

**UNIVERZITA KARLOVA**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Bc. Darya Ustinova**

**Využití elektrostimulace ke snížení spasticity  
u pacienta po CMP**

**Diplomová práce**

Praha 2021

Autor práce: **Bc. Darya Ustinova**

Vedoucí práce: **Mgr. Júlia Demeková**

Oponent práce: **Prim. MUDr. Martina Kővári**

Datum obhajoby: **2021**

## **Bibliografický záznam**

USTINOVA, Darya. *Využití elektrostimulace ke snížení spasticity u pacienta po CMP*. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2021, s. 83. Vedoucí práce Mgr. Júlia Demeková.

## **Abstrakt**

Elektrická stimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta byla vytvořena s primárním cílem snížení spasticity. Avšak v současné době existuje jen málo studií, které by potvrdili nebo vyvrátili účinek tohoto druhu elektrostimulace na snížení spasticity. Cílem této diplomové práce bylo zjistit vliv elektrostimulace dle Hufschmidta na snížení spasticity m. biceps brachii pacientů po CMP. Navíc byl zkoumán vliv elektrostimulace na zvýšení aktivního rozsahu pohybu antagonisty vyšetřovaného svalu. Také byl zkoumán vliv na aktivní funkci spastické končetiny. Pro tyto cíle byla vytvořena nerandomizovaná kontrolovaná pilotní studie, které se zúčastnilo celkem 16 probandů, 8 – v terapeutické, 8 – v kontrolní skupině. Pro vyšetření byly využity Pět kroků klinického hodnocení spastické parézy dle Graciese. V terapeutické skupině elektrostimulace probíhala 3krát týdně, celkem 8krát. Vnitroskupinový rozdíl byl hodnocen pomocí Friedmanova a Wilcoxonova párového testů, meziskupinový rozdíl byl následně hodnocen pomocí Mann-Whitneova U testu. Pro všechny testy platí hladina významnosti  $p=0,05$ . Z naměřených hodnot vyplývá, že elektrostimulace dle Hufschmidta má pozitivní vliv na snížení spasticity, zvýšení aktivního rozsahu a aktivní funkci končetiny, měřenou MFT testem. Avšak v této studii není zaznamenat statisticky významný rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou. Navíc při vyšetření dlouhodobého efektu elektrostimulace po 1 měsíci byl pozorován pokles ve všech naměřených hodnotách v porovnání s poslední stimulací a taky nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v porovnání s prvním vyšetřením.

## **Klíčová slova**

cévní mozková příhoda, CMP, spasticita, fyzioterapie, elektrostimulace, elektrická stimulace dle Hufschmidta

## **Bibliographic identification**

USTINOVA, Darya. *Utilizing of electrical stimulation for decreasing of spasticity in stroke patient*. Prague: Charles University, 2nd Faculty of medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2021. 83 pages. Supervisor Mgr. Júlia Demeková.

## **Abstract**

Electrical stimulation by coupled impulses according to Hufschmidt was created with the primary goal of reducing spasticity. However, there are currently few studies that confirm or refute the effect of this type of electrical stimulation in reducing spasticity. The aim of this diploma thesis was to determine the effect of electrostimulation according to Hufschmidt on the reduction of biceps brachii spasticity in patients after stroke. In addition, the effect of electrical stimulation on increasing the active range of movement of the antagonist of the examined muscle and on the active function of the spastic limb was investigated. For these purposes, a non-randomized controlled pilot study was created, which involved a total of 16 probands, 8 - in the therapeutic group, 8 - in the control group. Five-step clinical assessment in spastic paresis according to Gracies were used for the examination. In the therapeutic group, electrostimulation took place 3 times a week, a total of 8 times. The intragroup difference was evaluated using the Friedman and Wilcoxon paired tests, the intergroup difference was subsequently evaluated using the Mann-Whitney U test. The significance level  $p = 0.05$  applies to all tests. The measured values show that Hufschmidt's electrical stimulation has a positive effect on reducing spasticity, increasing the active range and active limb function, as measured by the MFS test. However, there is no statistically significant difference in this study compared to the control group. In addition, when examining the long-term effect of electrostimulation after 1 month, a decrease was observed in all measured values compared to the last stimulation, and no statistically significant difference was observed compared to the first examination.

## **Keywords**

stroke, spasticity, physiotherapy, electrotherapy, electrical stimulation according to Hufschmidt

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Júlie Demekové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze

Darya Ustinova

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce Mgr. Júlii Demekové za cenné rady, připomínky a zejména trpělivost při vedení mé práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Andree Tschocheové z Centra následné péče FN Motol, Lence Kubiasové z Rehabilitačního ústavu LRS Chvaly a Mgr. Veronice Slepíčkové z Centra ERGO Aktiv za spolupráci a pomoc při vyhledávání a zapojení pacientů do mé diplomové práce. V neposlední řadě patří poděkování všem pacientům, kteří souhlasili s účastí v mé studii.

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	9
ÚVOD.....	11
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ.....	12
1.1 Cévní mozková příhoda.....	12
1.1.1 Definice.....	12
1.1.2 Epidemiologie.....	12
1.1.3 Ischemické CMP.....	13
1.1.4 Hemoragické CMP.....	15
1.2 Spasticita.....	17
1.2.1 Syndrom centrálního motoneuronu (SCM).....	17
1.2.2 Spasticita.....	18
1.2.3 Spastická dystonie.....	21
1.2.4 Flekční a extenční spasmy.....	21
1.2.5 Spastická ko-kontrakce.....	22
1.2.6 Spastické synkinéze.....	22
1.3 Vyšetření spasticity.....	23
1.3.1 Ashworthova škála (AS).....	23
1.3.2 Modifikovaná Ashworthova škála (MAS).....	23
1.3.3 Tardieuova škála.....	24
1.3.4 Pět kroků klinického hodnocení spastické parézy dle Graciese.....	24
1.4 Elektrostimulace spasticity.....	28
1.4.1 Elektroterapie spastických svalů.....	28
1.4.2 Elektrogymnastika paretických antagonistů.....	28
1.4.3 Stimulace spřaženými impulzy (Dvou – a víceokruhové metody).....	28
1.4.4 Využití jiných druhů elektrické stimulace pro snížení spasticity.....	31
2 CÍLE A HYPOTÉZY.....	34
2.1 Cíle práce.....	34
2.2 Hypotézy.....	34
3 METODIKA.....	35
3.1 Charakteristika souboru.....	35

---

3.2	Průběh vyšetření.....	36
3.3	Průběh studie.....	37
3.3.1	Popis aplikace elektrostimulace dle Hufschmidta .....	39
3.4	Analýza dat a statistické zpracování .....	41
4	VÝSLEDKY .....	43
4.1	Ověření hypotézy H1.....	43
4.2	Ověření hypotézy H2.....	45
4.3	Ověření hypotézy H3.....	47
4.4	Zhodnocení dotazníku .....	49
5	DISKUZE .....	51
	ZAVĚR.....	61
	REFERENČNÍ SEZNAM .....	63
	SEZNAM TABULEK.....	69
	SEZNAM GRAFŮ .....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	72
	PŘÍLOHY .....	73



## SEZNAM ZKRATEK

a.	arteria
ADL	activities of daily living
AROM	aktivní pohyb
AS	Ashworthova škála
cc	constant current
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervový systém
CT	computed tomography
DAS	Disability Assessment Scale
DK	dolní končetina
DMO	dětská mozková obrna
GSSA	Global Subjective Self-Assessment
hCMP	hemoragická cévní mozková příhoda
HK	horní končetina
iCMP	ischemická cévní mozková příhoda
LDN	léčebna dlouhodobé nemocných
m.	musculus
MAS	Modifikovaná Ashworthova škála
MFT	Modifikovaný Frenchaysky test paže
MMAS	Modifikovaná Modifikovaná Ashworthova škála
MRI	magnetic resonance imaging
nf	nízkofrekvenční
NMES	neuromuskulární elektrostimulace
NPM	nadprahově motorická
PROM	pasivní rozsah pohybu
RAP	rapidní
SAK	subarachnoidální krvácení
SCM	syndrom centrálního motoneuronu
SD	směrodatná odchylka
TENS	transkutánní elektroneurostimulace
TIA	tranzitorní ischemická ataka

TS	Tardieuova škála
TUG	Timed Up and Go
WHO	World health organisation
10MWT	10 Meter Walk Test
2MWT	2 Minute Walk Test
6MWT	6 Minute Walk Test

## ÚVOD

Spasticita je jedním z příznaků zvýšené svalové aktivity a společně se zkrácením svalů a parézou je součástí syndromu centrálního motoneuronu. Jednou z příčin léze centrálního motoneuronu může být cévní mozková příhoda (ischemická nebo hemoragická). Spasticita se vyskytuje u 42,6 % pacientů po CMP, a prevalence její závažnější formy je 15,6 %. Spasticita významně ovlivňuje kvalitu života pacienta po CMP, má široký dopad na každodenní činnosti pacienta a jeho duševní zdraví. Spasticita může způsobovat bolest a omezení funkce končetiny.

Jednou z metod, které se používají ke snížení spasticity, je elektrostimulace. Existují konkrétní typy stimulace, které jsou primárně vytvořeny s cílem snížení spasticity. Patří sem dvoukanálová elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta, Jantsche a čtyřkanálová elektrostimulace dle Edela. Avšak v současné době existuje jen málo studií, které by potvrdily nebo vyvrátily účinek těchto druhů elektrostimulace na snížení spasticity. Ani neexistují ověřené standardy doby aplikace elektrostimulace, počtů procedur nebo informace o dlouhodobém efektu těchto druhů elektrostimulace. Moje diplomová práce byla vytvořena s cílem rozšířit povědomí pacientů, a hlavně fyzioterapeutů, o těchto metodách fyzikální terapie a prozkoumat vliv elektrostimulace dle Hufschmidta na snížení spasticity pacientů po CMP.

Teoretická část této diplomové práce shrnuje základní informace o CMP, její druhy a klinické projevy, vysvětluje pojem spasticita a popisuje škály hodnotící spasticitu. Dále jsou uvedené typy elektrostimulace s primárně antispastickým účinkem a také typy elektrostimulace, které původně nejsou určeny pro snížení spasticity, avšak tento účinek je pozorován při nastavení konkrétních parametrů a oblasti aplikace.

Cílem praktické části je sledovat krátkodobý a dlouhodobý vliv elektrostimulace dle Hufschmidta na spasticitu m. biceps brachii pacientů po CMP. Dalším cílem je zjistit vliv elektrostimulace na aktivní rozsah pohybu vykonaný antagonistou spastického svalu, ovlivnění běžných denních činností a subjektivní vnímání pacientem spastické končetiny. Realizace těchto cílů je provedena formou kontrolní nerandomizované pilotní studie.

# 1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

## 1.1 Cévní mozková příhoda

### 1.1.1 Definice

Světová zdravotnická organizace (WHO) již v roce 1970 definovala cévní mozkovou příhodu (CMP) jako „rychle se rozvíjející klinické příznaky lokálního (nebo globálního) narušení mozkové funkce, přetrvávající déle než 24 hodin nebo vedoucí ke smrti a příčina tohoto poškození je vaskulárního původu“ (Coupland et al., 2017).

### 1.1.2 Epidemiologie

Celosvětově cévní mozková příhoda je druhou nejčastější příčinou mortality po ischemické chorobě srdeční (Johnson et al., 2016).

V roce 2017 v České republice bylo hospitalizováno 33 826 pacientů s CMP (v roce 2007 - 39 527 pac.) a 5 917 z nich zemřelo (v roce 2007 - 8 282 pac.). Incidence CMP v České republice v posledních deseti letech klesla o 14,5 %, mortalita klesla o 28,5 %. Tyto poklesy odpovídají i trendům ve statistikách American Heart Association (Jeníček, 2019).

Avšak navzdory povzbudivým údajům o snižování výskytu cévní mozkové příhody, stárnutí populace a akumulace rizikových faktorů na celosvětové úrovni přispívají ke zvýšení celoživotního rizika cévní mozkové příhody z 22,8 % v roce 1990 na 24,9 % v roce 2016, což je relativní nárůst o 8,9 % při porovnání s rizikem úmrtí na jiné onemocnění (Virani et al., 2020).

Rizikové faktory pro cévní mozkovou příhodu jsou podobné rizikovým faktorům pro ischemickou chorobu srdeční a další cévní onemocnění. Tyto faktory zahrnují hypertenzi, hyperlipidémii, diabetes mellitus, aterosklerózu a faktory životního stylu (kouření, nízká úroveň fyzické aktivity, nezdravá strava a obezita). Prevence CMP je zaměřena na ovlivnění těchto rizikových faktorů (Johnson et al., 2016; Ropper et al., 2019).

V důsledku náhle vzniklého nedostatku kyslíku nastává neuronální poranění mozkové tkáně včetně excitotoxicity, mitochondriální dysfunkce, vyplavení volných radikálů, poruchy tvorby bílkovin, zánětlivých změn a ztráty nervových buněk (Reddy et al., 2017). Nedostatek kyslíku je způsoben poruchou cévního zásobení ucpaním nebo prasknutím mozkové cévy (Johnson, 2016).

## Rozdělení

CMP rozdělujeme na dva základní typy:

- ischemická - (iCMP) při uzávěru mozkové tepny;
- hemoragická - (hCMP) při ruptuře mozkové tepny (Růžička, 2019).

Nejméně častou příčinou CMP je trombóza mozkových splavů, kdy zhoršený odtok a měštnání krve se můžou projevit současně jak ischemií, tak krvácením lokalizovaným intracerebrálně, subarachnoidálně a subdurálně (Růžička, 2019).

### 1.1.3 Ischemické CMP

Ischemická CMP je nejčastějším typem cévních mozkových příhod, patří sem až 80 % všech případů (Formanová a Jandová, 2017). K ischemické cévní mozkové příhodě dochází snížením nebo přerušením cévního zásobení mozku, které je způsobeno uzávěrem cév, zásobujících mozkovou tkáň. Ischemie nastává z důvodu trombotizace, embolizace a hypoxie (Reddy et al., 2017).

**Trombotické** cévní mozkové příhody nastávají v důsledku tvorby sraženin v cévě mozku, nejčastěji ve formě aterosklerotických plaků (Reddy et al., 2017). Trombotické CMP mají tendenci se vyvíjet relativně delší dobu (minuty až hodiny) (Ropper, 2019). Trombóza může postihnout jak velké mozkové arterie (zejména arteria carotis interna, arteria cerebri media nebo arteria basilaris), tak menší tepny (lakunární CMP), mozkové žíly nebo žilní splavy. Trombotické CMP jsou často předcházeny tranzitorní ischemickou atakou (TIA) (Coupland et al., 2017).

TIA je dočasný neurologický deficit cévního původu. Na CT nebo MRI mozku u TIA nebude zobrazena akutní ischemická léze. Diagnóza TIA se stanoví až po vymizení symptomů, a proto v akutním stadiu musí být pacient léčen stejně jako pacient s iCMP včetně hospitalizace. Pacienti po TIA mají vysoké riziko recidivy obtíží a vzniku iCMP s následným poškozením mozku (Růžička et al., 2019).

K **embolickým** cévním mozkovým příhodám dochází, když se v kardiovaskulárním systému vzdáleném od regionu CMP vytvoří embolus, cévním řečištěm se přemístí do mozkové vaskulatury a zablokuje cévu. Příčinou embolické cévní mozkové příhody se stává uzávěr velkých přívodných mozkových tepen (zejména a. cerebri anterior nebo a. cerebri media). Embolus se nejčastěji tvoří v karotickém a vertebrobasilárním povodí, v oblouku aorty nebo přímo v srdci (Simon, Aminoff a Greenberg, 2018). Kompletní obraz embolické CMP zpravidla se vyvíjí během několika sekund (Ropper et al., 2019).

**Hypoxická** cévní mozková příhoda může být způsobena hypoxemií nebo hypoperfuzí, které mají tendenci ovlivňovat povodí mezi dvěma tepnami (Reddy et al., 2017).

Při globální anoxii mozku, která nastává například při srdeční zástavě k ireverzibilním změnám dochází během 5 minut. Narozdíl od toho při lokální ischemii se může uplatnit prostá difuze a kolaterální oběh. V části mozkové tkáně, kde je cévní zásobení zcela nedostatečné, dojde k nekróze – odumření neuronů (ischemické jádro). V oblasti zvané penumbra je cévní zásobení ještě zčásti zachováno. Pokud dojde k rekanalizaci zásobujícího cévního řečiště, penumbra nepodlehne nekróze. Rychlost, se kterou se penumbra mění na ischemické jádro, závisí na možnostech organismu pacienta navýšit kolaterální oběh pomocí dilatace a kompenzační hypertenze. Progrese nekrózy se zrychluje také stavy se zvýšenými nároky na perfusi mozku — zvýšená tělesná teplota, viskozita krve a hyposaturace O<sub>2</sub> (Růžička et al., 2019).

### ***Patogeneze***

Klinickými příznaky iCMP jsou náhle vzniklý neurologický deficit, porucha vědomí, chování a myšlení, bolest hlavy nebo epileptický záchvat.

Avšak bez zobrazovacích metod (CT, MRI) jenom na základě klinického obrazu, nelze iCMP s jistotou diagnostikovat a odlišit od hCMP. Ischemie může zasáhnout část jednoho povodí a více povodí současně. Větvení mozkových tepen a rozsah mozkové tkáně, kterou ony zásobují je variabilní. Okluze stejné tepny u různých pacientů může mít odlišný klinický dopad (Růžička et al., 2019).

### ***Ischemie velkých mozkových tepen***

Nejčastější lokalizace (75 %) je supratentoriálně: nejvíc (65 %) je zasaženo povodí a. cerebri media, 10 % představuje okluze a. cerebri anterior a a. cerebri posterior. 25 % iCMP vzniká infratentoriálně (Růžička et al., 2019).

Při okluzi **a. cerebri media** vzniká kontralaterální hemiplegie, hemihypestezie, poruchy vízu ve smyslu hemianopsie nebo kvadrantopsie, méně často deviace bulbů na stranu léze a paréza pohledu na opačnou stranu. Při postižení dominantní hemisféry mozku jsou přítomné fatické poruchy ve smyslu afázie, u nedominantní hemisféry neglekt syndrom, apraxie a anozognozie. Rozsáhlá ischemie může vyvolat edém hemisféry s postupnou kompresí kontralaterální hemisféry a mozkového kmene, což se projeví progredující poruchou vědomí a může vést až k mozkové smrti (tzv. maligní ischemie).

Riziko mají zejména mladší pacienti bez mozkové atrofie (Růžička et al., 2019; Formanová a Jandová, 2017).

Po pseudochabém stadiu iCMP se v průběhu týdnů až měsíců kontralaterálně vyvíjí spasticita a spastická dystonie, postihující horní končetiny (HKK), které zaujímají flekční postavení a dolní končetiny (DKK), zaujímající extenční postavení. Tomuto klinickému projevu se říká Wernicke-Mannovo držení (postižení capsula interna).

Postavení ramene paretické končetiny je v addukci, vnitřní rotaci a protrakci, loket a akrum jsou ve flekčním postavení s pronací předloktí. Palec je schován v dlani pod flexí prstů ve všech kloubech, v zápěstí je ulnární dukce.

Na paretické dolní končetině zvýšená svalová aktivita vyvolává extenční postavení v koleni, plantární flexi v kotníku a equinovarovní postavení nohy, což může způsobit až kontrakturu Achillovy šlachy. Kvůli extenčnímu postavení pacienti při chůzi provádějí cirkumdukci dolní končetiny a často zakopávají špičkou nohy (Jandová a Formanová, 2017).

#### 1.1.4 Hemoragické CMP

Hemoragická CMP se vyskytuje méně často, avšak nežádka je závažnějším typem CMP, z důvodu akutního průběhu a vysoké mortality. Dle lokalizace rozdělujeme hCMP na intracerebrální a subarachnoidální. Obecně krvácení do mozkového parenchymu je důsledkem ruptury tepny či cévní malformace (Reddy et al., 2017).

##### *Intracerebrální hemoragie*

Intracerebrální hemoragie z hlediska etiologie můžeme rozdělit na primární (80 %) a sekundární (20 %).

Příčinou **primární** intracerebrální hemoragie je krvácení při hypertenzní (typická) a amyloidové (atypická) mikroangiopatii. Hypertenzní krvácení se vyskytují v hloubce hemisféry (v bazálních gangliích, talamu, capsule interně), v mozečku nebo v pontu. Amyloidové angiopatii obvykle vznikají u pacientů vyššího věku a jsou uložena kortiko-subkortikálně, v povrchových oblastech hemisfér (Růžička et al., 2019; Ropper et al., 2019).

**Sekundární** intracerebrální hemoragie mívají atypickou lokalizaci (subkortikálně, v mozkovém kmeni) a jejich příčinou může být tumor, samotná ischemie, kontuze nebo cévní malformace (arteriovenózní malformace, aneurysma). Dalšími příčinami můžou

být krvácení následkem žilní trombózy, krvácení při koagulopatiích nebo jako komplikace trombolytické terapie (Růžička et al., 2019).

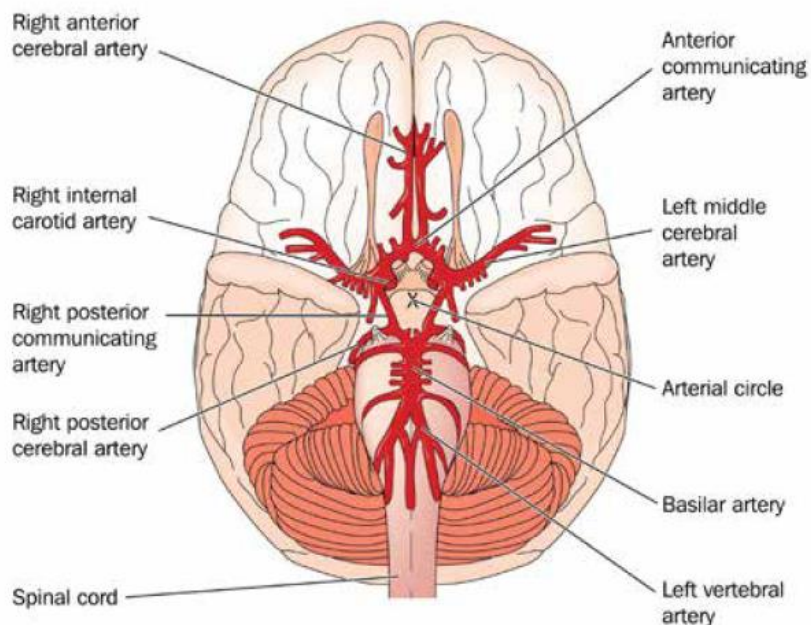
**Klinický obraz** intracerebrální hemoragie je náhle vzniklý neurologický deficit a bolesti hlavy různé intenzity. Porucha vědomí typicky není přítomna v akutním stadiu, naopak se rozvíjí v odstupě hodin (progredující krvácení) nebo dnů (edém mozku). Při postižení hlubokých struktur hemisfér (55 %) se vyskytují klinické projevy podobné ischemií v povodí a. cerebri media. Při postižení jednotlivých mozkových laloků (30 %) klinické projevy odpovídají výpadku funkce postiženého laloku (Růžička et al., 2019).

