

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2020**

**Tereza Vašíčková**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví (B5345)

**Tereza Vašíčková**

Studijní obor: Ergoterapie (5342R002)

**VYUŽITÍ A EFEKTIVITA ELEKTROSTIMULACE U  
TETRAPLEGICKÉ RUKY**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: MSc. Veronika Vrbská

PLZEŇ 2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta zdravotnických studií

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tereza VAŠIČKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z17B0128P**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Ergoterapie**  
Téma práce: **Využití a efektivita elektrostimulace u tetraplegické ruky**  
Zadávající katedra: **Katedra rehabilitačních oborů**

### Zásady pro vypracování

- Zpracovat seznam odborné literatury na vybrané téma
- Stanovit cíl kvalifikační práce
- Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS
- Popsat metodiku praktické části
- Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce
- Dodržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS
- Dodržet citační normu

Rozsah bakalářské práce:  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:


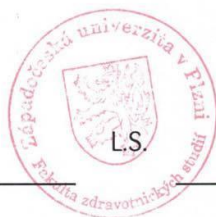
- LEE, Bok Y. a Lee E. OSTRANDER. The spinal cord injured patient. 2nd ed. New York: Demos, c2002. ISBN 1-888799-51-x.
- PFEIFFER, Jan. Neurologie v rehabilitaci : Pro studium a praxi. Praha : Grada Publishing, a.s., 2007. 351 s. ISBN 978-80-247-1135-5.
- KOLÁŘ, Pavel et al. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN: 978-80-7262-657-1.
- AMBLER, Zdeněk. Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]. 7. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
- KRIVOŠÍKOVÁ, Mária. Úvod do ergoterapie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-2699-1.
- ČIHÁK, Radomír. Anatomie 3. Praha : Grada Publishing, a.s., 2004. 673 s. ISBN 80- 247-1132-X.

Vedoucí bakalářské práce: **MSc. Veronika Vrbská**  
Katedra rehabilitačních oborů

Datum zadání bakalářské práce: **13. června 2018**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2020**



**PhDr. Lukáš Štich**  
děkan



**MUDr. Otto Kott, CSc.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 31. ledna 2020

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 28.4.2020

.....

vlastnoruční podpis

## **Abstrakt**

Příjmení a jméno: Vašíčková Tereza

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Využití a efektivita elektrostimulace u tetraplegické ruky

Vedoucí práce: MSc. Veronika Vrbská

Počet stran – číslované: 44

Počet stran – nečíslované: 26

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 43

Klíčová slova: Tetraplegie, elektrická stimulace, ergoterapie, rehabilitace tetraplegika, management horní končetiny

### **Souhrn:**

Funkční elektrická stimulace je ve světě uznávaným prostředkem v rehabilitační péči tetraplegické ruky. Její využití usnadňuje jak trénink ADL, tak využití každodenních činností v reálném životě. Tato bakalářská práce poskytuje teoretický náhled na danou problematiku. Dále nalezneme graficky zpracované dotazníky, na které odpovídali ergoterapeuti po celém světě. V závěru bakalářské práce jsou výsledky vyhodnoceny a diskutovány. Stanovené hypotézy byly potvrzeny jak výsledky získaných pomocí dotazníků, tak i pomocí odborných zdrojů.

## **Abstract**

Surname and name: Vašíčková Tereza

Department: Department of Rehabilitation Fields

Title of thesis: The use and the effectiveness of the functional electrical stimulation for the tetraplegic upper limb

Consultant: MSc. Veronika Vrbská

Number of pages – numbered: 44

Number of pages – unnumbered: 26

Number of appendices: 5

Number of literature items used: 43

Keywords: Tetraplegic, functional electrical stimulation, occupation therapy, rehabilitation of tetraplegics, upper limb management

### **Summary:**

Functional electrical stimulation is a world-renowned tool in the rehabilitation care of the tetraplegic hand. Its use facilitates both Activities of Daily Living training and the use of everyday activities in real life. This work bachelor thesis provides a theoretical insight into the issue. We will also find graphically processed questionnaires, which were answered by occupational therapists around the world. At the end of the bachelor thesis the results are evaluated and discussed. The established hypotheses were confirmed both by the results obtained using questionnaires and by professional sources.

