i>	
		
7. Vzít kartáč na vlasy a simulovat česání (paretickou rukou).	<i>Poznámky:</i>	
		
8. Nanést zubní pastu na kartáček (paretická ruka drží pastu).	<i>Poznámky:</i>	
		
9. Vzít příbor oběma rukama a simulovat krájení.	<i>Poznámky:</i>	
		
10. Zametat smetákem oběma rukama.	<i>Poznámky:</i>	
		

CELKOVÝ POČET BODŮ: / 100

Poznámka: Skóre 5 bodů jsme dokončený úkol v minimální kvalitě.

Příloha 4 Barthel Index

Jméno pacienta: _____

Rodné číslo: _____

BARTHELŮV TEST ZÁKLADNÍCH, VŠEDNÍCH ČINNOSTÍ

Činnost	Úroveň schopnosti	Body	Datum	Datum
Najedení, napití	samostatně bez pomoci	10		
	s pomocí (krájení, mazání másla a pod.)	5		
	neprovede	0		
Oblékání	samostatně bez pomoci	10		
	s pomocí	5		
	neprovede	0		
Osobní hygiena	samostatně nebo s pomocí	5		
	neprovede	0		
Koupání	samostatně nebo s pomocí	5		
	neprovede	0		
Kontinence moči	plně kontinentní	10		
	občas inkontinentní (1 x týdně)	5		
	inkontinentní, katetrizován	0		
Kontinence stolice	plně kontinentní	10		
	občas inkontinentní	5		
	inkontinentní	0		
Použití WC	samostatně bez pomoci	10		
	s pomocí	5		
	neprovede	0		
Přesun lůžko - židle	samostatně bez pomoci	15		
	s malou pomocí (verbálně či fyzicky) vydrží sedět	10		
	s větší pomocí (1 - 2 lidé fyzicky)	5		
	neprovede	0		
Chůze po rovině	samostatně nad 50 metrů	15		
	s pomocí pod 50 metrů	10		
	na vozíku 50 metrů	5		
	neprovede	0		
Chůze po schodech	samostatně bez pomoci	10		
	s pomocí	5		
	neprovede	0		
Počet bodů celkem:				
Hodnotila sestra:				

Hodnocení stupně závislosti základních, všedních činnostech	
vysoce závislý	0 - 40 bodů
Závislost středního stupně	45 - 60 bodů
Lehká závislost	65 - 95 bodů
Nezávislost	100 bodů

CBN-015

Vyrábí a dodává: TISKÁRNA Kumprecht, Nové Město nad Metují, tel.: 491 474 577

Příloha 5 Testy normality experimentální a kontrolní skupiny

Proměnná	sk=e Testy normality (RAR spasticita J M)					
	N	max D	K-S p	Lilliefors p	W	p
Věk	10	0,200826	p > .20	p > .20	0,919469	0,352548
R (FDP_1)	10	0,173897	p > .20	p > .20	0,951940	0,691489
R (FDP_2)	10	0,253902	p > .20	p < ,10	0,832503	0,035864
R (FDS_1)	10	0,193240	p > .20	p > .20	0,853788	0,064431
R (FDS_2)	10	0,372714	p < ,10	p < ,01	0,737561	0,002518
AROM (FDP_1)	10	0,287922	p > .20	p < ,05	0,781206	0,008563
AROM (FDP_2)	10	0,233890	p > .20	p < ,15	0,799985	0,014492
AROM (FDS_1)	10	0,298010	p > .20	p < ,01	0,755717	0,004189
AROM (FDS_2)	10	0,261699	p > .20	p < ,05	0,765294	0,005480
BI_1	10	0,269616	p > .20	p < ,05	0,873889	0,110934
BI_2	10	0,216413	p > .20	p < ,20	0,879411	0,128476
FAI_1	10	0,202644	p > .20	p > .20	0,880957	0,133836
FAI_2	10	0,179395	p > .20	p > .20	0,919725	0,354668
MAS (FDP_1)	10	0,345464	p < ,15	p < ,01	0,820296	0,025552
MAS (FDP_2)	10	0,304586	p > .20	p < ,01	0,780895	0,008489
MAS (FDS_1)	10	0,369918	p < ,10	p < ,01	0,751640	0,003737
MAS (FDS_2)	10	0,328609	p < ,20	p < ,01	0,655271	0,000254

Proměnná	sk=k Testy normality (RAR spasticita J M)					
	N	max D	K-S p	Lilliefors p	W	p
Věk	10	0,219249	p > .20	p < ,20	0,904505	0,245337
R (FDP_1)	10	0,223382	p > .20	p < ,20	0,908311	0,269589
R (FDP_2)	10	0,240927	p > .20	p < ,10	0,832818	0,036179
R (FDS_1)	10	0,219694	p > .20	p < ,20	0,873924	0,111039
R (FDS_2)	10	0,251455	p > .20	p < ,10	0,809699	0,019014
AROM (FDP_1)	10	0,333306	p < ,20	p < ,01	0,718333	0,001470
AROM (FDP_2)	10	0,304113	p > .20	p < ,01	0,738959	0,002619
AROM (FDS_1)	10	0,327661	p < ,20	p < ,01	0,716014	0,001378
AROM (FDS_2)	10	0,341414	p < ,20	p < ,01	0,734203	0,002292
BI_1	10	0,179422	p > .20	p > .20	0,945250	0,612765
BI_2	10	0,166573	p > .20	p > .20	0,901462	0,227328
FAI_1	10	0,208105	p > .20	p > .20	0,936488	0,514640
FAI_2	10	0,217278	p > .20	p < ,20	0,927188	0,420814
MAS (FDP_1)	10	0,300000	p > .20	p < ,01	0,814840	0,021948
MAS (FDP_2)	10	0,416365	p < ,05	p < ,01	0,649689	0,000218
MAS (FDS_1)	10	0,300000	p > .20	p < ,01	0,814840	0,021948
MAS (FDS_2)	10	0,224085	p > .20	p < ,15	0,910848	0,286870

Příloha 6 Vyjádření etické komise



Fakulta
zdravotnických věd

Coniur!

UPOL-94267/1030-2019

Vážený pan
Bc. Jakub Mach

2019-18-06

Vyjádření Etické komise FZV UP

Vážený pane bakaláři,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Efektivita robotické rehabilitace horních končetin u pacientů s centrální parézou**“, jehož jste hlavním řešitelem, bylo uděleno

souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .

S pozdravem,

Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.
předsedkyně
Etické komise FZV UP