### ***Subarachnoidální krvácení***

Subarachnoidální krvácení (SAK) je lokalizované mezi mozkovými obaly — arachnoideou a piou mater. Dle příčiny se dělí na traumatické a netraumatické (spontánní).

Hlavní příčinou **spontánního** SAK je ruptura aneurysmatu (80 %), nejčastěji na tepnách Willisova okruhu a větvích a. cerebri media. Méně častá jsou aneurysmata ve vertebrobazilárním povodí a aneurysmata při septických stavech (např. u bakteriální endokarditidy). Cévy zásobující mozek jsou zobrazeny na obrázku 1.

Příčinou **traumatické** SAK jsou kraniocerebrální poranění a tyto poranění už nepatří do cévních mozkových příhod (Růžička et al., 2019).



**Obrázek 1.** Cévní zásobení mozku (SWO Stroke Network, 2018).

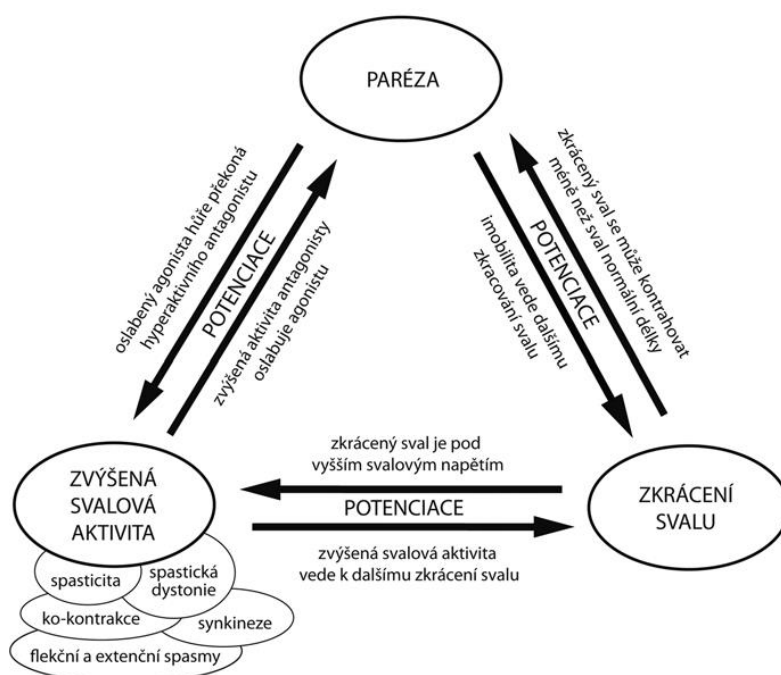


## 1.2 Spasticita

### 1.2.1 Syndrom centrálního motoneuronu (SCM)

Základem syndromu centrálního motoneuronu je porucha pyramidové a extrapyramidové dráhy. Při izolované poruše pyramidové dráhy, která začíná v broadmanové arey 4 motorického kortexu, dochází pouze k paréze, není výrazně omezen svalový tonus. Postiženy jsou hlavně akrální končetinové svaly. U větších lézí kortikospinalního traktu převládá porucha extrapyramidové dráhy. Dochází k narušení inhibičního vlivu extrapyramidové dráhy na gamma-motoneurony míšních segmentů, což přivádí k jejich zvýšené aktivitě, zvýšení svalového tonu a vzniku spasticity (Štětkářová, 2013; Ambler, 2011).

Příčinou léze centrálního motoneuronu je traumatické poškození mozku nebo míchy, ischemická nebo hemoragická cévní mozková příhoda, zánětlivé nebo degenerativní onemocnění centrálního nervového systému (CNS) či nádor. Léze centrálního motoneuronu ovlivňuje množství faktorů – lokalizace a rozsah léze pyramidové dráhy, rychlost vzniku léze, současné postižení dalších centrálních descendentních drah. Na podkladě těchto faktorů klinické příznaky SCM se mohou výrazně lišit mezi jednotlivými pacienty (Jech, 2015). Tyto příznaky však vždycky patří k některému ze základních symptomů triády paréza – zvýšená svalová aktivita – zkrácení svalu. Tyto symptomy se navzájem nepříznivě ovlivňují (Obrázek 2) (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015).



**Obrázek 2.** Syndrom centrálního motoneuronu. Triáda paréza – zvýšená svalová aktivita – zkrácení svalu. (Jech, 2015).

Zvýšená svalová aktivita potencuje parézu a vede ke zkracování svalu, kdežto zkracování svalu zhoršuje parézu i zvýšenou svalovou aktivitu. „Jde o „začarovaný“ trojúhelník podmíněný pozitivními zpětnými vazbami“, říká Jech (2015).

U syndromu centrálního motoneuronu nacházíme sníženou aktivaci svalů při volných pohybech, naproti tomu je výrazně zvýšená mimovolní svalová aktivita, která vede k abnormálnímu držení končetiny (např. Wernicke-Mannovo držení u spastické hemiparézy). Při volném pohybu se provokují ko-kontrakce a synkinézy, které snižují obratnost a svalovou sílu. Vzniknout můžou také flexorové a extenzorové spazmy, které negativně působí na motoriku pacienta (Štětkářová, 2013).

### **Zvýšená svalová aktivita**

Projevy zvýšené svalové aktivity se rozvíjejí postupně v řádu týdnů až měsíců ode vzniku léze centrálního motoneuronu a můžou dále zhoršit stávající motorickou poruchu. Tato zvýšená svalová aktivita vzniká po zapojení abnormální kortikální a míšní plasticity a s progresivní deliberací mono- a postsynaptických míšních reflexů. Symptomy zvýšené svalové aktivity se vzájemně kombinují, což vede ke vzniku komplexního klinického obrazu, který se v anglosaské literatuře označuje jako „**spastic movement disorder**“ (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015).

#### **1.2.2 Spasticita**

Spasticita je jedním z příznaků zvýšené svalové aktivity, projevující se hyperexcitabilitou napínacích reflexů (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015). Epidemiologické studie ukazují, že přítomnost (nebo nepřítomnost) spasticity souvisí s příčinou a lokalizací centrální léze. Spasticita může být projevem mozkomíšních nádorů, zánětlivých onemocnění CNS (myelitidy, encefalitidy) nebo degenerativních onemocnění nervového systému (amyotrofická laterální skleróza) (Štětkářová, 2013). U diagnóz, kdy léze postihuje spinální úroveň prevalence spasticity nabývá vysokých hodnot (např. u roztroušené sklerózy - 84 %, perinatální encefalopatie - 93 %, po traumatické míšní lézi – v rozmezí 40–78 %). Na rozdíl od toho, u pacientů po cévní mozkové příhodě se spasticita vyskytuje srovnatelně méně často (17–38 %) (Jech, 2015). Spasticita může mít různou intenzitu a objevit se v různé době od vzniku CMP. Není možné dopředu stanovit, u kterého pacienta a kdy se spasticita rozvine (Štětkářová, 2013). Harb a Kishner (2020) ve své publikaci udávají, že u 42,6 % pacientů po CMP se vyskytuje spasticita s tím, že prevalence její závažnější formy je 15,6 %. Dále uvádějí, že z výzkumu vyplývá, že

u třetiny pacientů ve věku do 70 let, kteří prodělali CMP před 7 lety došlo ke zvýšení svalového tonu a spasticity.

Dle klasické definice Lanceho z roku 1980 spasticita je popsána jako „porucha svalového tonu (hypertonie), která je způsobena zvýšením tonických napínacích reflexů (stretch reflex), které jsou závislé na rychlosti pasivního protažení“ (Kaňovský, 2015).

V literatuře výraz „spasticita“ se taky často mylně používá pro veškeré projevy zvýšené svalové aktivity, které patří do syndromu centrálního motoneuronu. Toto přináší do terminologie zmatek a potřebu pojem spasticity řádně definovat. V této práci je výraz spasticita používán pouze v souladu s původní definicí, která ji popisuje jako na rychlosti závislé zvýšení napínacího reflexu (Jech, 2015).

Zvýšení tonických napínacích reflexů přímo souvisí s abnormálním zpracováním a modulací proprioceptivních impulzů, vedených proprioceptivními vlákny Ia a Ib. Fyziologický svalový tonus závisí na souhře inhibičních vlivů na rychlý napínací (stretch) reflex a excitačních vlivů na alfa- a gamma-motoneurony extenzorů. Spasticita je projevem tonického napínacího reflexu, generovaného impulzy, které přicházejí silnými a rychle vedoucími, aferentními Ia vlákny ze svalových vřetének (Kaňovský, 2015).

Pasivním protažením svalu jsou aktivované svalové receptory, které do míchy generují sensorické signály pomocí mono- a polysynaptických reflexů. Zpět do svalu je vysílána eferentní odpověď, která způsobí jeho výraznou kontrakci. Tento proces je závislý na rychlosti pasivního protažení svalu. Čím rychleji je sval pasivně protažen, tím silnější je spastická odpověď a může nastat takzvaný „catch“ - záškub (Kaňovský, 2015).

„Catch“- záraz, po kterém zvýšená svalová aktivita zaniká nebo částečně zůstává do ukončení pasivního pohybu (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015). Nadměrná spastická odpověď je schopna pasivní pohyb prakticky zastavit (Štětkářová, 2013). Naopak výrazně pomalé pasivní protažení nemusí vůbec vyvolat spastickou kontrakci (Kaňovský, 2015). Z toho vyplývá, že spasticita je závislá na rychlosti zvýšení svalového tonu, které nenastává v klidu, protože spastický sval vykazuje nulovou klidovou aktivitu. Proto spasticita nemůže vyvolat abnormální posturu končetiny. Spasticitu pozorujeme pouze na základě subjektivního pocitu vyšetřujícího, jelikož na pacientovi není pozorovatelná (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015). Výjimkou je rytmický klonus, projevující se samovolným opakováním napínacího reflexu u pacienta s nízkým prahem pro vybavení tohoto reflexu (Štětkářová, 2013).

Síla spastické kontrakce je také závislá na délce protažení svalu (tzv. „length-dependent“). Se zvětšením délky, do které se protahuje sval zvětšuje se reflexní spastická odpověď (Kaňovský, 2015).

Výrazná spasticita vede za sebou omezený aktivní a pasivní pohyb v kloubu, vede ke změně viskoelasticitě svalů i šlach a k jejich náhradě vazivem. Spolu s omezením pohybu vznikají fixované svalové kontraktury, deformity kloubů, a osteoporóza (Štětkářová, 2013).

### ***Klinické formy spasticity***

Spasticita je vyvolána lézí horního motoneuronu (pyramidové dráhy) a poškozením supraspinálních inhibičních center a drah. K narušení může dojít v jakékoliv části centrálního nervového systému: v mozkové kůře, kmeni nebo v míše. Podle lokalizace můžeme rozdělit spastický syndrom na dva typy: cerebrální a spinální (Kaňovský, 2015).

Hlavní příčinou **cerebrální spasticity** je porucha řídicího působení mozkového kortexu na kmenové inhibiční struktury. Původem je nejčastěji léze pyramidové dráhy v oblasti capsula interna (Kaňovský, 2015). Cerebrální forma spasticity má méně výrazné projevy, často má více lokální charakter, spasticita se výrazněji projevuje ve skupině extenzorů především na dolních končetinách (Štětkářová, 2013). Z důvodu zachované struktury retikulospinální dráhy nejsou tolik přítomné flexorové spazmy, klony jsou méně výrazné (Kaňovský, 2015; Štětkářová, 2013). Klasickým klinickým projevem je spastická hemiparéza s tzv. antigravitačním typem postury (Kaňovský, 2015).

U **spinálního typu spasticity** léze pyramidových (kortikospinálních) drah vede k oslabení a chabé paréze, projevující se jako paréza periferního typu. Kromě toho u spinální spasticity často vzniká poškození dorzálního retikulospinálního traktu, což přispívá k oslabení, nejčastěji až ke kompletní ztrátě inhibičního vlivu kmenových retikulárních struktur na tonický napínací reflex (Kaňovský, 2015).

V případech **inkompletní spinální léze** je zachován facilitační vliv na alfa-motoneuron. Facilitace se přenáší cestou ventrálních retikulospinálních a vestibulospinálních drah (Kaňovský, 2015). Avšak je porušena pyramidová a dorzální retikulospinální dráha, které inhibují svalový tonus. Jako výsledek je mohutná spastická kontrakce patřičných segmentů, s převahou extenzorových skupin, kterou může doprovázet bolest (Kaňovský, 2015; Štětkářová, 2013).

Při **kompletní transverzální míšní lézi** nastává kompletní přerušení drah, včetně excitačních, a mícha pod úrovní léze není ovlivněna supraspinálně. Nastává absence

inhibice napínacích reflexů a rozvíjí se flekční spasticita dolních končetin. Dochází k rozvoji svalových kontraktur a změnám v kloubech (Štětkářová, 2013).

Spasticita má široký dopad na každodenní činnosti pacienta a jeho duševní zdraví. Spasticita může způsobovat bolest, omezení funkce končetiny, ale na druhé straně spastická končetina může vyplňovat opěrnou funkci při sedu, přesunech nebo chůzi. Proto je potřeba ji řádně vyšetřit a zhodnotit funkci spastické končetiny (Gracies, 2015). Ganesh a kol. (2018) ve své studii poukazují na potřebu měření a terapie spasticity, jelikož dle jejich údajů pacienti se spasticitou vyžadují 3krát delší rehabilitační program než například pacienti se svalovou slabostí po cévní mozkové příhodě. Navíc jsou údaje, že přímé náklady na pacienty po CMP, kteří mají spasticitu, jsou téměř čtyřikrát vyšší než na pacienty, kteří spasticitu nemají (Khan et al., 2019).

### 1.2.3 Spastická dystonie

Spastická dystonie je jednou z projevů zvýšené svalové aktivity, které se vyskytují u léze centrálního motoneuronu. Spastická dystonie se charakterizuje mimovolným stahem paretických svalů (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015). Na rozdíl od spasticity je přítomná v klidu, kdy pacient nevykonává volný pohyb (Štětkářová, 2013). Spastická dystonie vyvolává abnormální posturu končetiny a způsobuje porušení funkce, proto je vnímaná pacientem jako větší problém než spasticita. Klinický projev dystonie závisí na tom, zda převažuje kontrakce flexorové nebo extenzorové skupiny svalů (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015). Klasickou posturou je Wernicke-Mannovo držení (Štětkářová, 2013).

Spastická dystonie je centrálního původu, avšak déle trvající pasivní protažení ji může potlačit, což ukazuje na její závislost na aferentním systému. Spastická dystonie má negativní vliv na polohování a oblékání končetiny, její hygienu (dlaně, axily, třísla) a také sociální a psychologické vlivy. Avšak abnormální postavení končetin pacient může přizpůsobit i svým potřebám, například sevřenou nebo dráповitou ruku může využít k nesení tašky nebo přidržení láhve, extenční postavení dolní končetiny může využít k opěrné funkci při stoji a chůzi (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015).

### 1.2.4 Flekční a extenční spazmy

Dalšími klinickými projevy svalové hyperaktivity jsou flexorové a extenzorové spazmy. Můžou se podobat spastické dystonii, avšak od ní se liší svým původem, jelikož vznikají na podkladě zvýšení polysynaptických míšních reflexů. Na rozdíl od spasticity

mají pozdější nastup a šíří se na další svalové skupiny (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015). Svalové spazmy mohou být velmi bolestivé, mohou být provokované zevními stimuly (např. změna polohy nohy ve vozíku nebo nociceptivní podnět v oblasti planty způsobí spastickou trojflexi dolní končetiny), anebo i bez výrazného zevního podnětu (přeplněný močový měchýř, stlačení močového katetru, roztažení rekta stolici, zánětlivá kožní iritace, dekubity). Avšak v některých situacích pacient může využít flexorové nebo extenzorové spasmy, např. při mobilitě na lůžku nebo při oblékání (Štětkářová, 2013). Projevem spasmů může být postupně narůstající tonická křeč, postihující sousední segmenty. Flekční a extenční spasmy jsou projevem zejména spinální lézí (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015).

### 1.2.5 Spastická ko-kontrakce

Spastická ko-kontrakce nastává v případě, když se agonista kontrahuje spolu s antagonistou. Ko-kontrakce se projevuje pouze při volném aktivním pohybu, narušuje jeho koordinaci a stupňuje se se subjektivním úsilím. Kvůli tomu spastická ko-kontrakce přináší pacientovi největší subjektivní obtíže (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015).

Za normálních okolností aferentní vlákna ze svalového vřetenka typu Ia inhibují alfa-motoneurony antagonistů, čímž usnadňují pohyb agonisty. U pacienta s lézí centrálního motoneuronu nastává porucha supraspinálního vlivu na tuto reciproční inhibici a vzruch je veden současně k agonistům i antagonistům jednoho svalového segmentu (Štětkářová, 2013). Svalové ko-kontrakce se projevují při provedení střídavých pohybů: flexe v loketním kloubu je provedena bez omezení, avšak při pohybu do extenze nastává současný stah m. triceps a m. biceps brachii a pohyb může být pozastaven (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015).

### 1.2.6 Spastické synkinéze

Někdy se taky označují jako asociované pohyby. Synkinéze vzniká na kortikální úrovni, kdy v důsledku aberantního přesměrování aktivity na jiné kortikální segmenty se vzruch šíří na jiné, často vzdálené svalové skupiny. Vždy se provokuje volným pohybem a zároveň vznikají neúčelné motorické synergie. Spastické synkinézy se mohou projevovat například jako současná elevace a abdukce ramene při pohybu prstů ruky nebo provedení zrcadlových pohybů na druhostranné končetině anebo pohybem trupu či dolní končetiny (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015). Spastické synkinéze jsou stereotypní, jednosměrné a mohou se objevit při zívání, kýchaní nebo kašlání (Štětkářová, 2013).

## 1.3 Vyšetření spasticity

### 1.3.1 Ashworthova škála (AS)

V roce 1964 Bryan Ashworth vyvinul tuto klinickou škálu jako metodu hodnocení spasticity při práci s pacienty s roztroušenou sklerózou (Harb and Kishner, 2020). Škála testuje pasivní protažení svalu. Vyšetřovaný sval se protahuje během jedné sekundy do maximální délky. Uhlová rychlost protažení dosahuje až 80°/s. Hodnotí se pouze první provedení testu, jelikož při opakovaném protažení mnohdy dochází ke snížení spastického hypertonu svalu a následně volnějšímu pohybu (Ehler, 2015). Ashworthova stupnice je nejčastěji používanou hodnoticí škálou spasticity (Harb and Kishner, 2020). Avšak v současné době řada autorů nedoporučuje Ashworthovou škálu, jelikož považují za nedostačující testovat pouze pasivní protažení spastických svalů (Ehler, 2015).

Ashworthova stupnice hodnotí spasticitu následovně:

- 0 = není přítomný vzestup svalového tonu;
- 1 = mírné zvýšení svalového tonu, způsobující odpor při pohybu končetinou;
- 2 = výraznější nárůst svalového tonu, avšak končetinu lze ohnout;
- 3 = značný nárůst svalového tonu, pohyb končetinou je obtížný;
- 4 = není možné provést pohyb končetinou (Bohannon and Smith, 1987).

### 1.3.2 Modifikovaná Ashworthova škála (MAS)

V roce 1987 Bohannon a Smith pro potřeby zvýšení senzitivity Ashworthovy škály přidali stupeň 1+, který označuje mírné zvýšení svalového tonu s prudkým zvýšením odporu („catch“ – záškub) v první polovině rozsahu pohybu (Ehler, 2015). Stupeň 1 má podobnou definici jako stupeň 1+, avšak určuje, že minimální odpor musí nastat ke konci pohybu, anebo musí nastat fenomén „catch and release“ – záškub a uvolnění (Bohannon and Smith, 1987).

Ashworthova a Modifikovaná Ashworthova škály jsou stále populární, jsou však často kritizovanými metodami měření spasticity. Jejich hlavní problém spočívá v tom, že nerozlišují mezi svalovou hyperaktivitou neurogenního původu a viskoelasticitou svalu (Harb and Kishner, 2020). Výhodou obou škál je však rychlá doba provedení (2-5 min) (Ehler, 2015).

V roce 2006 Ansari et al. navrhli další úpravu a vytvořili **Modifikovanou Modifikovanou Ashworthovou škálu (MMAS)**. Vynechali v ní stupeň 1+ a změnili definici stupně 2, čím zvýšili její spolehlivost (Morris and Williams, 2018).

### 1.3.3 Tardieuova škála

Tardieuova škála (TS) byla navržena G. Tardieu v roce 1954 (v roce 1969 rozvinuta Held a Pierrot-Deseilligny), jako další vyšetření spasticity, které narozdíl od AS i MAS při hodnocení odlišuje neurogenní a viskoelastickou složku spasticity (Akpınar, 2017; Morris and Williams, 2018). TS předpokládá určité zásady testování: vyšetření by mělo být ve stejnou dobu, při testování by měla být zachována stejná poloha těla a končetiny. V Tardieuově škále se používají 3 rychlosti protažení svalu: V1 – co nejpomalejší, V2 – rychlost poklesu končetiny pod vlivem gravitace, V3 – co nejrychlejší. Hodnotí se také stupeň kontrakce svalu (X) od 0 – kdy sval nevykazuje žádný odpor, do 4 – nevyčerpávající se klonus (nad 10 sekund). Dále se měří úhel (Y), ve kterém je vyvolaná kontrakce svalu. Tento úhel se počítá vzhledem k poloze svalu při jeho minimálním protažení ( $0^\circ$ ) (Ehler, 2015). Tento parametr má výhodu v tom, že je kvantitativní a objektivní na rozdíl od subjektivního popisu odporu v AS a MAS (Akpınar, 2017).