## **Poděkování**

Děkuji MSc. Veronice Vrbské za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů. Dále děkuji osloveným rehabilitačním zařízením za poskytnutí odborných odpovědí.



# OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	12
SEZNAM TABULEK .....	13
SEZNAM GRAFŮ .....	14
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	15
ÚVOD.....	16
TEORTICKÁ ČÁST .....	18
1 Poranění míchy.....	18
1.1 Páteř .....	18
1.2 Mícha .....	18
1.3 Míšní poranění .....	19
1.4 Chronické změny po poranění míchy .....	19
1.4.1 Kardiovaskulární systém .....	19
1.4.2 Gastrointestinální systém.....	19
1.4.3 Urogenitální systém.....	20
1.4.4 Kožní systém .....	20
1.4.5 Nervový systém .....	20
1.4.6 Svalový systém .....	20
1.4.7 Skeletální systém .....	21
1.5 Tetraplegie .....	21
1.5.1 Stupeň 1 (C1-C3, C4, C4/C5).....	22
1.5.2 Stupeň 2 (C5, C5/6).....	22
1.5.3 Stupeň 3 (C6, C6/C7) .....	22
1.5.4 Stupeň 4 (C7, C7/8).....	22
1.5.5 Funkční ruka tetraplegika .....	22
1.5.6 Rehabilitace tetraplegiků .....	23
1.6 Multidisciplinární tým .....	24
1.6.1 Ošetrovatelská péče .....	24
1.6.2 Sociální péče.....	24
1.6.3 Psychologická péče.....	24
1.6.4 Fyzioterapie .....	25
1.6.5 Ergoterapie.....	25
2 Elektrická stimulace .....	26
2.1 Rehabilitační výhody elektrické stimulace .....	26
2.2 Fyziologie nervosvalového přenosu .....	27

2.3	Historie funkční elektrické stimulace .....	27
2.4	Mechanismus funkční elektrické stimulace .....	28
2.4.1	Zpětná vazba.....	28
2.4.2	Směr toku elektrického proudu.....	28
2.4.3	Frekvence impulsů.....	29
2.4.4	Šířka a doba trvání impulsu .....	29
2.4.5	Amplituda .....	29
2.4.6	Intenzita stimulace .....	29
2.4.7	Mikroprocesor .....	29
2.4.8	Elektrody .....	30
2.4.9	Kanyly .....	30
2.5	Stimulační systémy .....	30
2.6	Aplikace elektrické stimulace .....	31
2.6.1	Invazivní elektrická stimulace .....	31
2.6.2	Neinvazivní elektrická stimulace .....	31
2.6.3	Umístění elektrod .....	33
2.7	Svalový trénink po elektrické stimulaci.....	33
2.8	Aplikace elektrické stimulace na horní končetinu .....	34
2.9	Neuroprotézy .....	35
2.9.1	Bionic Glove.....	35
2.9.2	MyndMove .....	36
2.9.3	Ness H200 .....	36
2.10	Účinek neuroplasticity .....	37
2.11	Omezení elektrické stimulace .....	37
PRAKTICKÁ ČÁST .....		38
3	CÍL A ÚKOLY PRÁCE.....	38
3.1	Hlavní cíl.....	38
3.2	Dílčí cíle.....	38
3.3	Hypotézy.....	38
4	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU .....	39
5	METODIKA PRÁCE.....	43
6	ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ.....	44
6.1	Výsledky českých ergoterapeutů .....	44
6.2	Výsledky zahraničních ergoterapeutů.....	48
7	DISKUZE.....	54