V roce 1999 Boyd a Graham vytvořili **Modifikovanou Tardieuovou škálu (MTS)** s cílem zvýšení spolehlivosti TS (Morris and Williams, 2018). MTS rozděluje elastickou a dynamickou složku pohybu. Jsou definovány dynamické parametry R1 a R2. R1 je úhel zárazu při rychlém protažení (V3) a R2 je úhel při pomalém pasivním protažení (V1). Zásadní je tedy rozdíl R1 – R2, který stanoví velikost dynamické složky anebo podíl spasticity a svalových kontraktur. Tento rozdíl se označuje jako úhel spasticity (X). Velký rozdíl mezi R1 a R2 označuje větší podíl spasticity, malý rozdíl – větší podíl svalových kontraktur (Morris and Williams, 2018).

### 1.3.4 Pět kroků klinického hodnocení spastické parézy dle Graciese

V návaznosti na Tardieuovou škálu v roce 2010 Gracies et al. vyvinul 5krokové hodnocení nejen spasticity, ale i obecně spastické parézy. Toto hodnocení zahrnuje v sobě pět kroků od pasivního protažení spastických svalů, do globální funkce končetiny.

Každý z pěti kroků hodnocení je kvantitativní. V prvních třech krocích je určen úhel, který není měřen na základě anatomických principů, ale na základě toho, že nula je úhel minimálního protažení svalu (tzv. referenční bod – bod, ve kterém se začíná odpor) (Gracies et al., 2010).

#### **Krok 1: Maximální rozsah pasivního pohybu ( $X_{V1}$ )**

Každá svalová skupina se nejprve hodnotí pomocí co nejpomalejšího a silného protažení. Pomalý pohyb slouží k minimalizaci možnosti vyvolání napínacího reflexu.



Tato rychlost protažení se označuje  $V1$ . Protažení by mělo být vedeno s dostatečnou silou pro překonání spastické dystonie.

Úhel, ve kterém je již vyčerpán odpor měkkých tkání, je definován jako maximální pasivní rozsah pohybu. Vyšetřující musí přerušit pasivní protažení, pokud ucítí, že by mohlo dojít k porušení měkkých tkání, anebo pokud pacient ucítí bolest. Avšak v tomto případě maximální rozsah pasivního pohybu nebude zaznamenán (Gracies et al., 2010).

## **Krok 2: vyšetření úhlu zárazu („catch“) nebo klonu ( $X_{v3}$ ) a stupně spasticity ( $Y$ )**

Ve druhém kroku je sval vyšetřován pomocí protažení maximálně možnou rychlostí ( $V3$ ). Před provedením tohoto kroku je potřeba zajistit relaxaci vyšetřovaného svalu, čehož lze dosáhnout rychlými opakovanými pohyby ve směru opačném než směr protažení.

Úhel zárazu nebo klonu ( $X_{v3}$ ) představuje prahovou hodnotu pro vyvolání reflexu a také je závislý na délce a pasivní protažitelnosti svalu a šlachy, které je zjištěno v prvním kroku. Typ svalové reakce, ke které dochází při rychlém protažení v tomto úhlu, definuje se jako stupeň spasticity.

Jsou popsány následující stupně spasticity:

- žádná svalová kontrakce při rychlém protažení není přítomna:  $Y = 0$  ( $X_{v3} = X_{v1}$ );
- mírná svalová kontrakce, nedostačující k zastavení pasivního pohybu:  $Y = 1$  ( $X_{v3} = X_{v1}$ );
- intenzita kontrakce svalu je dostatečná k dočasnému zastavení pasivního pohybu v určitém úhlu  $X_{v3}$ , odlišném od  $X_{v1}$ , poté dochází k uvolnění:  $Y = 2$  ( $X_{v3} < X_{v1}$ );
- intenzita kontrakce je dostatečná k dočasnému zastavení pasivního pohybu v určitém úhlu  $X_{v3}$ , odlišném od  $X_{v1}$ , následuje uvolnění a dále nastává vyčerpateľný klonus:  $Y = 3$  a ( $X_{v3} < X_{v1}$ );
- intenzita kontrakce je dostatečná k dočasnému zastavení pasivního pohybu v určitém úhlu  $X_{v3}$ , odlišném od  $X_{v1}$ , dále následuje uvolnění, po kterém nastává nevyčerpateľný klonus, trvající déle než 10 sekund:  $Y = 4$  ( $X_{v3} < X_{v1}$ ) (Gracies et al., 2010).

Gracies a kol. (2010) dle Tardieu definuje také úhel spasticity  $X$ , který označuje rozdíl  $X_{v1}-X_{v3}$ . Velký rozdíl mezi  $X_{v1}-X_{v3}$  označuje větší podíl spasticity, malý rozdíl – větší podíl svalových kontraktur (Morris and Williams, 2018).

### **Krok 3: Aktivní rozsah pohybu ( $X_A$ )**

Dále pacient provádí aktivní pohyb ve směru opačném, než je pohyb vyšetřovaného svalu, pokud je to možné v celém rozsahu. Aktivní pohyb je zastaven, když nastane rovnováha mezi aktivní silou vyvolanou agonistou a kombinací pasivního odporu a spastické kontrakce vyvolanou protaženým antagonistou (spastickým svalem).

Poté se vypočítává úhel parézy  $Z$ , což je rozdíl  $X_{V1}-X_A$ .  $Z$  vyjadřuje schopnost provedení aktivního pohybu v rámci dostupného pasivního rozsahu pohybu, který je narozdíl od aktivního pohybu víc závislý na délce měkkých tkání (Gracies et al., 2010).

### **Krok 4: Frekvence rychlých střídavých pohybu**

Pacient znovu provádí aktivní pohyby ve směru opačném, než je pohyb vyšetřovaného svalu. Pohyby se provádí v maximálním rozsahu a co nejčastěji po určité stanovenou dobu (nejčastěji 15 sekund). Počet opakování s maximální amplitudou ukazuje schopnost pacienta provádět rychlé střídavé pohyby nehledě na pravděpodobnost zvýšené spastické kontrakce při dosažení svalové únavy. Tato schopnost je nezbytná pro většinu každodenních činností (chůze, psaní, řeč, příjem potravy) (Gracies et al., 2010).

### **Krok 5: Hodnocení aktivní funkce končetiny**

#### ***Objektivní vyšetření funkce končetiny***

K objektivnímu hodnocení funkce horní končetiny se používá množství testů. Mezi nejrozšířenější patří: Frenchay arm test, Rivermead Motor Assessment, Wolf Motor Function Test, Jebsen and Taylor test atd. Jako doplňkové testy se používají například Action Research Arm Test, Box and Block Test, Nine Hole Peg Test nebo Purdue Pegboard Test.

Nejpopulárnějším testem, který hodnotí funkci horní končetiny v běžných denních činnostech, je Frenchay arm test (Frenchayský test paže). Je to jednoduchý v provedení test, který obsahuje 7 úkolů, hodnocených pomocí systému Pass/Fail (úkol proveden/neproveden). Avšak tento test je charakterizován nízkou senzitivitou. Proto byl vytvořen Modifikovaný Frenchayský test paže (MFT), ve kterém byli přidány tři manuální úkoly a přidala se možnost využití videozáznamu pro lepší ověření výsledků terapie. Systém hodnocení Pass/Fail se vyměnil za 10bodovou stupnici vizuální analogové škály (Gracies et al., 2010).

Nejčastější testy, které se používají k objektivnímu měření funkce dolní končetiny jsou 10 Meter Walk Test (10MWT), 2 Minute Walk Test (2MWT), 6 Minute Walk Test (6MWT). Pro kvalitativní hodnocení se také využívá chůze po schodech nebo nerovném povrchu.

### ***Subjektivní hodnocení funkce končetiny***

Toto hodnocení ukazuje, jak pacient sám vnímá svůj stav spojený se spasticitou. Nezřídka se využívá škála Disability Assessment Scale (DAS), která ukazuje, jak pacient sám hodnotí funkci hemiparetické horní končetiny ve čtyřech kategoriích: poloha končetiny, hygiena, oblékání a bolest.

Global Subjective Self-Assessment (GSSA) je nejčastěji používaná jednoduchá škála, která přehledně ukazuje subjektivní vnímání funkce spastické končetiny jak horní, tak i dolní. V 10bodové vizuální analogové škále pacient hodnotí bolest, ztuhlost a aktivní funkci končetiny (Gracies et al., 2010).

Jako subjektivní hodnocení pro dolní končetinu taky se nyní nejčastěji využívá GSSA test (Gracies et al., 2010).

### **Koeficient spasticity**

V roce 2015 Gracies rozšířil 5krokové hodnocení spastické parézy o další čtyři koeficienty, které se využívají k rozhodování o způsobu léčby spasticity. Jedním z nich je koeficient spasticity, který se vypočítá jako  $(X_{v1}-X_{v3})/X_{v1}$ . Tento koeficient poukazuje na to, jaké je zastoupení samotné spasticity v dosaženém  $X_{v3}$  (PROM).

## 1.4 Elektrostimulace spasticity

Terapie spasticity se může provádět několika způsoby: elektroterapií spastických svalů, elektrogymnastikou jejich antagonistů a elektrostimulací „spřaženými“ impulzy.

“Spřažené” impulzy se dělí na 3 typy podle autorů, kteří je vynalezli: dle Hufschmidta, dle Jantsche a dle Edela (Poděbradský a Vařeka, 1998).

### 1.4.1 Elektroterapie spastických svalů

Tato elektroterapie byla popsána Lee v roce 1950. Byla použita prolongovaná kontinuální nízkofrekvenční (nf) terapie v nadprahově motorické intenzitě přímo na spastický sval. Účinek léčby se skládal z přímého útlumu spastického svalu pomocí podráždění Golgiho šlachových tělísek a facilitace paretického antagonisty mechanismem reciproční inhibice (Poděbradský a Vařeka, 1998). Tato metoda se v současné době již moc nevyužívá (Formanová a Jandová, 2017).

### 1.4.2 Elektrogymnastika paretických antagonistů

Tato elektrogymnastika byla poprvé použita jako součást komplexního terapeutického přístupu PNF Levitem, Knottovou a Kabatem v roce 1952. Byli použité nízkofrekvenční pravoúhlé impulzní proudy s délkou 2 ms a frekvencí 50 Hz v nadprahově motorické intenzitě, což vyvolalo kontrakci dorsálních flexorů nohy a perineálních svalů. Terapeutický účinek byl dosažen reciproční inhibicí.

Obdobně Baker v roce 1979 na extenzory ruky a prstů aplikoval pravoúhlý proud s délkou impulzu 0,2 ms, frekvencí 33 Hz, kontrakci 7 s a pauzou 10 s. Taková aplikace se má provádět po dobu 15 minut s frekvencí 2x týdně, celkem 6 týdnů.

Alfieri v roce 1982 s cílem snížení spasticity agonistů taky popsal elektrogymnastiku antagonistů s použitím rytmicky přerušovaného nf proudu s délkou impulzu 0,5 ms, frekvencí 50 Hz, kontrakci 2 s a pauzou 2 s v nadprahově motorické intenzitě (Poděbradský a Vařeka, 1998).

### 1.4.3 Stimulace spřaženými impulzy (Dvou – a víceokruhové metody)

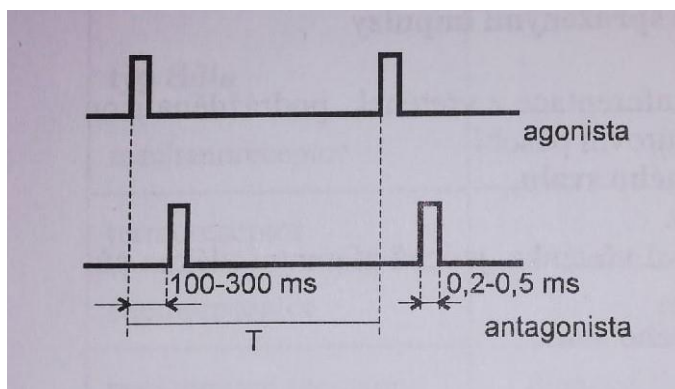
Neurofyzilogickým principem, na kterém se staví mechanismus účinku stimulace spřaženými impulzy, je skutečnost, že kontrakce svalu snižuje aferentaci z větének, naopak ale dráždí Golgiho šlachová tělíska, která na spinální úrovni způsobí inhibici alfa motoneuronů kontrahovaného svalu a facilitují motoneurony antagonisty. Naopak

protažení svalu dráždí svalová vřeténka, která přes interneurony facilitují vlastní sval a recipročně inhibují antagonistu (Formanová a Jandová, 2017).

Spasticita se snižuje správnou lokalizací stimulačních elektrod a časovým posunutím elektrické stimulace agonistů a antagonistů. Původně avšak nebyla stanovena subjektivní intenzita stimulace, za vhodnou se ale považuje nadprahově motorická intenzita. Pro uplatnění vlivu svalových vřetének je potřeba, aby v drážděném svalu došlo ke kontrakci, která vyvolá pohyb distální části pohybového segmentu s poměrně velkým rozsahem a úhlovou rychlostí (Poděbradský a Vařeka, 1998).

### ***Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta***

Používá se bipolární aplikace deskovými elektrodami, které se umisťují jak na spastického agonistu, tak i na jeho antagonistu. Celkem jsou dva proudových okruhy a čtyři elektrody. Spastický sval (agonista) je vždy drážděn jako první. Jsou aplikovány pravoúhlé impulzy o délce 0,2-0,5 ms, frekvenci 0,7-1,0 Hz, napětím do 700 V a v nadprahově motorické intenzitě. Antagonista je stimulován se zpožděním 100 - 300 ms (Obrázek 3).



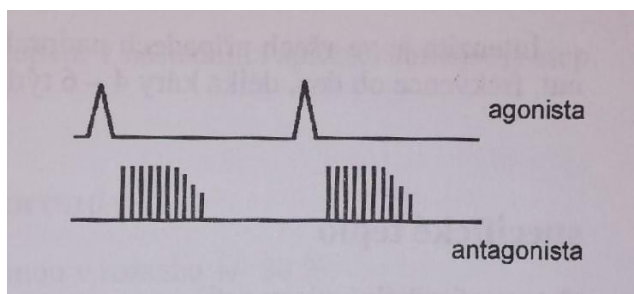
**Obrázek 3.** *Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta (Poděbradský a Vařeka, 1998)*

Poděbradský a Vařeka (1998) taky uvádí, že při neurální stimulaci v místě motorických bodů, minimální intenzita, vyvolávající antispastický efekt je nadprahově senzitivní, avšak větší účinek vyvolává nadprahově motorická intenzita, pokud ji pacient snáší.

Hufshmidt doporučuje stimulaci začínat na trupovém svalstvu a postupovat akrálně. Doba stimulace jednoho páru svalů je od 10 do 30 minut, a doba jednoho sezení by neměla překročit 60 minut. V případě oboustranného postižení se stimulované strany denně střídají. Kúra trvá 3-6 týdnů (Poděbradský a Vařeka, 1998).

### ***Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Jantsche***

Elektrostimulace dle Jantsche taky je dvouokruhová metoda. Stimulace agonisty se provádí trojúhelníkovými impulzy s délkou 100–300 ms, antagonistu je stimulován sérií impulzů o délce impulzu 0,1- 0,3 ms, frekvenci 50 Hz a délkou série 1–5 s (Obrázek 4). Oba svaly jsou stimulovány v nadprahově motorické intenzitě po dobu 15 minut. Frekvence procedur je ob den a délka kúry je 6 týdnů (Poděbradský a Vařeka, 1998).

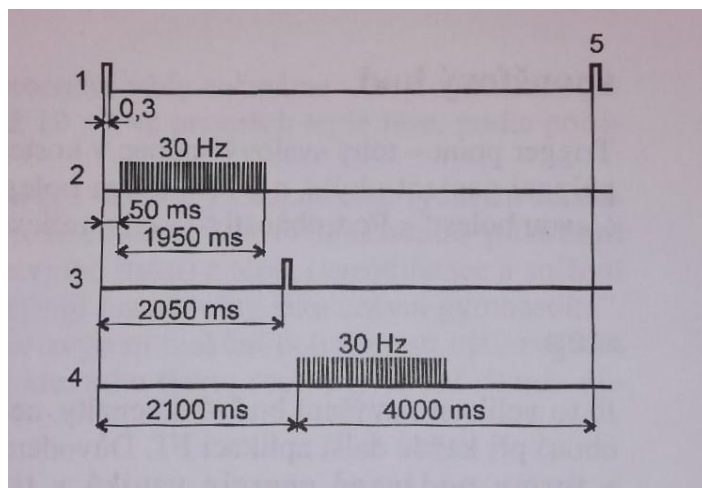


**Obrázek 4.** *Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Jantsche (Poděbradský a Vařeka, 1998)*

### ***Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Edela***

Narozdíl od předchozích dvou metod je tedy čtyřokruhová aplikace (8 elektrod), která potřebuje speciální přístrojové vybavení. Malé deskové elektrody se umísťují na motorické body svalů, používají se schémata vypracovaná Edelem, například pro horní končetinu jsou to 4 okruhy, ze kterých 2 se umísťují na paži, 2 – na svaly předloktí. Stimulace každého okruhu se provádí s přesně daným zpožděním.

Agonisté jsou drážděny pravoúhlými impulzy s délkou 0,3 ms a frekvenci cca 0,16 Hz. Antagonisté jsou drážděny sérií impulzů o délce 0,1 ms, frekvenci 30 Hz a délkou série 1 950 ms (Obrázek 5). Ve všech případech je nadprahově motorická intenzita. Doba aplikace je 15 minut, frekvence – ob den, délka kúry trvá 4-6 týdnů (Poděbradský a Vařeka, 1998).



**Obrázek 5.** Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Edela (Poděbradský a Vařeka, 1998)

#### 1.4.4 Využití jiných druhů elektrické stimulace pro snížení spasticity

Mnohočetné studie zkoumají také vliv na spasticitu i jiných typu elektrostimulace, původně neurčených pro snížení spasticity. Nejčastěji se využívají TENS, NMES a FES.

**Transkutánní elektroneurostimulace (TENS)** je nesourodá skupina elektrických proudů jejichž společným příznakem je délka impulzu, která je menší než 1ms. V závislosti na frekvenci, délce trvání a místě aplikace se využívá pro analgetické, trofotropní, myorelaxační, miostimulační a další účinky (Poděbradský a Poděbradská, 2009).

Systematický přehled, provedeny Mills a Dossa (2016) shrnuje hypotetické teorie, které vysvětlují vliv TENS na spasticitu:

- 1) aktivace velkých aferentních nervových vláken modulujících abnormální interneuronovou aktivitu v míšních segmentech;
- 2) kontinuální aktivace senzoričkových periferních nervových vláken vede ke snížení citlivosti na eferentní vzruchy, zároveň se snižuje excitabilita kortikomotorických neuronů;
- 3) stimulace plasticity CNS;
- 4) reorganizace somatosensoricko-motorických kortikálních spojení;
- 5) kombinace výše uvedeného.

Tyto teorie zůstávají na úrovni hypotéz, jelikož přesný mechanismus působení TENS na spasticitu zůstává nejasný, navíc je potřeba brát v úvahu centrální a spinální typ spasticity v závislosti na úrovni léze.

Výše uvedený systematický přehled při porovnání TENS s dalšími metodami, cílenými na spasticitu stanovuje, že TENS má ekvivalentní nebo větší účinnost než

baklofen a tzv. trénink, zaměřený na úkoly (vstávání, trénink kroků, chůze), ekvivalentní nebo menší účinnost než cvičení a větší než kryoterapie. Bylo taky zjištěno, že se s prodlužujícím časem aplikace zlepšuje efekt stimulace, avšak se snižuje po ukončení série terapií. Oblast umístění elektrod se mezi jednotlivými studii liší. Aplikace se provádí na akupunkturní body, dermatomy, svalová břívka a periferní nervy (Mills a Dossa, 2016).

Avšak existují i studie, které nedosáhli statisticky významného rozdílu při použití TENS (Peres et al., 2018; Miller et al., 2007). Uvažuje se, že různé výsledky jsou dosaženy z důvodu různého umístění elektrod, různé frekvence, intenzity a doby trvání impulzů (Robertson et al., 2006).

Dalším typem elektrostimulace, který se používá ke zmírnění spasticity je **neuromuskulární elektrostimulace NMES**. NMES patří mezi jeden z druhů TENS. Amplitudová modulace tohoto proudu vytváří obalovou křivku ve tvaru lichoběžníku. Tento tvar je optimální pro myostimulaci v intenzitě nadprahově motorické (Poděbradský a Poděbradská, 2009).

Ve studiích zkoumajících snížení spasticity pomocí NMES stimulace probíhá vždy na antagonistovi spastického svalu, intenzita je často uvedena jako submaximální, dostatečná pro vyvolání kontrakce.

Systematický přehled provedeny Khan a kol. (2019), zkoumal vliv nefarmakologické intervence na snížení spasticity nemocných po CMP, RS, spinálních lézích a traumatickém poškození mozku. Ve svém závěru uvádí mírné důkazy (moderate quality evidence) pro účinnost NMES terapie pro snížení spasticity, avšak nízké důkazy (low quality evidence) pro TENS proudy. Existují i další studie ukazující na statisticky významné snížení spasticity při použití NMES (Eton et al., 2019; Lee et al., 2015; Hu et al., 2014, Bakhtiary a Fatemy, 2008).

Dalším typem elektrostimulace, který se používá ke snížení spasticity je **funkční elektrostimulace (FES)**. FES se používá ke stimulaci periferních nervů pomocí nízkoenergetických elektrických impulzů. Při stimulaci dochází ke koordinované svalové kontrakci v paretických svalech. Akční potenciály při FES se šíří do CNS, čehož se využívá k reedukaci poškozených pohybových programů (Konečný et al., 2018). Pro snížení spasticity FES se také aplikuje na paretické antagonisty spastického svalu (Tsuchiya, Morita a Hara, 2016).

O účinnosti snížení spasticity pomocí FES svědčí různorodé studie (Yuzer, Özgirgin a Dönmez, 2017; Tsuchiya, Morita a Hara, 2016; Auchstaetter et al., 2016).



Auchstaetter a kol. (2016) ve své studii uvádí, že důkazy pro efektivitu FES ke snížení spasticity jsou úrovně 1A (tj. zjištění podporovaná metaanalýzou nebo alespoň 2 randomizovanými kontrolovanými studii), avšak uzavírá studii tím, že tyto důkazy nesvědčí o tom, že FES je lepší než jiné léčebné přístupy ke snížení spasticity.

V chodu rešerše jsem také vyhledala pokus o využití Faradických proudů a Ruské stimulace ke snížení spasticity, avšak v této studii nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou bez elektrostimulace (Ganesh et al., 2018).

## 2 CÍLE A HYPOTÉZY

### 2.1 Cíle práce

Hlavním cílem mé diplomové práce je zjistit krátkodobý a dlouhodobý vliv elektrické stimulace dle Hufschmidta na spasticitu pacientů po CMP. Vedlejším cílem je zjistit vliv této stimulace na další parametry, jako jsou např. aktivní rozsah pohybu, funkce končetiny při běžných denních činnostech (Frenchayský test paže) a subjektivní vnímání obtíží pacientem.

### 2.2 Hypotézy

Pro moji diplomovou práci jsem stanovila následující hypotézy:

**Hypotéza 1 (H1):** Elektrická stimulace dle Hufschmidta snižuje spasticitu měřenou úhlem spasticity dle Kroku 2 klinické škály dle Graciese.

**Hypotéza 2 (H2):** Elektrická stimulace dle Hufschmidta zvyšuje aktivní rozsah pohybu vykonaný antagonistou spastického svalu.

**Hypotéza 3 (H3):** Elektrická stimulace dle Hufschmidta má pozitivní vliv na aktivní funkci končetiny měřenou Modifikovaným Frenchayským testem paže.

## 3 METODIKA

### 3.1 Charakteristika souboru

Mé studie se zúčastnilo celkem 16 pacientů, kteří prodělali CMP. 8 pacientů bylo zařazeno do terapeutické skupiny, 8 – do kontrolní. 4 pacienti měli v anamnéze hCMP (2 z nich byli zařazeni do terapeutické a 2 do kontrolní skupiny), ostatních 12 prodělali iCMP. Mezi zúčastněné bylo 9 žen a 7 mužů. Nejnižší věk účastníka je 32 let, nejvyšší 89 let ( $64 \pm 15.3$ ). Střední doba po prodělané CMP je 3 roky  $\pm 2.26$  (nejdelší je 9 let, nejkratší je 1 rok). Přičemž průměr v terapeutické a kontrolní skupině je podobný:  $3.06 \pm 1.88$  a  $2.94 \pm 2.58$ .

Do terapeutické skupiny byli zařazeni pacienti z Centru následné péče FN Motol, do kontrolní skupiny byli zařazeni pacienti z Rehabilitačního ústavu LRS Chvaly, do obou skupin byli zařazeni pacienti z Centra ERGO Aktiv.

Pacientům z terapeutické skupiny byla aplikována elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta. Elektrostimulace byla aplikována na spastický m. biceps brachii a jeho antagonistu m. triceps brachii. Podrobnější popis aplikace bude uveden níže. Všichni probandi dostali informaci o průběhu studie a 10 z nich podepsali informovaný souhlas (Příloha 1 a 2). 6 pacientů informovaný souhlas nepodepsali z důvodu spasticity na dominantní horní končetině nebo kognitivního postižení, avšak oni, nebo jejich ošetřující sestry přijali veškeré informace v ústní formě a souhlasili s tím.

Pro účast ve výzkumu všichni pacienti měli splnit tyto podmínky:

- diagnostikovaná CMP,
- přítomnost spasticity m. biceps brachii min  $Y=2$  dle Graciese (2010),
- absence paralelně probíhající rehabilitace, jejíž hlavním cílem je snížení spasticity svalů horní končetiny,
- dostatečné kognitivní schopnosti pro provedení požadovaných úkolů.

Pacienti zaražené do terapeutické skupiny navíc měli podmínku neporušeného kožního krytu, nepřítomnosti kožního onemocnění a neporušeného cití v oblasti přiložení elektrod pro stimulaci.

### 3.2 Průběh vyšetření

Všichni probandi podstoupili 5krokovému klinickému hodnocení spastické parézy dle Graciese. Vyšetření spasticity proběhlo na svalu m. biceps brachii. Pro měření úhlů, které jsou součástí klinického hodnocení, byl použit plastový goniometr.

Jako první byl vyšetřován pasivní rozsah pohybu (PROM) určující uhel  $X_{v1}$  m. biceps brachii, pohyb se prováděl co nejpomalejší rychlosti směrem do extenze lokte. Dále byl vyšetřen úhel spasticity ( $X_{v3}$ ) označovaný jako „úhel zarázu nebo klonu“. Vyšetření se provádělo při použití co největší rychlosti. Následně pacient měl provést aktivní pohyb (AROM) ve směru opačném, než je funkce spastického m. biceps brachii (tzn. extenze lokte) a byl změřen uhel  $X_A$ . Poté pacient znovu prováděl aktivní pohyb ve směru opačném, než je pohyb vyšetřovaného svalu, v maximálním rozsahu a co nejčastěji po stanovenou dobu 15 sekund. Počet opakování byl zaznamenán do tabulky jako hodnota RAP. Všechny hodnoty byly zaznamenány ve stupních. V průběhu celého vyšetření pacient zaujímal polohu vsedě.

Dále byl vyšetřován Krok 5, který hodnotí aktivní funkci končetiny. Jako objektivní hodnocení byl použit Modifikovaný Frenchayský test páže (MFT). V rámci MFT bylo provedeno 10 úkolů, které byly hodnoceny na stupnici od 0 do 10, kde 0 znamená nemožnost provedení úkolu, 5 – dokončení pohybu s minimální kvalitou, 10 – zcela normální pohyb. Ke každému vyplněnému úkolu jsem taky vypisovala poznámky. V rámci úkolů pacient měl provádět běžné denní činnosti jako například zvedání a otevírání sklenici, česání se, krájení jídla a další.

Celý protokol vyšetření a aplikace elektrostimulace je uveden v přílohách 3 a 4.

### 3.3 Průběh studie

Studie probíhala v období srpen 2020–únor 2021. Původním cílem bylo provedení celkem 10 elektrostimulací u pacientů z terapeutické skupiny. Avšak v září 2020 Centrum následné péče FN Motol, kde jsem prováděla elektrostimulaci prvním čtyřem pacientům z terapeutické skupiny, znovu zakázal návštěvy kvůli epidemie koronaviru COVID-19. Pro mě, jako pro studentku taky byl zakázán vstup do LDN. K tomuto období jsem stihla provést 8 terapií z 10. Proto bylo rozhodnuto i u ostatních pacientů provádět 8 terapií pro možnost porovnání výsledků. Terapie se prováděly 3 respektive 2krát týdně v průběhu 3 týdnů.

V terapeutické skupině u každého probanda proběhla celkem 4 měření. 2 kompletní vyšetření včetně MFT a GSSA byla provedena před první a po poslední terapii (Příloha 2). 2 zkrácená vyšetření, která se skládala z prvních 4 kroků hodnocení spasticity dle Graciese, byla provedena ihned po první a čtvrté elektrostimulaci a měla za cíl vyšetření průběžného efektu elektrostimulace. Vzor zkráceného vyšetření je uveden v Tabulce 1. Vzor protokolu GSSA je uveden v Tabulce 2. Vzor protokolu MFT je uveden v Tabulce 3.

m. biceps brachii	dx. / sin.				
	před 1. stim.	po 1. stim.	po 4. stim.	po 8. stim.	po 1. měsíci
PROM = Xv1 (°)					
Xv3 – úhel zárazu (°)					
Y – stupeň spasticity					
AROM – X <sub>A</sub> (°)					
RAP (počet / 15 s)					

**Tabulka 1.** Vyšetření m. biceps brachii (1-4 krok Klinického hodnocení spasticity dle Graciese)

GSSA (Global subjective self assessment)	Skóre		
doba měření	před 1. stimulací	po 8. stimulací	po 1. měsíci
1. Bolest v končetině (0=nejhorší; 10=žádná)			
2. Nepohodlí při ADL pro ztuhlost (0=největší; 10=žádná)			
3. Hodnocení funkce končetiny k dnešku (0=k ničemu; 10=norma)			
<b>Celkové skóre:</b>			

**Tabulka 2.** GSSA (Global subjective self assessment) (5 krok Klinického hodnocení spasticity dle Graciese)

Modifikovaný Frenchayský test paže						
Úkol doba měření	Body			Poznámky		
	I*	II*	III*	před 1. stimulaci	po 8. stimulaci	po 1. měsíci
1. Otevřít a zavřít zavírací sklenici pomocí obou rukou (paretická ruka drží sklenici).						
2. Narýsovat linku pomocí pravítka (paretická ruka drží pravítko).						
3. Uchopit, zvednout a položit velkou láhev paretickou končetinou.						
4. Uchopit, zvednout a položit malou láhev paretickou končetinou.						
5. Uchopit, zvednout sklenici paretickou končetinou a zvednout k ústům.						
6. Připnout 3 kolíčky na papírovou desku oběma končetinami (neparetická končetina drží desku).						
7. Uchopit a zvednout hřeben a imitovat česání paretickou končetinou.						
8. Vytlačit pastu na zuby z tuby na kartáček oběma končetinami (paretická ruka drží tubu s pastou).						
9. Zvednout nůž a vidličku oběma rukama a imitovat krájení na papírové desce.						
10. Uchopit smeták a zamést podlahu oběma končetinami.						
<b>Celkové skóre:</b>						

**Tabulka 3.** Modifikovaný Frenchayský test paže (5 krok Klinického hodnocení spasticity dle Graciese)

*Poznámka:*

Z důvodu omezeného prostoru v tabulce je provedena náhrada v označení následujících parametrů:

I = před 1. stimulaci

II = po 8. stimulaci

III = po 1. měsíci

Navíc 4 pacienti z terapeutické skupiny absolvovali další kompletní vyšetření za měsíc po ukončení elektrostimulace s cílem hodnocení dlouhodobého efektu terapie. První čtyři pacienti toto vyšetření nepodstoupili z výše zmíněných důvodů.

V kontrolní skupině byla provedena 2 kompletní vyšetření s odstupem 3 týdnů. Většina pacientů absolvovala první vyšetření před nástupem do LRS Chvaly, kontrolní

po 3týdenním pobytu v tomto středisku. U této skupiny nebyla aplikována elektrostimulace dle Hufschmidta.

Pacienti v LDN FN Motol a ve LRS Chvaly paralelně jednou denně absolvovali fyzioterapii, která se však nezaměřovala na zmírnění spasticity, ale na zlepšení celkové kondice pacienta a zahrnovala v sobě hlavně LTV. Pacienti z centra ERGO Aktiv po celou dobu elektrostimulace nedocházeli do centra z důvodu opatření spojených s infekcí SARS-CoV-2, avšak absolvovali další fyzioterapeutické intervence cca 1 až 2krát týdně, znovu zaměřené na celkovou kondici pacienta.

Po poslední elektrostimulaci 4 probandů z terapeutické skupiny vyplnili krátký dotazník týkající se elektrostimulace (Příloha 5). První čtyři pacienti dotazník nedostali z důvodu náhlého přerušení intervence viz výše.

Moje studie patří mezi nerandomizované kontrolované pilotní studie, kde sleduji rozdíl ve stanovených parametrech mezi terapeutickou a kontrolní skupinou. Randomizace nebyla možná z důvodu omezeného počtu pacientů, splňujících podmínky studie na jednotlivých pracovištích. Proto do obou skupin byli zaraženi pacienti z různých pracovišť dle možnosti jejich dojíždění na terapii a přítomnosti na pracovišti přístroje, produkujícího spřažené impulzy dle Hufschmidta.

Nikdo z probandů nevyslovil zájem předčasně odstoupit ze studie. U žádného z probandů během studie nenastala změna léčby ani se nevyskytlo jiné onemocnění, které by mohlo ovlivnit výsledky terapie.

### **3.3.1 Popis aplikace elektrostimulace dle Hufschmidta**

Elektrostimulaci jsem vždy aplikovala na Klinice rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol za použití přístroje BTL 5000. Pro elektrostimulaci jsem používala program E-5807 spastické stimulace s přednastavenými parametry (režim CC, tvar, délka a frekvence impulzů). Během elektrostimulace pacient zaujímal polohu vsedě, na spastické horní končetině byla maximálně možná, zároveň komfortní extenze v loketním kloubu. (Obrázek 6). Pacient mohl kdykoliv přerušit elektrostimulaci.

Parametry aplikace elektrostimulace byly následující:

- režim – CC
- délka impulzu T1 (1.kanálu) – 0,5 ms;
- délka impulzů T2 (2. kanálu) – 0.5 ms; frekvence impulzů – 1 Hz;
- zpoždění T2 – 250 ms;

- uložení elektrod 1. kanálu – bipolární aplikace pomocí středně velkých deskových elektrod na spastický sval m. biceps brachii (katoda proximálně, anoda distálně);
- uložení elektrod 2. kanálu – bipolární aplikace pomocí středně velkých deskových elektrod na antagonistu spastického svalu m. triceps brachii (katoda proximálně, anoda distálně);
- intenzita – nadprahově motorická (NPM) v obou kanálech – požadovaná intenzita zároveň má být subjektivně dobře snášena;
- doba aplikace – 15 minut;
- frekvence – 3x týdně;
- počet procedur – 8.



**Obrázek 6.** Ukázka aplikace dvoukanalové elektrostimulace dle Hufschmidta (vlastní foto)



### 3.4 Analýza dat a statistické zpracování

Všechny naměřené hodnoty jsem zaznamenala do programu Statistica version 13. Naměřená data nemají normální rozdělení, proto vnitroskupinový rozdíl byl hodnocen pomocí Friedmanova a Wilcoxonova párového testů, meziskupinový rozdíl byl následně hodnocen pomocí Mann-Whitneova U testu. Pro všechny testy platí hladina významnosti  $p = 0.05$ . Popisnou statistiku dále uvádím jako průměr  $\pm$  směrodatná odchylka (SD). Pro vizualizaci naměřených dat jsou použity krabicové grafy.

Pro ověření hypotézy H1 („*H1: Elektrická stimulace dle Hufschmidta snižuje spasticitu měřenou úhlem spasticity dle Kroku 2 klinické škály dle Graciese.*“) byly sledovány změny průměrných hodnot parametru  $X_{v3}$  v terapeutické skupině. Za snížení spasticity je považován stav, kdy hodnota  $X_{v3}$  se na konci studie statisticky významně zvýší (úhel, při kterém je vyvolán záraz je větší). Dále jsou porovnány hodnoty parametru  $X_{v3}$  mezi terapeutickou a kontrolní skupinou pro zjištění meziskupinového rozdílu. U pacientů z terapeutické skupiny byly také porovnávány hodnoty  $X_{v3}$  před 1. stimulací a po jednom měsíci od ukončení poslední stimulace pro zjištění dlouhodobého efektu elektrostimulace.

Pro ověření hypotézy H2 („*H2: Elektrická stimulace dle Hufschmidta zvyšuje aktivní rozsah pohybu vykonaný antagonistou spastického svalu.*“) byly sledovány změny průměrných hodnot parametru  $X_A$  v terapeutické skupině. Za zvýšení aktivního rozsahu pohybu antagonistů spastického svalu je považován stav, kdy se hodnota  $X_A$  na konci studie statisticky významně zvýší. Stejně jako u parametru  $X_{v3}$  je dále porovnán i meziskupinový rozdíl mezi terapeutickou a kontrolní skupinou. U pacientů z terapeutické skupiny byly rovněž porovnávány hodnoty  $X_A$  před 1. stimulací a po jednom měsíci od ukončení poslední stimulace pro zjištění dlouhodobého efektu elektrostimulace.

Pro ověření hypotézy H3 („*H3: Elektrická stimulace dle Hufschmidta má pozitivní vliv na aktivní funkci končetiny, měřenou Modifikovaným Frenchayským testem paže*“) byly sledovány změny průměrných hodnot testu MFT v terapeutické skupině. Základním předpokladem této hypotézy je, že pokud pomocí elektrostimulace dle Hufschmidta dojde ke statisticky významnému snížení spasticity m. biceps brachii a/nebo zvýšení aktivního rozsahu pohybu (stimulací antagonistů), mohlo by dojít k usnadnění pohybu horní končetinou a zmenšení například spastické ko-kontrakce. Pro potvrzení této hypotézy by

měli sledované hodnoty celkového skóre MFT po 8. elektrostimulaci v terapeutické skupině statisticky významně zvýšit v porovnání s hodnotami před

1. stimulací. Dále jsem sledovala meziskupinový rozdíl celkového skóre MFT terapeutické a kontrolní skupiny během studie. U pacientů z terapeutické skupiny byly navíc porovnány hodnoty celkového skóre MFT před 1. stimulací a po jednom měsíci od ukončení poslední stimulace pro zjištění dlouhodobého efektu elektrostimulace.

V rámci doplnění k uvedeným hypotézám jsem hodnotila změnu subjektivního vnímání funkce končetiny samotnými pacienty pomocí škály GSSA. Stejně tak jsem porovnávala i meziskupinový rozdíl hodnot GSSA škály v průběhu studie a v terapeutické skupině změnu hodnot GSSA škály po 1 měsíci od ukončení poslední elektrostimulace.

V terapeutické skupině jsem dále hodnotila krátký dotazník týkající se elektrostimulace, který na konci studie obdrželi 4 probandi z této skupiny. Vytvořením dotazníku jsem se inspirovala diplomovou prací Mgr. Pokorné, která se zabývala využitím elektrostimulace dle Jantsche ke snížení spasticity u pacientů s roztroušenou sklerózou. Navíc jsem přidala otázku o dlouhodobém efektu elektrostimulace.

Tabulky se všemi naměřenými hodnoty u každého probanda jsou uvedeny v příloze 6.

Limity studie, nedostatky v měření a průběhu studie jsou uvedeny v kapitole Diskuze.

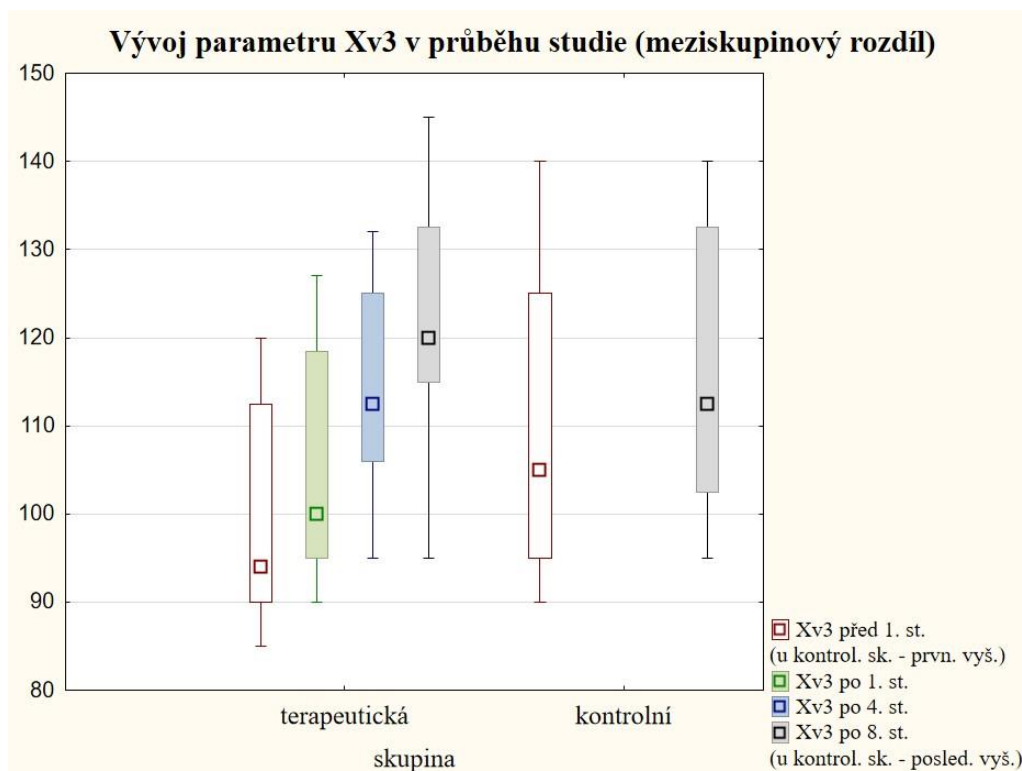
## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Ověření hypotézy H1

Hypotéza H1 ve znění „Elektrická stimulace dle Hufschmidta snižuje spasticitu měřenou úhlem spasticity dle Kroku 2 klinické škály dle Graciese“ je potvrzena. Důvodem je zaznamenání statisticky významného rozdílu ( $p < 0,05$ ) v parametru Xv3 v terapeutické skupině, kde vnitroskupinový rozdíl je po 8. stimulaci významně vyšší. U terapeutické skupiny došlo ke snížení spasticity, kdy se průměrná hodnota Xv3 zvýšila o  $22,13^\circ (\pm 6,73^\circ)$ . U kontrolní skupiny byl tento nárůst o  $5^\circ (\pm 5^\circ)$ . (Tabulka 4 a Graf 1). Avšak hodnocení meziskupinového rozdílu pomocí Mann-Whitneova U testu neukazuje staticky významný rozdíl změny parametru Xv3 mezi terapeutickou a kontrolní skupinou ( $p > 0,05$ ).