ZÁVĚR.....	59
SEZNAM LITERATURY.....	60
SEZNAM PŘÍLOH .....	65
PŘÍLOHY .....	66
Příloha číslo 1 – dotazník pro Českou republiku .....	66
Příloha číslo 2 – dotazník pro zahraničí.....	67
Příloha číslo 3 – Oslovené státy Evropy .....	68
Příloha číslo 4 – oslovené státy USA.....	69
Příloha číslo 5 - oslovené státy Austrálie a Nový Zéland.....	70

## SEZNAM ZKRATEK

ADL	Activity of daily living – všední denní činnosti
CNS	Centrální nervový systém
CMP	Cévní mozková příhoda
ČR	Česká republika
DK	Dolní končetina
DM	Diabetes mellitus
EMG	Elektromyografie
ESPN	Elektrická stimulace periferních nervů
FES	Funkční elektrická stimulace
HK	Horní končetina
Hz	Hertz
ICHDK	Ischemická choroba dolních končetina
mA	Miliampér
MDT	Multidisciplinární tým
ms	Mikrosekunda
mV	Mikrovolt
n.l.	Našeho letopočtu
NMES	Neuromuskulární elektrická stimulace
SCIM	Spinal Cord Independence Measure
SCS	Míšní stimulace
TENS	Transkutánní elektrická nervová stimulace
USA	Spojené státy Americké
V	Volt

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1.....	44
Tabulka 2.....	45
Tabulka 3.....	46
Tabulka 4.....	47
Tabulka 5.....	48
Tabulka 6.....	49
Tabulka 7.....	50
Tabulka 8.....	51
Tabulka 9.....	52
Tabulka 10.....	53

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1.....	44
Graf 2.....	45
Graf 3.....	46
Graf 4.....	47
Graf 5.....	48
Graf 6.....	49
Graf 7.....	50
Graf 8.....	51
Graf 9.....	52
Graf 10.....	53

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Páteř a mícha.....	18
Obrázek 2 - Umístění elektrod.....	33
Obrázek 3- Mapa ČR.....	39
Obrázek 4- Mapa Evropy .....	39
Obrázek 6- Mapa USA .....	40
Obrázek 6- Mapa Austrálie a Nový Zéland.....	42

## ÚVOD

Míchu si ročně v České republice poraní 300 lidí. (Uhlíř, 2017) Lidé jsou aktivní, cestují, sportují, jezdí autem. Tyto aktivity se stávají častou příčinou poranění míchy. Péče o pacienty po poranění míchy by se měla neustále posouvat a zdokonalovat.

Pakliže člověk nemůže vykonávat každodenní činnosti běžného života, odrazí se to na jeho psychické i fyzické stránce. Tetraplegie je jedním ze závažných zranění, které vykonávání každodenních činností značně komplikuje. Největší překážkou je ochrnutí horních končetin, tudíž se jejich rehabilitace stává prioritou každého tetraplegika. Horní končetiny jsou nezbytnou součástí našeho života, běžně si neuvědomujeme při kolika činnostech je během dne zapojujeme, dokud jejich funkčnost neztratíme. Od probuzení kdy vypínáme budík, přes oblékání, česání, čištění zubů, přípravu jídla, sebesycení, zamykání dveří, jízdu dopravním prostředkem, nákup a mnoho dalších aktivit vyžaduje funkčnost horních končetin.

S rehabilitací se začíná již v brzké době po zranění. Ergoterapeutické intervence v rehabilitaci jsou značné. Jde především o nácvik ADL, vytváření modelových situací tak, aby byl pacient po návratu do domácího prostředí co nejvíce soběstačný. Ergoterapeut se zapojuje do výběru ideálního vozíku, úpravy domácího prostředí, učí tetraplegika správným přesunům z vozíku a zpět, pomáhá vybírat vhodné sportovní aktivity, vybírá vhodné kompenzační pomůcky atd. Důležitou součástí je komunikace a spolupráce s rodinou.