Xv3 (°)	1. vyšetření	po 8. stimulaci (u kontrol.sk. po 3 týdnech)	rozdíl
terapeutická skupina	99,75 ± 12,37	121,88 ± 14,78	22,13 ± 6,73
kontrolní skupina	110 ± 17,32	115 ± 15,81	5 ± 5

Tabulka 4. Hodnoty Xv3 (průměr ± SD) u terapeutické a kontrolní skupiny

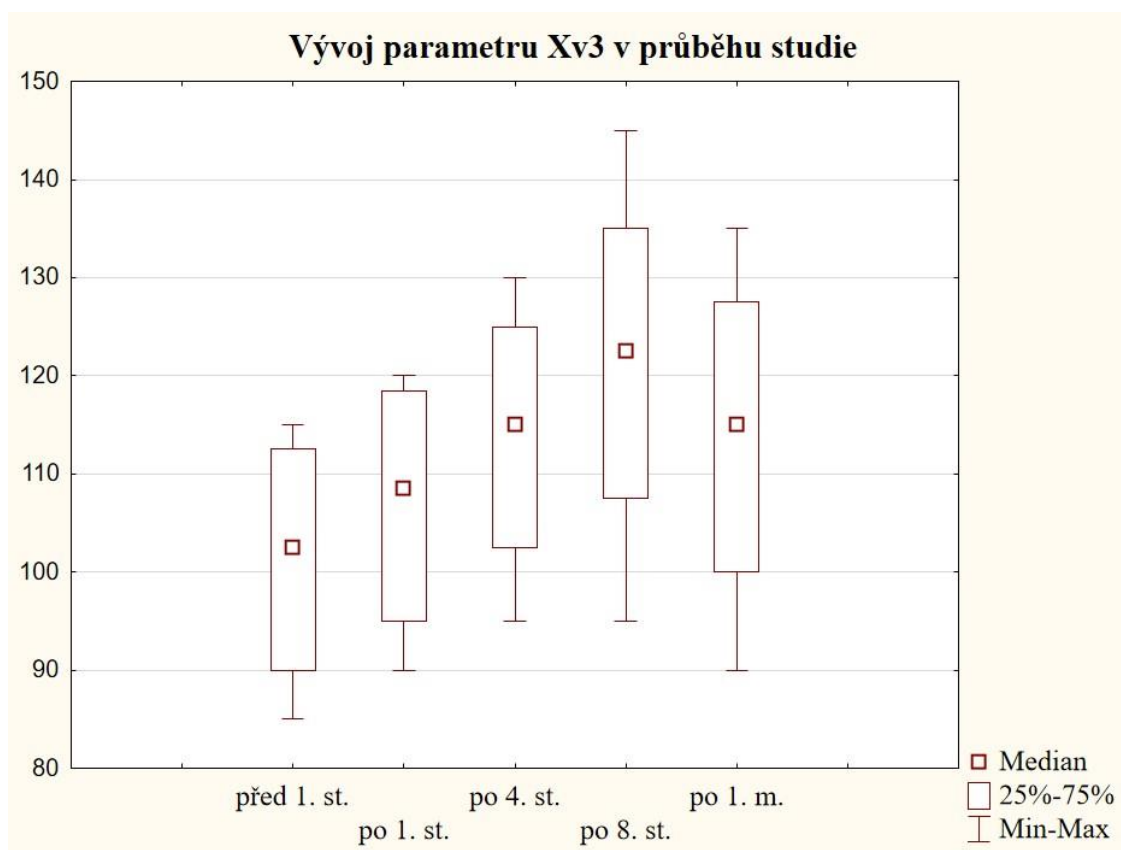


Graf 1. Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot Xv3 v průběhu studie

V rámci terapeutické skupiny také není zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p > 0,05$ ) v hodnotě  $X_{v3}$  před 1. stimulací a po 1. měsíci od ukončení poslední stimulace (Tabulka 5 a Graf 2). I když rozdíl mezi těmito vyšetřeními je  $12,5^\circ (\pm 5,59^\circ)$ . Limitace těchto a následujících hodnocení jsou uvedené v kapitole Diskuze.

$X_{v3}$ (°)	před 1. stim.	po 1. m. od ukončení poslední stim.	rozdíl
terapeutická skupina	$101,25 \pm 11,92$	$113,75 \pm 16,35$	$12,5 \pm 5,59$

**Tabulka 5.** Hodnoty  $X_{v3}$  u terapeutické skupiny – dlouhodobý efekt stimulace



**Graf 2.** Grafické vyjádření hodnoty  $X_{v3}$  u terapeutické skupiny před 1. stimulací a po 1. m. od ukončení poslední stimulaci

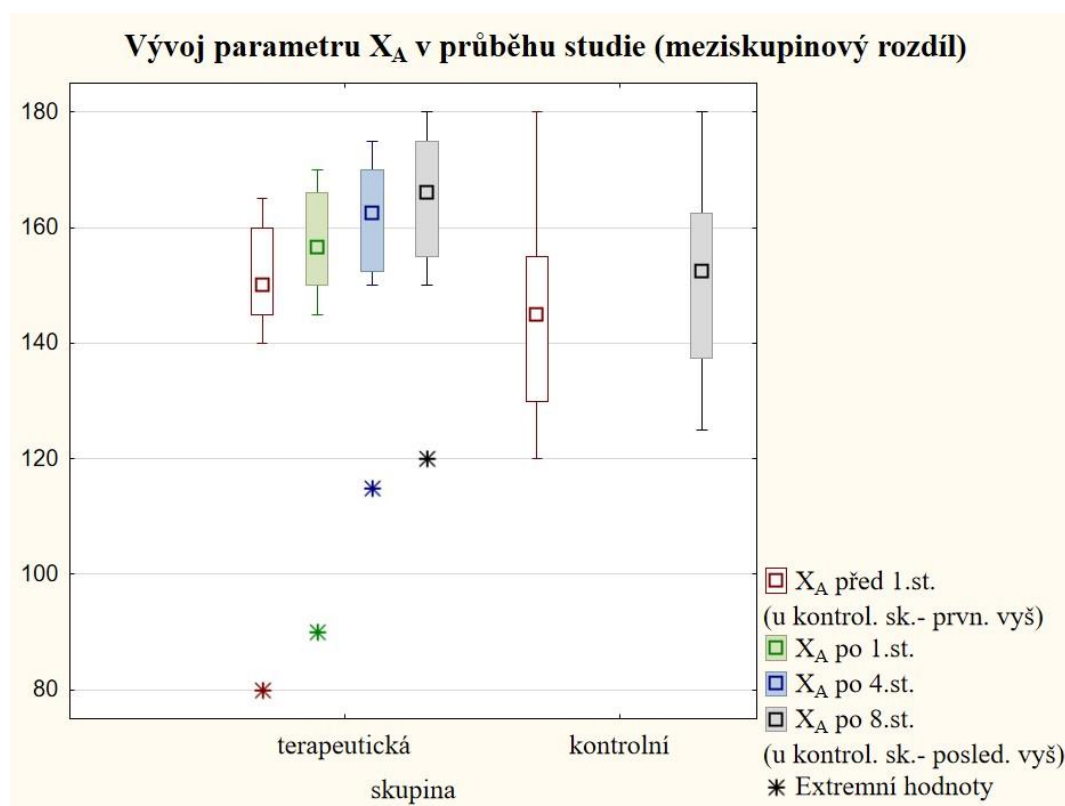
## 4.2 Ověření hypotézy H2

Hypotéza H2 ve znění „Elektrická stimulace dle Hufschmidta zvyšuje aktivní rozsah pohybu

vykonaný antagonistou spastického svalu“ je potvrzena. Důvodem je zaznamenání statisticky významného rozdílu ( $p < 0,05$ ) v parametru  $X_A$  v terapeutické skupině, kdy vnitroskupinový rozdíl byl po 8. stimulaci významně vyšší. V terapeutické skupině došlo k nárůstu aktivního pohybu antagonisty spastického svalu, a průměrná hodnota  $X_A$  se zvýšila o  $17,13^\circ$  ( $\pm 10,33^\circ$ ). U kontrolní skupiny byl tento nárůst o  $6,25^\circ$  ( $\pm 3,31^\circ$ ) (Tabulka 6, Graf 3). Avšak hodnocení meziskupinového rozdílu pomocí Mann-Whitneova U testu neukazuje staticky významný rozdíl změny parametru  $X_A$  mezi terapeutickou a kontrolní skupinou ( $p > 0,05$ ).

$X_A$ ( $^\circ$ )	1. vyšetření	po 8. stimulaci (u kontrol.sk. po 3 týdnech)	Rozdíl
<b>terapeutická skupina</b>	$144,38 \pm 25,43$	$161,5 \pm 18,05$	$17,12 \pm 10,32$
<b>kontrolní skupina</b>	$145 \pm 18,71$	$151,25 \pm 16,91$	$6,25 \pm 3,31$

Tabulka 6. Hodnoty  $X_A$  (průměr  $\pm$  SD) u terapeutické a kontrolní skupiny

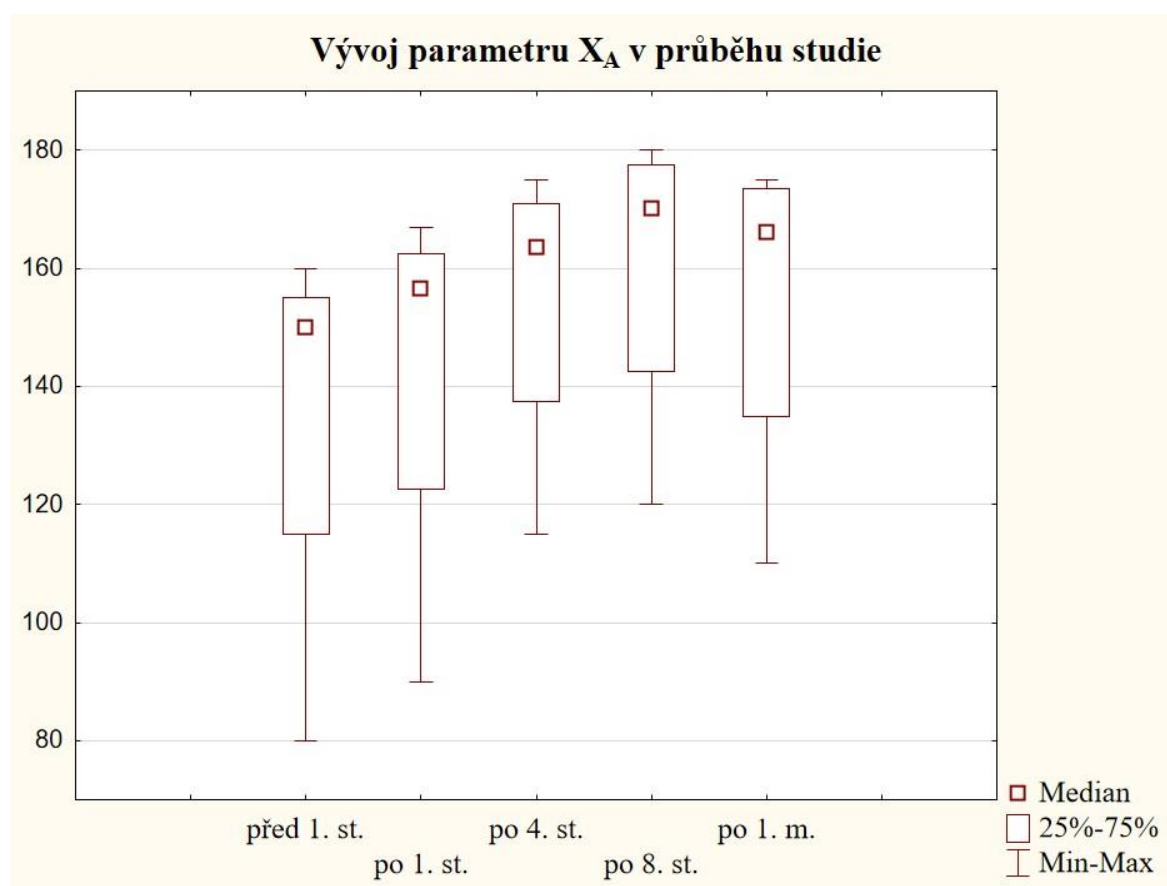


Graf 3. Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot  $X_A$  v průběhu studie

V rámci terapeutické skupiny také není zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p > 0.05$ ) v hodnotě  $X_A$  před 1. stimulací a po 1. měsíci od ukončení poslední stimulace (Tabulka 7 a Graf 4), i když rozdíl mezi těmito vyšetřeními je  $19,3^\circ (\pm 8,47^\circ)$ .

$X_A$ (°)	před 1. stim.	po 1. m. od ukončení poslední stim.	rozdíl
terapeutická skupina	$135 \pm 32,02$	$154,25 \pm 26,16$	$19,3 \pm 8,47$

Tabulka 7. Hodnoty  $X_A$  u terapeutické skupiny – dlouhodobý efekt stimulace



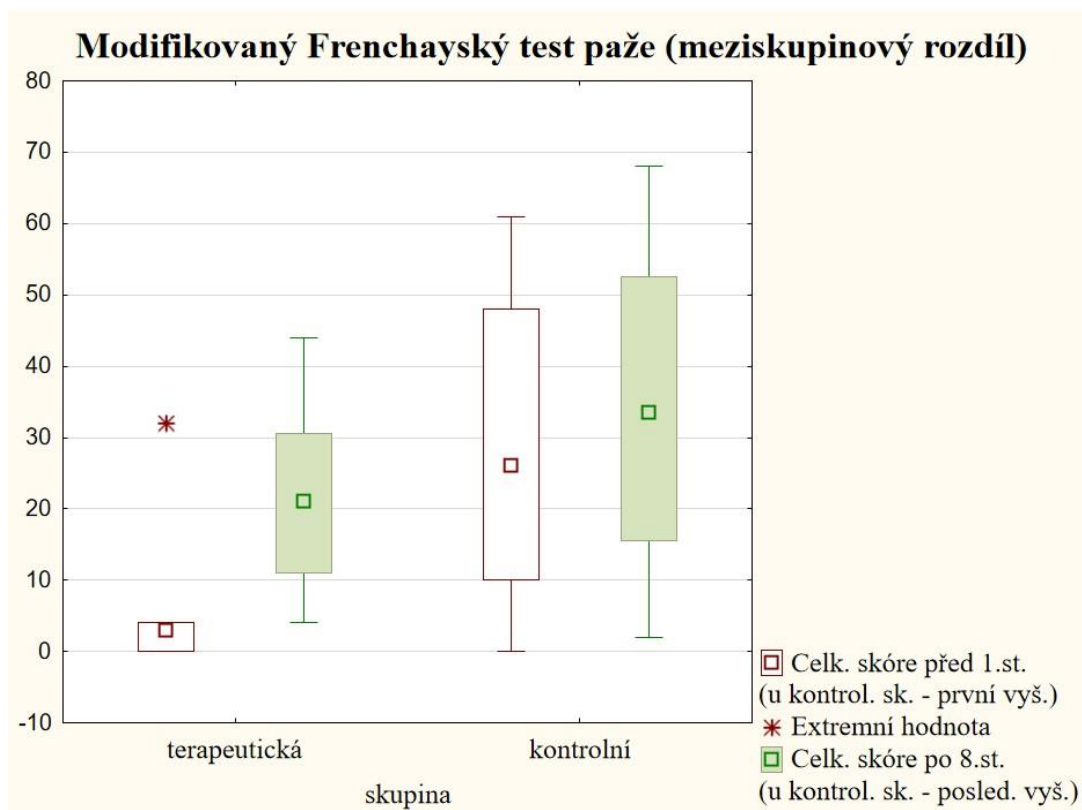
Graf 4. Grafické vyjádření hodnoty  $X_A$  u terapeutické skupiny před 1. stimulací a po 1. m. od ukončení poslední stimulaci

### 4.3 Ověření hypotézy H3

Hypotéza H3 ve znění „Elektrická stimulace dle Hufschmidta má pozitivní vliv na aktivní funkci končetiny, měřenou Modifikovaným Frenchayským testem paže (MFT)“ je potvrzena, jelikož je zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ) v terapeutické skupině mezi celkovým skóre MFT měřeným před 1. a po 8. stimulaci. Průměrná hodnota celkového skóre MFT se zvýšila o 15,88 ( $\pm 9,97$ ). U kontrolní skupiny se celkové skóre zvýšilo o 5,5 ( $\pm 2,4$ ). (Tabulka 8 a Graf 5). Avšak hodnocení meziskupinového rozdílu pomocí Mann-Whitneova U testu také neukazuje staticky významný rozdíl změny skóre MFT mezi terapeutickou a kontrolní skupinou ( $p > 0,05$ ).

MFT	1. vyšetření	po 8. stimulaci (u kontrol.sk. po 3 týdnech)	rozdíl
terapeutická skupina	5,75 $\pm$ 10,06	21,63 $\pm$ 12,61	15,88 $\pm$ 9,97
kontrolní skupina	28,63 $\pm$ 21,21	34,13 $\pm$ 21,96	5,5 $\pm$ 2,4

Tabulka 8. Hodnoty celkového skóre MFT (průměr  $\pm$  SD) u terapeutické a kontrolní skupiny

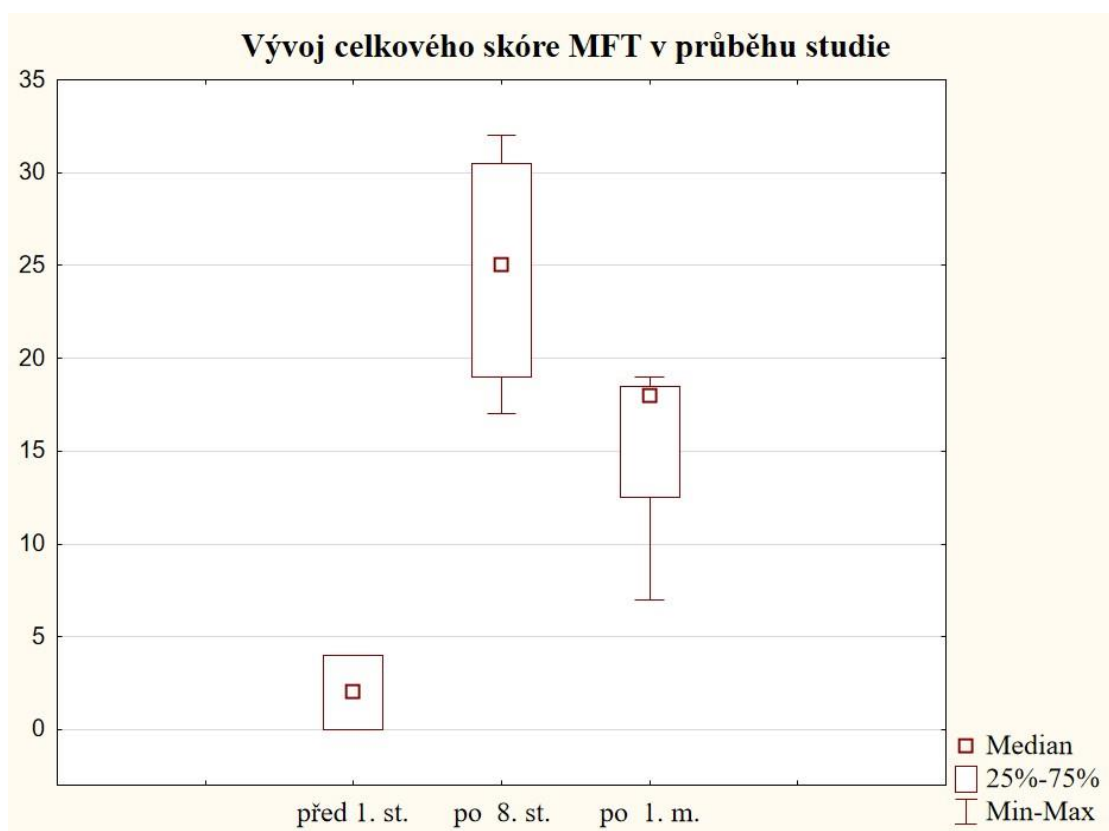


Graf 5. Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot celkového skóre MFT v průběhu studie

V rámci terapeutické skupiny není zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p > 0,05$ ) i v hodnotě celkového skóre MFT před 1. stimulací a po 1. měsíci od ukončení poslední stimulace (Tabulka 9 a Graf 6), i když rozdíl mezi těmito vyšetřeními je  $13,5 (\pm 6,18)$ .

MFT	před 1. stim.	po 1. m. od ukončení poslední stim.	rozdíl
terapeutická skupina	$2 \pm 2$	$15,5 \pm 4,92$	$13,5 \pm 6,18$

**Tabulka 9.** Hodnoty celkového skóre u terapeutické skupiny – dlouhodobý efekt stimulace



**Graf 6.** Grafické vyjádření hodnoty celkového skóre MFT u terapeutické skupiny před 1. stimulací a po 1. m. od ukončení poslední stimulaci

Další výsledky mé diplomové práce jsou uvedené v kapitole Diskuze.



#### 4.4 Zhodnocení dotazníku

4 účastníci z terapeutické skupiny zodpověděli dotazník (Příloha 5) týkající se aplikované elektrostimulace. Dále následují jejich odpovědi:

**1. Věděl(a) jste o elektrické stimulaci dle Hufschmidta před účasti v této diplomové práci?**

1 proband odpověděl „Ano“.

3 probandi odpověděli „Ne“.

**2. Pokud „Ano“, byla Vám někdy aplikována tato stimulace?**

1 proband odpověděl „Ano“.

**3. Jaký byl Váš subjektivní pocit během stimulace?**

Všechny 4 probandi odpověděli, že cítili stah svalů.

**4. Vnímal(a) jste po stimulaci nějakou změnu na horních končetinách?**

3 probandi odpověděli „Ano“.

1 proband odpověděl „Ne“.

**5. Jak byste ohodnotil(a) efekt stimulace?**

3 probandi odpověděli „Pozitivně“.

1 proband odpověděl „Žádný efekt jsem nepocítil(a)“.

**6. Označte, jaké jste pozoroval(a) efekty stimulace (je možné vybrat více odpovědí):**

2 probandi odpověděli „Menší „tuhost“ končetiny.“

2 probandi odpověděli „Zvětšení rozsahu pohybu v loketním kloubu“.

2 probandi odpověděli „Zlepšení motoriky(obratnosti) horní končetiny“.

3 probandi odpověděli „Změna držení končetiny“.

1 proband odpověděl „Žádný efekt jsem nepocítil(a)“.

3 probandi uvedli navíc odpověď do možnosti „Jiné“:

- „jednodušší oblékání; můžu otevřít dveře; neotékají prsty: dřív když ruka v klidu byla furt lehce pokrčena, tak otékali a brněli prsty“
- „líp se mi obléká, větší rozsah v ramenním kloubu“
- „rychleji se oblékám“

**7. Chtěl(a) byste znovu podstoupit tuto stimulaci?**

Všichni 4 probandi odpověděli „Ano“.

**8. Mohl(a) byste doporučit stimulaci dalším pacientům?**

Všichni 4 probandi odpověděli „Ano“.

**9. Popište změnu po jednom měsíci od ukončení stimulační.**

1. proband uvedl: „efekt se zmenšil přibližně o čtvrtinu, je o něco horší ovládnutí rukou, ale hlavně, že v klidu ruka je stále plně natažená a neotékají prsty“

2. proband uvedl: „je to o 30-50 % horší; menší obratnost ruky, ale stejně je to lepší, než bylo před stimulační“

3. proband uvedl: „stále cítím efekt, ale už přibližně o třetinu menší“

4 proband uvedl: „necítím žádný rozdíl“

**Prostor pro Vaše poznámky:**

Všichni 4 probandi uvedli, že by měli zájem provést elektrostimulaci na svaly zápěstí a prstů, jelikož tam pociťují větší omezení funkce končetiny.

## 5 DISKUZE

CMP se řadí mezi nejčastější příčiny úmrtí ale zároveň i mezi nejčastější příčiny disability dospělých. Mezi časté následky CMP patří paréza, poruchy čítí, fatické poruchy a do 42 % pacientů po CMP se potýkají s různě závažnou formou spasticity. Spasticita se často stává klíčovým cílem terapie pacientů po CMP, jelikož způsobuje omezení funkce končetiny při každodenních činnostech pacienta (Harb a Kishner, 2020).

Pro terapii spasticity se využívají různé farmakologické (například baklofen, botulotoxin) a nefarmakologické metody. K nefarmakologickým patří hlavně rehabilitační metody na neurofyzilogickém podkladě, statický strečink, opakované rychlé pohyby antagonistů a další. Jednou z metod fyzikální terapie, která se používá ke snížení spasticity je elektrostimulace. Nejčastěji využívané proudy jsou TENS, NMES a FES. Mnoho studií zkoumalo efekt těchto typů elektrostimulace, některé prokazují statisticky významný pozitivní efekt na snížení spasticity (Mills a Dossa, 2016), některé ne (Peres et al., 2018; Miller et al., 2007). I přes uváděné příznivé účinky těchto typů proudů, optimální načasování, typ, trvání, intenzita, místo aplikace nejsou přesně stanovené (Khan et al., 2019). Například kdybychom se blíže podívali na systematický přehled Mills a Dossa (2016), který zkoumá využití TENS ke snížení spasticity u pacientů po CMP, RS a spinálních poraněních, můžeme vidět, že studie, které jsou zahrnuté do tohoto přehledu využívají různou frekvenci TENS: 100, 25, 4 a 1,7 Hz. Studie se liší mezi sebou i počtem aplikací, kde nejkratší zásah zahrnoval jednu aplikaci TENS, nejdelší intervence byla 5 aplikací týdně v průběhu 3 měsíců. Oblast umístění elektrod se mezi jednotlivými studii rovněž liší. Aplikace se provádí na akupunkturální body, dermatomy, svalová bříška a periferní nervy. Ve většině studií ale byla použita podprahově motorická intenzita stimulace. Autoři v závěru shrnují, že zatím není známo, do jaké míry umístění elektrod, frekvence proudu a počet procedur ovlivňuje výsledky spasticity. Pro poskytování kvalitní péče o pacienty se spasticitou je stále zapotřebí dalšího zkoumání optimálních stimulačních parametrů těchto metod.

Dalšími typy elektrostimulace, které narozdíl od předchozích jsou původně určené pro snížení spasticity, jsou elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta, Jantsche a Edela. V této diplomové práci jsem se blíže zabývala elektrostimulací dle Hufschmidta. Jedním z důvodů výběru tohoto typu proudu byla přítomnost na Klinice rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN Motol přístroje BTL 5000, který produkuje

spřažené impulzy dle Hufschmidta. Po provedené rešerši jsem zjistila, že existuje jen málo studií, které by se zabývaly ověřením vlivu tohoto druhu elektrostimulace na snížení spasticity. Vyhledala jsem pouze 2 publikaci (obě z roku 1970), které zkoumaly vliv spřažených impulzů dle Hufschmidta. Jejich podrobnější popis a jejich limity budou uvedené dále v diskuzi.

Před aplikací elektrostimulace na spastické svaly je potřeba přesně definovat pojem „spasticita“. Jak již bylo uvedeno v teoretické části, jedním z problému studií zabývajících se vyšetřením nebo terapií spasticity je to, že výraz „spasticita“ se často mylně používá pro veškeré projevy zvýšené svalové aktivity, které patří do syndromu centrálního motoneuronu. (Jech, 2015). Khan a kol. (2019) ve svém systematickém přehledu, zabývajícím se nefarmakologickou léčbou spasticity taky uvádí, že v jím zkoumaných studiích místo výrazu „spasticita“ byly použity výrazy „hypertonicita“, „tónus“, „dystonie“, což přinášelo zbytečný zmatek do zkoumaní studií.

Dalším problémem je samotné hodnocení spasticity. Pro vyšetření spasticity se nejčastěji využívají Ashworthova a Modifiovana Ashworthova škály. Jejich hlavní nedostatek spočívá v tom, že nerozlišují mezi svalovou hyperaktivitou neurogenního původu a viskoelasticitou svalu (Harb and Kishner, 2020). To znamená, že z hodnocení dle AS a MAS není zřejmé, zda jde o skutečnou spasticitu, spastickou dystonii, svalovou nebo kloubní kontrakturu, nebo kombinaci uvedených faktorů (Fleuren et al., 2010). Avšak v případě, když chceme snižovat spasticitu použitím elektrostimulace, musíme být jistí, že jde skutečně o spasticitu. V případě, že bychom neodlišili spasticitu od kontraktury měkkých tkání, při použití elektrostimulace by nebyl dosažen žádný efekt, popřípadě došlo by až ke zhoršení stavu. Navíc AS a MAS jsou založené na subjektivním hodnocení vyšetřující osoby bez využití objektivizačních prostředků, například měření úhlů goniometrem. Ansari a kol. (2016) uvádí, že AS a MAS jsou často závislé na zkušenostech a vyškolení vyšetřující osoby. Proto pro vyšetření spasticity v této diplomové práci bylo využito 5krokové klinické hodnocení spastické parézy dle Graciese. Tato škála se rozvíjí na bázi TS, kromě toho komplexně hodnotí spastickou parézu a definuje stupeň spasticity Y, úhel spasticity X, který označuje rozdíl XV1-XV3 (viz teoretická část), kde velký rozdíl označuje větší podíl spasticity, malý rozdíl – větší podíl svalových kontraktur. Navíc 5krokové hodnocení dle Graciese vyšetřuje aktivní pohyb,

subjektivní a objektivní hodnocení spasticity. Uvedené měření se rovněž používá pro ověření hypotéz diplomové práce.

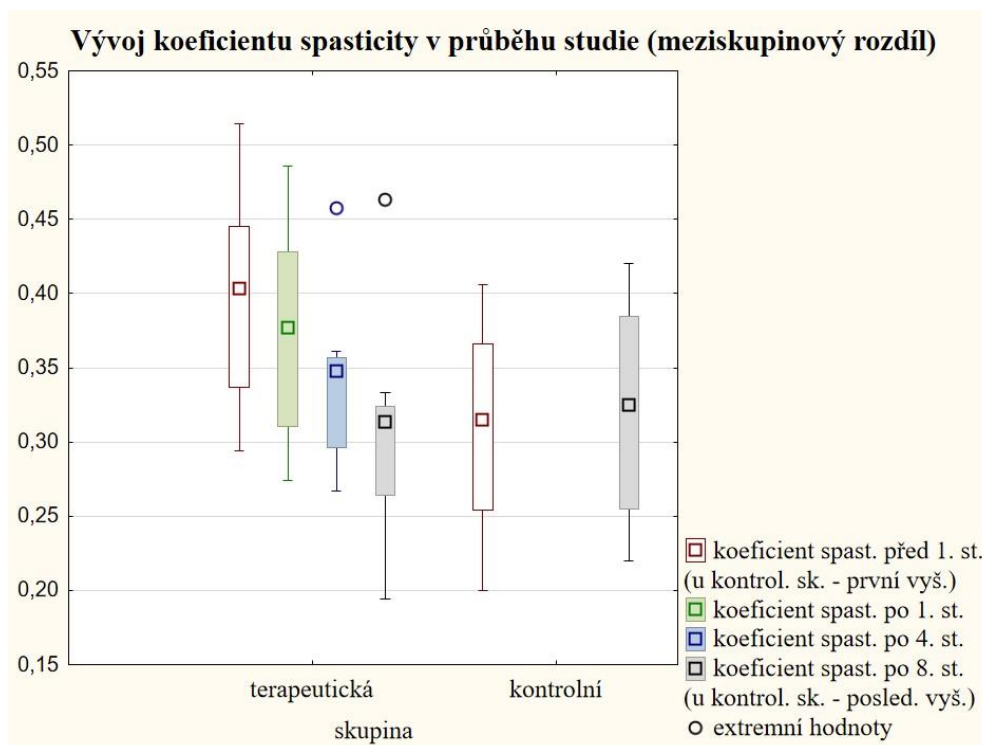
Jednou z podmínek pro účast na této studii byla přítomnost minimálně 2. stupně spasticity ( $Y = 2$ ), což znamená, že intenzita kontrakce je dostatečná k dočasnému zastavení pasivního pohybu v určitém úhlu  $X_{v3}$ , odlišném od  $X_{v1}$  ( $X_{v3} < X_{v1}$ ). Stupeň spasticity  $Y$ , který jsem také hodnotila při každém vyšetření u 6 pacientů terapeutické skupiny se nezměnil a zůstal na stupni 2. Avšak u dvou pacientů stupeň spasticity se zmenšil, u jednoho probanda ze 3. (vyčerpatelný klonus) na 2. (pouze záraz) při osmé stimulaci, u druhého ihned při první stimulaci a zůstal na stupni 2 během celé série aplikací a po 1. měsíci od ukončení elektrostimulace. Samozřejmě je otázkou, co mohlo být příčinou této změny. Je možné, že větší stupeň spasticity jako v případě druhého probanda byl jen aktuálním zhoršením stavu, případně únavou před prvním vyšetřením a zlepšení nastalo následkem samotného vyšetření, při kterém dochází k protažení spastického svalu. K tomuto vyšetření je nutné podotknout, že všechna vyšetření jsem prováděla sama, což je důležité při hodnocení parametrů pasivního pohybu  $X_{v1}$  a úhlu zárazu (spasticity)  $X_{v3}$ , jelikož to zvyšuje šance, že při vyšetření je vždy použita stejná rychlost a síla narozdíl od toho, kdyby to dělali různí vyšetřující.

Účastníci studie se navzájem lišili dobou po prodělané CMP. Střední doba po prodělané CMP je 3 roky ( $\pm 2,26$ ) (nejdelší je 9 let, nejkratší je 1 rok). Přičemž průměr v terapeutické a kontrolní skupině je podobný: 3,06 ( $\pm 1,88$ ) a 2,94 ( $\pm 2,58$ ). Existují údaje o tom, že pacient se nejvíce zlepšuje v prvním půl roce po CMP (Kovářová et al., 2018), avšak ještě ze studie Alfieri (1982), který zkoumal vliv elektrostimulace na snížení spasticity, vychází, že časová prodleva od data cévní mozkové příhody nemusí nutně souviset s výsledky elektroléčby, pokud nedojde k žádné ztuhlosti kloubů, svalové atrofii nebo jiné mezitím přidané komplikaci.

Z výsledků této diplomové práce vyplývá, že elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta snižuje spasticitu, měřenou úhlem zárazu  $X_{v3}$ . Tímto je potvrzena Hypotéza 1. Snížení spasticity je statisticky významné ( $p < 0,05$ ) a v terapeutické skupině se úhel spasticity zvýšil z  $99,75^\circ$  ( $\pm 12,37^\circ$ ) na  $121,88^\circ$  ( $\pm 14,78^\circ$ ) po 8. stimulaci, což je průměrný rozdíl  $22,13^\circ$  ( $\pm 6,73^\circ$ ). Narozdíl od toho, v kontrolní skupině tento rozdíl je pouze  $5^\circ$  ( $\pm 5^\circ$ ). Nehledě na tyto výsledky statistické zpracování dat neukazuje statisticky významný rozdíl ( $p > 0,05$ ). Za limitaci tohoto a dalších výsledků považuji malý počet

pacientů (8 v každé skupině). Kdyby počet probandů byl větší, je možné, že by se dalo očekávat statisticky odlišného hodnocení. Pro potvrzení nebo zamítnutí tohoto předpokladu je potřeba dalších rozsáhlejších studií s větším počtem probandů v obou skupinách.

Jako další důkaz o snížení spasticity může svědčit koeficient spasticity, který ukazuje, jaké je zastoupení spasticity v rámci naměřeného  $X_{v1}$ -PROM ( $(X_{v1} - X_{v3})/X_{v1}$ ). Byl zjištěn statisticky významný vnitroskupinový rozdíl v terapeutické skupině ( $p < 0,05$ ), i když znovu nacházíme statisticky nevýznamný ( $p > 0,05$ ) meziskupinový rozdíl. Přehledně však je vidět snížení koeficientu spasticity v Grafu 7.



**Graf 7.** Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot koeficientu spasticity v průběhu studie

Pro vyvolání požadovaného účinku elektrostimulace, což hlavně je snížení spasticity, je potřeba nastavit správnou intenzitu proudů. Původně avšak nebyla stanovena subjektivní intenzita stimulace, za vhodnou se ale považuje nadprahově motorická intenzita NPM. Avšak Poděbradský a Vařeka (1998) uvádí, že pro uplatnění vlivu svalových vřetének je potřeba, aby v drážděném svalu došlo k mohutné kontrakci, která vyvolá pohyb distální části pohybového segmentu s poměrně velkým rozsahem a úhlovou rychlostí, což je subjektivně vnímáno pacientem jako nepříjemný vjem. Proto jsem se v této práci snažila používat maximální možnou intenzitu, která ale ještě není subjektivně nepříjemná pro pacienta. Všichni pacienti v průběhu stimulace cítili kontrakce svalů. Co

se týče absolutní intenzity, ta samozřejmě byla pro každého pacienta jiná a pohybovala se v rozmezí 20 až 30 mA a postupně se zvyšovala s průběhem jednotlivých sezení v průměru o 5 mA. Tato změna může svědčit o zmenšení hyperaktivity svalu a zmenšení spasticity, jelikož z empirických zkušeností je vidět, že čím je větší spasticita svalu, tím je potřeba menší absolutní intenzity pro vyvolání kontrakce.

Kromě snížení spasticity bylo zjištěno, že elektrostimulace dle Hufschmidta zvyšuje aktivní rozsah pohybu vykonaný antagonisty spastického svalu. Tím byla potvrzena Hypotéza 2. V terapeutické skupině byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ )  $17,12^\circ (\pm 10,32^\circ)$  mezi 1. a 8. vyšetřením. V kontrolní skupině tento rozdíl byl  $6,25^\circ (\pm 3,31^\circ)$ . Nehledě na to meziskupinový rozdíl je považován za statisticky nevýznamný se stejnými limitacemi, které se týkají počtu pacientů v obou skupinách.

Co se týče opakovaných pohybů, které jsem vyšetřovala před 1., po 1., 4., 8. stimulací a po 1. měsíci (u 4 pacientů), jejich hodnota se v obou skupinách nejčastěji nezměnila vůbec, nebo se zvětšila/zmenšila o jedno opakování. Ve všech případech, kdy se zmenšil počet opakování, se zlepšila kvalita provedení pohybu a jeho rozsah. V terapeutické skupině průměr před 1. stimulací byl  $4,88 (\pm 1,83)$ , po 8. stimulaci  $5,13 (\pm 1,69)$ . V kontrolní skupině průměr prvního vyšetření RAP byl  $5 (\pm 2,74)$ , posledního –  $4,88 (\pm 2,8)$ .

V mé diplomové práci je potvrzena Hypotéza 3 ve znění: „*Elektrická stimulace dle Hufschmidta má pozitivní vliv na aktivní funkci končetiny, měřenou Modifikovaným Frenchayským testem paže (MFT)*“. Důvodem je zaznamenání statisticky významného rozdílu mezi vyšetřením před 1. stimulací a po 8. stimulací. Rozdíl mezi tyto měření byl  $21,63 (\pm 12,61)$ . Avšak nehledě na to, měla bych uvést, že většina pacientů v prvním vyšetření vycházela z nulového počtu bodů (nebo také 3 až 4) za většinu úkolů (průměr celkového skóre před první stimulací byl  $5,8 \pm 10$ ). Příčinou toho byla nemožnost provedení úkolů hlavně kvůli přítomnosti velké spasticity (popřípadě spastické dystonie) flexorů zápěstí a prstů, což neumožňovalo uchopit předmět. Kvůli tomu úkol nebyl splněn i přes určitou možnost flexe v loketním kloubu, která je potřebná pro provedení většiny úkolů (i když flexe ve většině případů byla v menším rozsahu nedostatečném pro provedení úkolů s bodovým hodnocením 5). Většina hodnot (Příloha 6) tohoto hodnocení sice se zvýšila na statisticky významný počet bodů, avšak pouze ve 12 případech ze 49 úkolů provedených různými pacienty se zvýšila na 5 bodů z 10, což se označuje za

provedení úkolů s minimální kvalitou. V ostatních případech jednotlivé úkoly sice nebyly kompletně provedené, avšak se zvýšily jeho dílčí části, hlavně flexe v loketním kloubu, supinace ale i zčásti volnější pěst, do které se dalo umístit například malou lahev nebo hřeben. Avšak i toto zlepšení často nestačilo pro kompletní provedení úkolů v jejich minimální kvalitě. Proto pro další studie, a hlavně pro případné další využití této metody ve praxi, považuji za vhodné při provedení elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta aplikovat ji zároveň (případně postupně) na minimálně 2 skupiny spastických svalů a jejich antagonisty na jedné končetině. Tím bych předpokládala větší praktický a funkcionální efekt pro pacienta, jelikož většina běžných denních činností vyžadují souhru jednotlivých skupin svalů a zásahem pouze do jedné části tohoto systému často nemusí být dosažen požadovaný efekt.

V návaznosti na tyto výsledky bych chtěla uvést i skutečnost, že v prostoru pro poznámky k dotazníku, který dostali 4 pacienti z terapeutické skupiny, každý z nich uvedl, že by měl zájem vyzkoušet elektrostimulaci zároveň i na skupinu svalů předloktí pro snížení spasticity flexorové skupiny svalů, jelikož tam vidí větší omezení funkce končetiny, což souvisí i s doporučením Hufschmidta provádět elektrostimulaci na několik skupin svalů končetiny pro dosažení většího efektu (Poděbradský a Vařeka, 1998).

Dále zde je zajímavé se podívat na studii Jusica a Fronjeka (1970), kteří prováděli elektrostimulaci pomocí spřažených impulzů dle Hufschmidta na 32 pacientech s různými diagnózami jako například CMP, roztroušená skleróza, dětská mozková obrna (DMO). Stimulace se prováděla zároveň na několika skupinách svalů jednou denně nebo obden s postupným prodloužením doby mezi jednotlivými stimulacemi. Celkem bylo provedeno od 12 do 80 elektrostimulací v závislosti na požadovaném účinku a progresi snížení spasticity. Pouze u 3 pacientů nedošlo ke zlepšení během terapie. U ostatních pacientů autoři uvedli zlepšení stavu, avšak nehodnotili spasticitu pomocí standardizované hodnotící škály, nýbrž pouhým kazuistickým popisem aktuálních změn, které nastaly u pacienta. Uváděná kinezioterapie, která byla aplikovaná již před stimulací, během stimulace nebyla přerušena u žádného pacienta. Kromě zlepšení spasticity svalů HKK a DKK autoři uvedli i překvapivý efekt na zlepšení udržování moči u pacienta po spinální lézi při stimulaci paravertebrálních a břišních svalů. Dále autoři zpochybňují striktní návod uváděný Hufschmidtem o tom, že se stimulace má provádět nejprve proximálního dále distálního svalstva končetin. I při opačném provedení efekt byl stejně dosažen. Navíc autoři zpochybňují uložení elektrod na spastického agonistu a jeho často oslabeného antagonistu. Z jejich empirických zkušeností umístění obou páru elektrod na



oslabeného antagonistu (často paralelně vedle sebe) docházelo k většímu snížení spasticity, což je v rozporu s neurofyziologickým principem, který je popsán při stimulaci spřaženými impulzy dle Hufschmidta.

Jedním z cílů mé diplomové práce bylo také zjištění dlouhodobého účinku elektrostimulace. Vyšetření bylo provedeno po 1 měsíci od poslední aplikace elektrostimulace. Bohužel kvůli již zmíněným limitujícím faktorům, spojeným s epidemií koronaviru bylo možné provést ověření tohoto účinku pouze u 4 pacientů z terapeutické skupiny. Je to malý vzorek pacientů, ale i tak můžeme vidět určitou tendenci v naměřených hodnotách. Výsledky ukazují, že u každého ze sledovaných parametrů dochází k poklesu průměrných hodnot v porovnání s hodnotami po 8. stimulaci. Parametr  $X_{v3}$ , hodnotící úhel spasticity klesl z průměrné hodnoty  $121,25^\circ (\pm 17,81^\circ)$  u 4 pacientů na průměrnou hodnotu  $113,75^\circ (\pm 16,35^\circ)$ , rozdíl je  $7,5^\circ (\pm 2,5^\circ)$ . Parametr  $X_A$ , hodnotící aktivní rozsah pohybu klesl z průměrné hodnoty  $160^\circ (\pm 23,72^\circ)$  u 4 pacientů na průměrnou hodnotu  $154,25^\circ (\pm 26,16^\circ)$ , rozdíl je  $5,75^\circ (\pm 3,77^\circ)$ . Celkové skóre MFT se také snížilo v porovnání s hodnotami po 8. stimulaci z  $24,8 (\pm 6,02)$  u 4 pacientů na průměrnou hodnotu  $15,5 (\pm 4,92)$ , rozdíl je  $9,25 (\pm 4,44)$ . Kvůli tomuto poklesu rozdíl mezi prvním vyšetřením čtyř sledovaných pacientů a vyšetřením po 1 měsíci od konce aplikace elektrostimulace již není statisticky významný ( $p > 0,05$ ), i když rozdíl mezi těmito vyšetřeními je stejně přítomen. U parametru  $X_{v3}$  tento rozdíl je  $12,5 (\pm 5,59)$ , u parametru  $X_A$  je  $19,3 (\pm 8,47)$ , u parametru celkového skóre MFT je  $13,5 (\pm 6,18)$ . Tato změna ukazuje na skutečnost, že sledovaný účinek se sice snižuje, ale stejně je podstatně lepší, než byl před elektrostimulací. A znovu je zde limitací malý počet probandů.

Při hodnocení dotazníku také vidíme, že na otázku o změně efektu po jednom měsíci od poslední elektrostimulace 3 ze 4 dotazovaných pocítili subjektivní rozdíl v rozmezí od 25 do 50 % původního dosaženého efektu, hlavně co se týče obratnosti ruky.

Zde (s určitým ohledem na kvalitu) se můžeme podívat na jednu ze dvou dohledaných studií o využití elektrostimulace dle Hufschmidta. Glenting (1970) ve své studii prováděl stimulaci spastických svalů horní končetiny u 15 pacientů s dětskou mozkovou obrnou a dosáhl následujících výsledků: určitá forma relaxace spastických svalů (bez uvedení konkrétního vyšetření) byla dosažena po prvních 5-6 elektrostimulacích. Po 15–20 aplikacích po dobu jednoho měsíce účinek trval další měsíc, a u poloviny probandů minimální efekt trval ještě dalších 3-4 měsíce, poté efekt zcela zmizel. Největší efekt v porovnání s původním stavem byl dosažen u 5 probandů

s nejzávažnější formou spasticity (bez udání konkrétního hodnocení). V závěru této studie autor znovu bez podrobnějších vysvětlení poukazuje na jednodušší použití klasické fyzioterapie u těchto pacientů. Avšak shrnuje pozitivní efekt elektrostimulace dle Hufschmidta a ukazuje s odkazem na původní publikaci Hufschmidta na možnost dosažení akumulovaného účinku trvajících 1 až několik měsíců, po kterém lze zahájit novou sérii stimulací. Autor doporučuje provádět elektrostimulaci 2 až 5krát týdně po dobu 2 až 6 týdnů. Mým předpokladem je, že kdyby i v mé studii se elektrostimulace prováděla častěji třeba 5krát týdně a případně s prodloužením doby stimulace na měsíc, efekt by trval déle ode dne ukončení elektrostimulace. V praxi takové provedení elektrostimulace by se teoreticky dalo zařadit mezi jiné druhy rehabilitace během stacionárního pobytu pacientů po CMP v rehabilitačních střediscích. Je zřejmé, že pro ověření tohoto předpokladu je také potřeba dalších studií, které by sledovaly dlouhodobý účinek elektrostimulace na větším vzorku pacientů.

Jako jeden z dalších parametrů, který jsem sledovala v rámci 5krokového hodnocení spasticity dle Graciese je subjektivní hodnocení spastické končetiny samotným pacientem. Jako subjektivní škálu jsem vybrala doporučenou Graciesem (2010) GSSA. Pomocí této škály pacienti hodnotili bolest, nepohodlí při ADL pro ztuhlost a celkové hodnocení funkce končetiny. Průměr celkového skóre před první stimulací byl 12,88 ( $\pm 3,22$ ), po poslední 16,13 ( $\pm 2,85$ ), rozdíl je 3,25 ( $\pm 2,05$ ). Tento rozdíl se ukazuje jako statisticky významný ( $p < 0,05$ ). Dále jsem porovnála výsledky před první stimulací (průměr 11,5 ( $\pm 1,66$ )) u 4 pacientů a po jednom měsíci od ukončení elektrostimulace (průměr 13,75 ( $\pm 0,83$ )). Rozdíl byl 2,25 ( $\pm 0,83$ ). Tyto změny nejsou statisticky významné, a znovu se ukazuje snížení hodnot po jednom měsíci, avšak nehledě na to, vždycky jsou to vyšší hodnoty než před sérií elektrostimulací. Výsledky nejsou statisticky významné ani v porovnání s kontrolní skupinou, kde průměrný rozdíl mezi prvním a posledním vyšetřením byl 2 ( $\pm 2,18$ ). Při podrobnějším zkoumání výsledků tohoto hodnocení můžeme vidět, že jen 2 pacienti z 16 udávali bolest končetiny (5 bodů z 10), většina nepocítovala žádnou bolest nebo minimální (8 nebo 9 bodů z 10). Největší problém pacienti naopak vidí ve ztuhlosti končetiny, kvůli které nemůžou provádět běžné denní činnosti.

Tady se můžeme znovu podívat na odpovědi pacientů, kteří vyplnili dotazník. Jako efekt stimulace 3 probandů ze 4 uvedli pozitivní změny po elektrostimulaci (jeden změnu nepocítil). Jako efekt stimulace dotazované uvedli změnu držení končetiny, 2 uvedli

zmenšení tuhosti, zvětšení rozsahu pohybu v loketním kloubu a zlepšení obratnosti horní končetiny, navíc 3 z dotazovaných uvedli jednodušší oblékání. Jeden jako svůj subjektivní pocit uvedl, že mu neotékají a nebrní prsty, což se dřív stávalo dle jeho názoru kvůli tomu, že ruka i v klidu byla v nepřírozené pokrčené poloze kvůli spastické dystonii. Všichni 4 dotazovaní by chtěli znovu podstoupit elektrostimulaci a doporučili by ji ostatním pacientům. 1 dotazovaný ze 4 uvedl, že věděl dřív o použití elektrostimulace dle Hufschmidta, a dokonce mu byla aplikována na pracovišti Neurologické kliniky VFN. Kontaktovala jsem pracoviště Neurologické kliniky VFN a bylo mi potvrzeno, že toto pracoviště momentálně využívá elektrostimulaci dle Hufschmidta jako doplnění ke klasické fyzioterapii. V této práci jsem neprováděla další rešerši o zjištění jiných pracovišť v České republice, která by využívala tento typ elektrostimulace.

Bohužel kvůli absenci dalších studií zabývajících se snížením spasticity pomocí elektrostimulace dle Hufschmidta nemám možnost porovnat výsledky této studie. Avšak, existuje diplomová práce, kterou vypracovala Mgr. Pokorná (2018), která se zabývá problematikou použití elektrostimulace dle Jantsche ke snížení spasticity m. triceps surae pacientů s diagnózou RS. Jantsche je jiný typ proudu s jinou frekvencí a dobou trvání impulzů, avšak využívá stejných neurofyziologických principů, založených na reciproční inhibici při postupném střídání kontrakce spastického agonisty a jeho často paretického popřípadě oslabeného antagonisty. V její práci po osmi terapiích je dosažen statisticky významný rozdíl parametrů  $X_{V3}$  a  $X_A$  mezi první a poslední stimulací. Tento rozdíl je dosažen nejenom v terapeutické skupině, ale i jako meziskupinový rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou. Navíc je pozorován statisticky významný rozdíl ihned po první stimulaci, což svědčí o okamžitém efektu těchto typů proudů. Avšak v její práci není zaznamenán statisticky významný vnitroskupinový a meziskupinový rozdíl při měření rychlosti chůze pomocí 10MWT a Timed Up and Go testu (TUG), což zase může svědčit o komplexnosti chůze a případné potřebě zásahu do jiných svalových skupin dolní končetiny. Tato práce ukazuje také potřebu dalších studií pro zjištění dlouhodobého efektu elektrostimulace, čímž sloužila jako inspirace pro vytvoření mé diplomové práce.

### **Limitace studie**

Za hlavní limitaci této studie považuji skutečnost, že pacienti ze tří pracovišť měli různé podmínky v průběhu studie a neměli zcela jednotnou formu vedlejší terapie. Pacienti, kteří byli hospitalizováni v Centru následné péče FN Motol a LRS Chvaly, měli

každodenní rehabilitaci narozdíl od pacientů z Centru Ergo Aktiv, kteří měli fyzioterapii 1 až 2krát týdně. I přes to že pacienti z Centra Ergo Aktiv měli fyzioterapii méně často, tito pacienti měli lepší kondici a mohli docházet na ambulantní léčbu. Kromě toho vedlejší fyzioterapie ve všech případech měla charakter hlavně léčebné tělesné výchovy zaměřené na zvýšení celkové tělesné kondice. Bohužel se uvedeným limitacím nešlo po celou dobu psaní této diplomové práci vyhnout. Z důvodu epidemie Covid-19 nebylo možné vyhledat pracoviště, které by mohlo zajistit potřebný počet probandů (kteří by pobývali na pracovišti po dobu 3 týdnů), mělo by přístroj, produkující spřažené impulzy dle Hufschmidta a nemělo by omezené docházení za pacienty. I přes tento limit výsledky práce ukazují, že přes rozmanitost pacientů v obou skupinách pacienti z terapeutické skupiny mají podstatný rozdíl ve vyšetřených hodnotách v porovnání s kontrolní skupinou.

Za další limitaci této práce považuji skutečnost, že pacienti po 1., 4., a 8. stimulaci byli vždy vyšetřeni bezprostředně po elektrostimulaci a je možné uvažovat, že vždy byl vyšetřen okamžitý efekt elektrostimulace. Avšak vždy vyšetřené hodnoty měly zlepšující se tendenci, proto se dá očekávat, že je přítomen kumulativní efekt elektrostimulace.

Nehledě na tyto limity považuji elektrostimulaci dle Hufschmidta za jeden z účinných prostředků ke snížení spasticity pacientů nejen po CMP. Mým názorem je, že tato elektrostimulace by měla být zařazena mezi ostatní rehabilitační metody, které se používají ke zlepšení projevů spasticity pacientů s neurologickými diagnózami.

## ZAVĚR

V teoretické části této diplomové práci jsem popsala základní informace o CMP, spasticitě a elektrostimulaci, která je jednou z nefarmakologických metod, které se používají ke zmírnění spasticity. Z provedené rešerše jsem zjistila, že nejčastěji používané typy elektrostimulace jsou TENS, NMES a FES. Tyto typy proudů nejsou původně určené ke snížení spasticity. Avšak existují i další typy proudů, které jsou primárně vytvořené pro snížení spasticity. Jsou to elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta, Jantsche a Edela. O těchto typech elektrostimulace je naopak jen málo informací, což bylo jedním z důvodů vytvoření této diplomové práce.

V teoretické části jsem se blíže zabývala využitím elektrostimulace pomocí spřažených impulzů dle Hufschmidta. Pro zjištění efektu těchto proudů byla vytvořena pilotní kontrolovaná nerandomizovaná studie, které se zúčastnilo celkem 16 pacientů po CMP. 8 probandů bylo zařazeno do terapeutické skupiny, 8 - do kontrolní skupiny. Probandi z terapeutické skupiny podstoupili 8 aplikací elektrostimulace na spastický m. biceps brachii. Výsledky této studii ukazují, že elektrostimulace dle Hufschmidta má pozitivní vliv na snížení spasticity, konkrétně snižuje úhel zárazu Xv3 v terapeutické skupině. Navíc je zjištěn pozitivní vliv elektrostimulace na zvýšení aktivního rozsahu pohybu, prováděného antagonistou spastického svalu. Tento vliv je znovu prokázán v terapeutické skupině. Dále je zjištěn pozitivní vliv elektrostimulace na zlepšení aktivní funkce končetiny, který byl vyšetřen pomocí MFT. Avšak u všech výše uvedených vyšetření nebyl prokázán meziskupinový rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou. Příčinou toho může být malý počet pacientů v obou skupinách. Proto je potřeba dalších rozsáhlejších studií, které by zkoumaly vliv tohoto typu elektrostimulace.

Jedním z cílů této práce bylo zjistit dlouhodobý vliv elektrostimulace dle Hufschmidta na snížení spasticity. Kvůli komplikacím, které byly spojené s epidemií Covid-19, vyšetření po 1 měsíci od ukončení stimulace podstoupili pouze 4 probandi. V každém z uvedených vyšetření (úhel spasticity, AROM a skóre MFT) došlo ke snížení naměřených hodnot v porovnání s vyšetřením po 8. stimulaci. Avšak i přes to se tyto parametry podstatně liší v porovnání s prvním vyšetřením. Dalo by se očekávat, že kdyby elektrostimulace se prováděla častěji (ve studii 3krát týdně) nebo po delší dobu (ve studii 3 týdny), efekt elektrostimulace by byl větší a trval by delší dobu. Pro potvrzení nebo zamítnutí tohoto předpokladu je potřeba dalších studií.

Avšak i přes uvedené limity byl prokázán efekt elektrostimulace na snížení spasticity, zvýšení aktivního rozsahu a celkové funkce končetiny. Dle mého názoru tento typ elektrostimulace by měl být zaveden do běžného provozu rehabilitačních center v doplnění k dalším metodám. Je důležité využívat veškeré metody, které by mohly zmírnit symptomy spasticity pacientů s různými diagnózami.

## REFERENČNÍ SEZNAM

AKPINAR, Pinar et al. Reliability of the Modified Ashworth Scale and Modified Tardieu Scale in patients with spinal cord injuries [online]. 2017, 55(10), 944-949 [cit. 2020-12-29]. PMID: 28485384. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28485384/>

ALFIERI, V. Electrical treatment of spasticity. Reflex tonic activity in hemiplegic patients and selected specific electrostimulation. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 1982, 14(4), 177-82 [cit. 2020-11-21]. ISSN 0036-5505. Dostupné z: <https://1url.cz/sz07k>

AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie*. 7 vyd. Praha: Galen, 2011. ISBN 978-80-7262-707-3.

ANSARI, Nouredin Nakhostin, Soofia NAGHDI, Hoda MOAMMERI a Shohreh JALAIE. Ashworth Scales are unreliable for the assessment of muscle spasticity. *Physiotherapy theory and practice* [online]. 2006, 22(3), 119-125 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16848350/>

AUCHSTAETTER, Nolan et al. Physical Therapists' Use of Functional Electrical Stimulation for Clients With Stroke: Frequency, Barriers, and Facilitators. *Physical therapy* [online]. 2016, 96(7), 995-1005 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26700271/>

BAKHTIARY, Amir H a Elham FATEMY. Does electrical stimulation reduce spasticity after stroke? A randomized controlled study. *Clinical rehabilitation* [online]. 2008, 22(5), 418-425 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18441038/>

BOHANNON, Richard a Melissa SMITH. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical therapy* [online]. 1987, 67(2), 206-207 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3809245>

COUPLAND, Alexander P, Ankur THAPAR, Mahim I QURESHI, Harri JENKINS a Alun H DAVIES. The definition of stroke. *Journal of the Royal Society of*

*Medicine* [online]. 2017, **110**(1), 9-12 [cit. 2020-09-26]. ISSN 0141-0768. Dostupné z: doi:10.1177/0141076816680121

EHLER, Edvard. Spasticita – klinické škály. *Neurologie pro praxi*. 2015, **16**(1), 20-23. ISSN 1213-1814. Dostupné také z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/archiv.php>

ETOH, Seiji et al. Effects of concomitant neuromuscular electrical stimulation during repetitive transcranial magnetic stimulation before repetitive facilitation exercise on the hemiparetic hand. *NeuroRehabilitation* [online]. 2019, **45**(3), 323-329 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31796693/>

FLEUREN, Judith et al. Stop using the Ashworth Scale for the assessment of spasticity. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* [online]. 2010, **81**(1), 46-52 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.2009.177071>

FORMANOVÁ, Pavla a Dobroslava JANDOVÁ. Léčebná rehabilitace u neurologických diagnóz: Náhlé cévní mozkové příhody. 2. díl. Praha: Dr. Josef Raabe, 2017. ISBN 978-80-7496-310-0.

GÁL, Ota, Martina HOSKOVCOVÁ a Robert JECH. Neuroplasticita, restituce motorických funkcí a možnosti rehabilitace spastické parézy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2015, **22**(3), 101-127. ISSN 1211-2658. [cit. 2020-09-26]. Dostupné také z: <http://www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-clanek/neuroplasticita-restituce-motoricky-funkci-a-moznosti-rehabilitace-spasticke-parezy-55870>

GANESH, Shankar et al. Effectiveness of Faradic and Russian currents on plantar flexor muscle spasticity, ankle motor recovery, and functional gait in stroke patients. *Physiotherapy Research International* [online]. 2018, **23**(2) [cit. 2020-09-13]. DOI: 10.1002/pri.1705. ISSN 13582267. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pri.1705>

GLENTING, P. Electrotherapy according to Hufschmidt. A new method of treatment for marked hypertonicity in spastics and athetotics. *Nordisk Medicin* [online]. 1970, **83**(6), 175-6 [cit. 2020-11-21]. ISSN 0029-1420. Dostupné z: <https://1url.cz/ez07h>



GRACIES, Jean-Michel et al. Five-step clinical assessment in spastic paresis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2010, **46**(3), 411-421 [cit. 2020-12-30]. PMID: 20927007. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20927007/>

GRACIES, Jean-Michel. Coefficients of impairment in deforming spastic paresis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2015, **58**(3), 173-178 [cit. 2020-12-26]. ISSN 1877-0657. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065715000512?via%3Dihub>

HARB, Andrew a Stephen KISHNER. Modified Ashworth Scale. *StatPearls* [online]. 2020 [cit. 2020-12-28]. PMID: 32119459. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119459/>

HU, Xiao-Ling et al. Wrist Rehabilitation Assisted by an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation Robot After Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2014, **29**(8) [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1545968314565510>

JECH, Robert. Klinické aspekty spasticity. *Neurologie pro praxi*. 2015, **16**(1), 14-19. ISSN 1213-1814. [cit. 2020-09-26]. Dostupné také z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/archiv.php>

JENÍČEK, Jakub. *Efekt funkční peroneální elektrostimulace na chůzi pacientů po cévní mozkové příhodě* [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/110650>. Disertační práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Fyzioterapie. Vedoucí práce Petr Miroslav.

JOHNSON, Walter, Oyere ONUMA, Mayowa OWOLABI a Sonal SACHDEV. Stroke: a global response is needed. *Bulletin of the World Health Organization* [online]. 2016, **94**(9), 634-634A [cit. 2020-09-26]. ISSN 0042-9686. Dostupné z: [doi:10.2471/BLT.16.181636](https://doi.org/10.2471/BLT.16.181636)

JUSIC, A a N FRONJEK. Treatment of spasticity with low-frequency rhythmic electric stimulation of the muscle by Hufschmidt's method (our experiences and modifications. *Neuropsychiatrija* [online]. 1970, **18**(4), 387-96 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://1url.cz/bz074>

KAŇOVSKÝ, Petr. Patofyziologie spasticity. *Neurologie pro praxi*. 2015, **16**(1), 10-13. ISSN 1213-1814 [cit. 2020-09-26]. Dostupné také z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/archiv.php>

KHAN, Fary et al. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: An overview of systematic reviews. *Annals of physical and rehabilitation medicine* [online]. 2019, **62**(4), 265-273 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29042299/>

KONEČNÝ, Petr et al. Efekty kombinované terapie botulotoxinem a funkční elektrostimulace na spastickou chuži pacientu po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2018, **25**(2), 59-61 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/archiv-cisel/2018-2-14>

KOVÁŘOVÁ, I, A OKTÁBCOVÁ, T GUEYE a O ŠVESTKOVÁ. Cévní mozková příhoda: Soubor doporučení pro pacienty a jejich rodiny. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2018, **25**(3), 126-130 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://1url.cz/aKtMb>

LEE, Ya-yun et al. Effects of combining robot-assisted therapy with neuromuscular electrical stimulation on motor impairment, motor and daily function, and quality of life in patients with chronic stroke: a double-blinded randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2015 [cit. 2021-03-08]. PMID: 26520398. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26520398/>

MILLER, L. et al. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal* [online]. 2007, **13**(4), 527-533 [cit. 2020-10-08]. DOI: 10.1177/1352458506071509. ISSN 1352-4585. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1352458506071509>

MILLS, Patricia Branco a Farhana DOSSA. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Management of Limb Spasticity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 2016, **95**(4), 309-318 [cit. 2021-03-07]. ISSN 0894-9115. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26829077/>

*MODULE 1: PATHOPHYSIOLOGY OF STROKE, NEUROANATOMY, AND STROKE SYNDROMES* [online]. ACUTE STROKE UNIT ORIENTATION, SWO Stroke Network, 2018 [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <http://swostroke.ca/wp-content/uploads/2014/06/Mod1-Learning-Objectives.pdf>

MORRIS, Susan Louisa a Gavin WILLIAMS. A historical review of the evolution of the Tardieu Scale. *Brain Injury* [online]. 2018, **32**(5), 665-669 [cit. 2020-12-29]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1432890>

PERES, André Salles Cunha et al. Can somatosensory electrical stimulation relieve spasticity in post-stroke patients?: A TMS pilot study. *Biomedizinische Technik* [online]. 2018, **63**(4), 501-506 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28475487/>

PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ. Fyzikální terapie: Manuál a algoritmy. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.

PODĚBRADSKÝ, Jiří a Ivan VAŘEKA. *Fyzikální terapie II*. Grada, 1998. ISBN 8071696617.

POKORNÁ, Anna. *Ovlivnění spasticity u pacientů s roztroušenou sklerózou metodou elektrické stimulace dle Jantsche*. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2018, s. 89. Vedoucí práce MUDr. Martina Kövári. [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://1url.cz/CK1Wm>

REDDY, Doodipala Samba, et al. Prospects of modeling poststroke epileptogenesis. *Journal of Neuroscience Research* [online]. 2017, **95**(4), 1000-1016 [cit. 2020-11-07]. DOI: 10.1002/jnr.23836. ISSN 03604012. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jnr.23836>

ROBERTSON, Val et al. *Electrotherapy explained : principles and practice* [online]. 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006 [cit. 2021-03-09]. ISBN 0750688432. Dostupné z: <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:001033812>

ROPPER, Allan et al. *Adams and Victor's Principles of neurology* [online]. Eleventh Edition. McGraw-Hill Education, 2019 [cit. 2020-11-29]. ISBN 978-0-07-184261-7.

Dostupné z:

<https://neurology.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1477&ionid=85536145>

RŮŽIČKA, Evžen, Karel ŠONKA, Petr MARUSIČ a Robert RUSINA. *Neurologie*. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton, 2019. ISBN 978-80-7553-681-5.

SIMON, Roger, Michael AMINOFF a David GREENBERG. *Clinical Neurology*. Tenth Edition. McGraw-Hill Education, 2018. ISBN 978-1-259-86172-7.

TSUCHIYA, Mayo, Akio MORITA a Yukihiro HARA. Effect of Dual Therapy with Botulinum Toxin A Injection and Electromyography-controlled Functional Electrical Stimulation on Active Function in the Spastic Paretic Hand. *Journal of Nippon Medical School* [online]. 2016, **83**(1), 15-23 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26960584/>

ŠTĚTKÁŘOVÁ, Ivana. Mechanizmy spasticity a její hodnocení. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2013, **76**(3), 267-280. ISSN 1210-7859 [cit. 2020-09-26]. Dostupné také z: <http://www.prolekare.cz/ceska-slovenska-neurologie-clanek/mechanizmy-spasticity-a-jeji-hodnoceni-40575>

VIRANI, Salim et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2020 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation* [online]. 2020, **141**(9) [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: doi:10.1161/CIR.0000000000000757

YUZER, Güldal Funda Nakipoğlu, Neşe ÖZGIRGIN a Burcu Köse DÖNMEZ. A Randomized Controlled Study: Effectiveness of Functional Electrical Stimulation on Wrist and Finger Flexor Spasticity in Hemiplegia. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases* [online]. 2017, **26**(7), 1467-1471 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28462794/>

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. <i>Vyšetření m. biceps brachii (1-4 krok Klinického hodnocení spasticity dle Graciese)</i> .....	37
Tabulka 2. <i>GSSA (Global subjective self assessment) (5 krok Klinického hodnocení spasticity dle Graciese)</i> .....	37
Tabulka 3. <i>Modifikovaný Frenchayský test paže (5 krok Klinického hodnocení spasticity dle Graciese)</i> .....	38
Tabulka 4. <i>Hodnoty <math>X_{v3}</math> (průměr <math>\pm</math> SD) u terapeutické a kontrolní skupiny</i> .....	43
Tabulka 5. <i>Hodnoty <math>X_{v3}</math> u terapeutické skupiny – dlouhodobý efekt stimulace</i> .....	44
Tabulka 6. <i>Hodnoty <math>X_A</math> (průměr <math>\pm</math> SD) u terapeutické a kontrolní skupiny</i> .....	45
Tabulka 7. <i>Hodnoty <math>X_A</math> u terapeutické skupiny – dlouhodobý efekt stimulace</i> .....	46
Tabulka 8. <i>Hodnoty celkového skóre MFT (průměr <math>\pm</math> SD) u terapeutické a kontrolní skupiny</i> .....	47
Tabulka 9. <i>Hodnoty celkového skóre u terapeutické skupiny – dlouhodobý efekt stimulace</i> .....	48

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot $X_{v3}$ v průběhu studie.....	43
Graf 2. Grafické vyjádření hodnoty $X_{v3}$ u terapeutické skupiny před 1. stimulací a po 1. m. od ukončení poslední stimulaci .....	44
Graf 3. Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot $X_A$ v průběhu studie.....	45
Graf 4. Grafické vyjádření hodnoty $X_A$ u terapeutické skupiny před 1. stimulací a po 1. m. od ukončení poslední stimulaci .....	46
Graf 5. Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot celkového skóre MFT v průběhu studie .....	47
Graf 6. Grafické vyjádření hodnoty celkového skóre MFT u terapeutické skupiny před 1. stimulací a po 1. m. od ukončení poslední stimulaci.....	48
Graf 7. Grafické vyjádření meziskupinového rozdílu hodnot koeficientu spasticity v průběhu studie .....	54

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Cévní zásobení mozku ( <i>SWO Stroke Network, 2018</i> ).....	16
Obrázek 2. Syndrom centrálního motoneuronu. Triáda paréza – zvýšená svalová aktivita – zkrácení svalu. ( <i>Jech, 2015</i> ).....	17
Obrázek 3. Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta ( <i>Poděbradský a Vařeka, 1998</i> ).....	29
Obrázek 4. Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Jantsche ( <i>Poděbradský a Vařeka, 1998</i> ).....	30
Obrázek 5. Elektrostimulace spřaženými impulzy dle Edela ( <i>Poděbradský a Vařeka, 1998</i> ).....	31
Obrázek 6. Ukázka aplikace dvoukanálové elektrostimulace dle Hufschmidta ( <i>vlastní foto</i> ) .....	40

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Informovaný souhlas (terapeutická skupina) .....	73
Příloha č. 2: Informovaný souhlas (kontrolní skupina) .....	74
Příloha č. 3: Protokol k diplomové práci – terapeutická skupina .....	75
Příloha č. 4: Protokol k diplomové práci – kontrolní skupina .....	78
Příloha č. 5: Dotazník k diplomové práci .....	80
Příloha č. 6: Naměřené hodnoty v průběhu studie .....	81



## PŘÍLOHY

### Příloha č. 1: Informovaný souhlas (terapeutická skupina)

#### Informovaný souhlas

pro diplomovou práci:

období realizace:

Vážená paní/vážený pane,

obracím se na Vás s prosbou o účasti v praktické části diplomové práce, jejíž cílem je prozkoumat vliv elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta na snížení spasticity m. biceps brachii pacientů po CMP. Součástí této práce je neinvazivní vyšetření (Pět kroků klinického hodnocení spastické parézy dle Graciese) a absolvování elektroterapie (elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta). Tato elektrostimulace má obecné kontraindikace pro fyzikální terapii, kam patří: přítomnost kardiostimulátoru, přítomnost kovových předmětů, ložiska tumoru, porušeného čítí nebo porušeného povrchu kůže v oblasti aplikace elektrostimulace, přítomnost horečnatých stavů a kachexie. Elektrostimulace se provádí přiložením 2 párů elektrod na m. biceps brachii a m. triceps brachii, je nebolestivá a trvá 15 minut. Nejsou známé vedlejší účinky této elektrostimulace. Veškeré výsledky vyšetření a elektrostimulace budou použity jen pro účely diplomové práce a budou publikované anonymně. Během vyšetření a terapie účastník může klast otázky. Účastník má možnost ze studie kdykoliv odstoupit a to i bez udání důvodu.

Pokud s účastí na projektu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

*Souhlasím se zapojením do studie za podmínek popsanych výše a anonymním publikováním výsledků vyšetření a elektrostimulace.*

Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu:

\_\_\_\_\_

V \_\_\_\_\_ dne: \_\_\_\_\_

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:

\_\_\_\_\_

V \_\_\_\_\_ dne: \_\_\_\_\_

## Příloha č. 2: Informovaný souhlas (kontrolní skupina)

### Informovaný souhlas

pro diplomovou práci:

období realizace:

Vážená paní/vážený pane,

obracím se na Vás s prosbou o účasti v praktické části diplomové práce, jejíž cílem je prozkoumat vliv elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta na snížení spasticity m. biceps brachii pacientů po CMP. Převážně žádám Vás o účasti v kontrolní skupině této diplomové práce, což znamená, že podstoupíte pouze neinvazivnímu vyšetření (Pět kroků klinického hodnocení spastické parézy dle Graciese) a nebudete absolvovat elektroterapii (elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta). Toto vyšetření spastické parézy se skládá z 5 částí a vyšetřuje spasticitu, aktivní, pasivní rozsah pohybu, aktivní funkci končetiny a vaše subjektivní vnímání funkce končetiny. Vyšetření proběhne 2krát s odstupem 3 týdnů. Veškeré výsledky vyšetření budou použity jen pro účely diplomové práce a budou publikované anonymně. Během vyšetření účastník může klast otázky. Účastník má možnost ze studie kdykoliv odstoupit a to i bez udání důvodu. Pokud s účastí na projektu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

*Souhlasím se zapojením do studie za podmínek popsanych výše a anonymním publikováním výsledků vyšetření.*

Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu:

\_\_\_\_\_

V \_\_\_\_\_ dne: \_\_\_\_\_

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:

\_\_\_\_\_

V \_\_\_\_\_ dne: \_\_\_\_\_

### Příloha č. 3: Protokol k diplomové práci – terapeutická skupina

Jméno a příjmení pacienta:

Rok narození:

Rok, kdy nastala CMP:

Typ CMP: iCMP / hCMP

#### VYŠETŘENÍ

##### Five-step clinical assessment in spastic paresis dle Graciese

m. biceps brachii	dx. / sin.				
	před 1. stim.	po 1. stim.	po 4. stim.	po 8. stim.	po 1. měsíci
PROM = Xv1 (°)					
Xv3 – úhel zarázu (°)					
Y – stupeň spasticity					
AROM – X <sub>A</sub> (°)					
RAP (počet / 15 s)					

GSSA (Global subjective self assessment)	Skóre		
doba měření	před 1. stimulaci	po 8. stimulaci	po 1. měsíci
1. Bolest v končetině (0=nejhorší; 10=žádná)			
2. Nepohodlí při ADL pro ztuhlost (0=největší; 10=žádná)			
3. Hodnocení funkce končetiny k dnešku (0=k ničemu; 10=norma)			
<b>Celkové skóre:</b>			

Modifikovaný Frenchayský test paže						
Úkol	Body			Poznámky		
	I*	II*	III*	před 1. stimulaci	po 8. stimulaci	po 1. měsíci
1. Otevřít a zavřít zavírací sklenici pomocí obou rukou (paretická ruka drží sklenici).						
2. Narýsovat linku pomocí pravítka (paretická ruka drží pravítko).						
3. Uchopit, zvednout a položit velkou láhev paretickou končetinou.						
4. Uchopit, zvednout a položit malou láhev paretickou končetinou.						
5. Uchopit, zvednout sklenici paretickou končetinou a zvednout k ústům.						
6. Připnout 3 kolíčky na papírovou desku oběma končetinami (neparetická končetina drží desku).						
7. Uchopit a zvednout hřeben a imitovat česání paretickou končetinou.						
8. Vytlačit pastu na zuby z tuby na kartáček oběma končetinami (paretická ruka drží tubu s pastou).						
9. Zvednout nůž a vidličku oběma rukama a imitovat krájení na papírové desce.						
10. Uchopit smeták a zamést podlahu oběma končetinami.						
<b>Celkové skóre:</b>						

*Poznámka:*

Z důvodu omezeného prostoru v tabulce je provedena náhrada v označení následujících parametrů:

I = před 1. stimulaci

II = po 8. stimulaci

III = po 1. měsíci

**Aplikace elektrostimulace spřaženými impulzy dle Hufschmidta**

<b>elektrostimulace</b>	<b>datum a čas</b>	<b>délka (minuty)</b>	<b>parametry</b>	<b>poznámky</b>
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>				
<b>7</b>				
<b>8</b>				

## Příloha č. 4: Protokol k diplomové práci – kontrolní skupina

Jméno a příjmení pacienta:

Rok narození:

Rok, kdy nastala CMP:

Typ CMP: iCMP / hCMP

### VYŠETŘENÍ

#### Five-step clinical assessment in spastic paresis dle Graciese

m. biceps brachii	dx. / sin.	
	první vyšetření	poslední vyšetření
doba měření		
PROM = Xv1 (°)		
Xv3 – úhel zarázu (°)		
Y – stupeň spasticity		
AROM – X <sub>A</sub> (°)		
RAP (počet / 15 s)		

GSSA (Global subjective self assessment)	Skóre	
doba měření	první vyšetření	poslední vyšetření
1. Bolest v končetině (0=nejhorší; 10=žádná)		
2. Nepohodlí při ADL pro ztuhlost (0=největší; 10=žádná)		
3. Hodnocení funkce končetiny k dnešku (0=k ničemu; 10=norma)		
<b>Celkové skóre:</b>		

<b>Modifikovaný Frenchayský test paže</b>					
<b>Úkol</b>	<b>Body</b>		<b>Poznámky</b>		
	<b>dobu měření</b>	<b>prv. vyš.</b>	<b>posled. vyš.</b>	<b>první vyšetření</b>	<b>poslední vyšetření</b>
1. Otevřít a zavřít zavírací sklenici pomocí obou rukou (paretická ruka drží sklenici).					
2. Narýsovat linku pomocí pravítka (paretická ruka drží pravítko).					
3. Uchopit, zvednout a položit velkou láhev paretickou končetinou.					
4. Uchopit, zvednout a položit malou láhev paretickou končetinou.					
5. Uchopit, zvednout sklenici paretickou končetinou a zvednout k ústům.					
6. Připnout 3 kolíčky na papírovou desku oběma končetinami (neparetická končetina drží desku).					
7. Uchopit a zvednout hřeben a imitovat česání paretickou končetinou.					
8. Vytlačit pastu na zuby z tuby na kartáček oběma končetinami (paretická ruka drží tubu s pastou).					
9. Zvednout nůž a vidličku oběma rukama a imitovat krájení na papírové desce.					
10. Uchopit smeták a zamést podlahu oběma končetinami.					
<b>Celkové skóre:</b>					

## **Příloha č. 5: Dotazník k diplomové práci**

**1. Věděl(a) jste o elektrické stimulaci dle Hufschmidta před účastí v této diplomové práci?**

- a. Ano
- b. Ne

**2. Pokud “Ano”, byla Vám někdy aplikována tato stimulace?**

- a. Ano
- b. Ne

**3. Jaký byl Vás subjektivní pocit během stimulace?**

- a. Cítil(a) jsem stah svalů
- b. Cítil(a) jsem nepříjemný pocit pod elektrodami
- c. Nic jsem necítil(a)
- d. Jiné:

.....

**4. Vnímal(a) jste po stimulaci nějakou změnu na horních končetinách?**

- a. Ano
- b. Ne

**5. Jak byste ohodnotil(a) efekt stimulace?**

- a. Pozitivně
- b. Negativně
- c. Žádný efekt jsem nepocítil(a)

**6. Označte, jaké jste pozoroval(a) efekty stimulace (je možné vybrat více odpovědí):**

- a. Menší “tuhost” končetiny
- b. Větší “tuhost” končetiny
- c. Zvětšení rozsahu pohybu v loketním kloubu
- d. Zmenšení rozsahu pohybu v loketním kloubu
- e. Zlepšení motoriky (obratnosti) horní končetiny
- f. Změna držení končetiny
- g. Žádný efekt jsem nepocítil(a)
- h. Jiné:

.....

**7. Chtěl(a) byste znovu podstoupit této stimulaci?**

- a. Ano
- b. Ne

**8. Mohl(a) byste doporučit stimulaci dalším pacientům?**

- a. Ano
- b. Ne

**9. Popište změnu po jednom měsíci od ukončení stimulace.**

.....

Prostor pro Vaše poznámky:



## Příloha č. 6: Naměřené hodnoty v průběhu studie

Terapeutická skupina															
pac.	Xv1 = PROM (°)					Xv3 – uhel zárazu (°)					XA = AROM (°)				
	před 1. st.	po 1. st.	po 4. st.	po 8. st.	po 1. m	před 1. st.	po 1. st.	po 4. st.	po 8. st.	po 1. m	před 1. st.	po 1. st.	po 4. st.	po 8. st.	po 1. m
1	180	180	180	180	180	115	120	130	145	135	150	155	167	175	175
2	160	165	175	180	173	110	117	120	125	120	160	167	175	180	172
3	175	175	175	177	175	85	90	95	95	90	80	90	115	120	110
4	160	163	170	175	165	95	100	110	120	110	150	158	160	165	160
5	170	177	180	180		93	100	115	120		160	165	165	167	
6	160	164	170	175		90	95	110	120		150	155	155	160	
7	170	175	180	180		120	127	132	140		165	170	173	175	
8	150	150	155	160		90	95	102	110		140	145	150	150	
pac.	koeficient spasticity					RAP (počet/15s)									
	před 1. st.	po 1. st.	po 4. st.	po 8. st.	po 1. m	před 1. st.	po 1. st.	po 4. st.	po 8. st.	po 1. m					
1	0,36	0,33	0,28	0,19	0,25	4	4	4	5	5					
2	0,31	0,29	0,31	0,31	0,31	6	6	6	5	6					
3	0,51	0,49	0,46	0,46	0,49	6	6	6	6	6					
4	0,41	0,39	0,35	0,31	0,33	4	4	4	4	4					
5	0,45	0,44	0,36	0,33		8	9	8	8						
6	0,44	0,42	0,35	0,31		2	2	2	3						
7	0,29	0,27	0,27	0,22		6	7	6	7						
8	0,40	0,37	0,34	0,31		3	3	3	3						

Kontrolní skupina										
pac.	Xv1 (°)		Xv3 (°)		XA (°)		koef. spasticity		RAP	
	první vyš.	posled vyš.	první vyš.	posled vyš.	první vyš.	posled vyš.	první vyš.	posled vyš.	první vyš.	posled vyš.
1	180	180	100	110	180	180	0,39	0,39	9	8
2	175	180	130	140	150	155	0,20	0,22	3	3
3	180	180	120	115	160	165	0,36	0,36	7	7
4	140	140	90	95	120	125	0,32	0,32	0	0
5	180	180	140	140	150	160	0,22	0,22	8	9
6	160	165	90	100	140	145	0,38	0,39	4	3
7	160	170	100	105	140	150	0,34	0,38	4	4
8	170	175	110	115	120	130	0,32	0,34	5	5

<b>GSSA (Global subjective self assessment) – terapeutická skupina</b>												
pacient	1. Bolest			2. Nepohodlí při ADL			3. Funkce končetiny			Celkové skóre:		
	před 1. st.	po 8. st.	po 1. m.	před 1. st.	po 8. st.	po 1. m.	před 1. st.	po 8. st.	po 1. m.	před 1. st.	po 8. st.	po 1. m.
1	10	10	10	0	3	1	0	5	2	10	18	13
2	10	10	10	1	2	2	1	2	2	12	14	14
3	10	10	10	0	1	1	0	2	2	10	13	13
4	10	10	10	2	2	2	2	4	3	14	16	15
5	10	10		4	5		4	5		18	20	
6	10	10		4	5		4	5		18	20	
7	9	10		1	3		1	3		11	16	
8	10	10		0	1		0	1		10	12	

<b>GSSA (Global subjective self assessment) – kontrolní skupina</b>								
pacient	1. Bolest		2. Nepohodlí při ADL		3. Funkce končetiny		Celkové skóre:	
	první vyš.	posled. vyš.	první vyš.	posled. vyš.	první vyš.	posled. vyš.	první vyš.	posled. vyš.
1	10	10	7	7	6	6	23	23
2	10	10	0	2	0	2	10	14
3	10	10	1	1	1	1	12	12
4	5	10	0	0	0	0	5	10
5	10	10	5	5	6	6	21	21
6	8	10	2	2	2	2	12	14
7	5	9	3	2	3	3	9	14
8	10	10	3	3	3	3	16	16

Modifikovaný Frenchayský test paže – terapeutická skupina																		
pac.	1. otevřít zavř. sklenici			2. narýsovat linku			3. zvednout velkou láhev			4. zvednout malou láhev			5. sklenici k ústům			6. připnout 3 kolíčky		
	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.
1	0	3	0	0	5	5	0	4	0	0	5	5	0	3	1	0	4	4
2	0	0	0	0	7	5	0	2	0	0	5	5	0	2	0	0	5	5
3	0	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
4	0	2	2	0	4	3	0	0	0	0	3	2	0	2	2	2	4	5
5	3	5		2	5		3	5		5	6		4	4		4	5	
6	3	5		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
7	0	3		0	3		0	1		2	4		0	2		0	0	
8	0	0		0	2		0	0		0	0		0	0		0	0	
pac.	7. učesat se hřebenem			8. pasta z tuby			9. nůž a vidlička			10. zamést smetákem			celkové skóre					
	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.	před 1 s.	po 8 s.	po 1 m.			
1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	32	18			
2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	5	2	0	29	18			
3	2	5	2	2	4	2	0	0	0	0	0	0	4	17	7			
4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	4	3	4	21	19			
5	3	3		3	4		2	3		3	4		32	44				
6	0	0		0	0		0	0		0	0		3	5				
7	0	3		0	2		0	0		1	3		3	21				
8	0	2		0	0		0	0		0	0		0	4				

Modifikovaný Frenchayský test paže – kontrolní skupina												
pac.	1. otevřít zavř. sklenici		2. narýsovat linku		3. zvednout velkou láhev		4. zvednout mal. láhev		5. sklenici k ústům		6. příp. 3 kolíčky	
	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.
1	5	8	6	7	6	6	5	6	5	5	5	2
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	5	4	5	5	5	5	6	4	4	5	6
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
5	6	7	8	9	6	6	7	7	5	7	7	8
6	0	0	4	5	3	3	3	5	3	4	5	5
7	0	2	4	4	2	3	3	3	0	2	4	4
8	2	4	4	5	1	3	4	4	2	2	4	5
pac.	7. učesat se hřebenem		8. pasta z tuby		9. nůž a vidlička		10. zamést smetákem		celkové skóre			
	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.	první vyš.	posl. vyš.		
1	5	6	6	5	5	6	6	6	54	57		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
3	3	3	4	5	4	4	4	5	42	48		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
5	6	7	5	6	4	4	7	7	61	68		
6	2	3	2	2	1	1	4	4	27	32		
7	0	2	3	3	0	0	4	4	20	27		
8	1	2	3	3	0	2	4	5	25	35		