V zahraničí je nedílnou součástí rehabilitace tetraplegika takzvaná funkční elektrická stimulace. Zjednodušeně se jedná o elektrické impulsy vytvářené stimulatorem a přenášené do svalů pomocí elektrod. Tyto svaly za normální funkce dostávají elektrické impulsy z mozku, které se dále přenášejí pomocí míchy až přes periferní nervy. Jestliže dojde k porušení míchy, svaly impulsy nedostávají tudíž, nemůžou vykonávat potřebnou funkci. Funkční elektrická stimulace pomáhá tuto funkci nahrazovat. Během ergoterapeutického tréninku pacient trénuje nejrůznější ADL pomocí FES.

Teoretická část poskytuje základ pro porozumění dané problematice. Věnujeme se zde samotnému míšnímu poranění, změnám po míšním poranění, tetraplegii, rehabilitaci tetraplegiků, multidisciplinárnímu týmu. Přináší nám náhled na samotnou elektrickou stimulaci od její historie, mechanismu funkční elektrické stimulace, stimulační systémy, aplikaci funkční elektrické stimulace až po neuroprotézy využívané v praxi.



Praktická část bakalářské práce je tvořena dotazníkovým šetřením. Dotazníky byly rozeslány po celém světě, kvůli porovnání rehabilitace tetraplegika v ČR a v zahraničí. Naším cílem je zjistit, zda má funkční eklektická stimulace vliv na tetraplegickou ruku při nácviku úchopů a ADL.

# TEORTICKÁ ČÁST

## 1 Poranění míchy

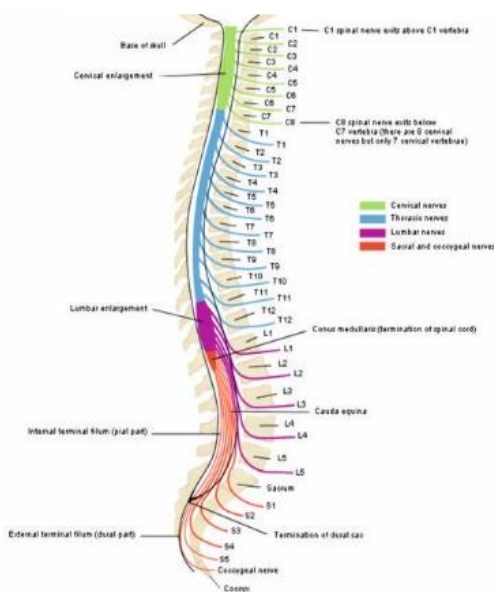
### 1.1 Páteř

Páteř neboli osová kostra je tvořená jednotlivými obratli, které jsou navzájem pohyblivě i pevně spojeny. Rozlišujeme obratle podle oblasti na 7 krčních obratlů, 12 hrudních obratlů, 5 bederních obratlů, 5 křížových obratlů spojených v kost křížovou a 4-5 obratlů ocasních srůstající v kost kostrční. Pro páteř jsou typická zakřivení, které tvoří krční a bederní lordóza a kyfóza v hrudní oblasti a promontoriu. (Čihák, 2011) Tělo obratle a oblouk obratle tvoří uzavřený páteřní kanál, kterým prochází mícha, její obaly a kořeny míšních nervů. (Dylevský, 2019)

### 1.2 Mícha

Hřbetní mícha je uložena v páteřním kanálu. Délka míchy u dospělého člověka je 40-45 cm, šířka 1-1,5 cm a hmotnost 30–40 g. V oblasti krční a bederní páteře pozorujeme ztluštění, kde od míchy odstupují nervy a tvoří nervové pleteně. (Fiala, 2015) Míchu dělíme funkčně i anatomicky na 31 segmentů: 8 krčních, 12 hrudních, 5 lumbálních, 5 sakrálních a 1 kokcygeální. Mícha je kratší než páteř, končí u meziobratlového prostoru L1-2, takže jednotlivé míšní kořeny vystupují postupně stále z nižších meziobratlových otvorů. Pro výškový vztah míšních segmentů a obratlů (vertebromedulární topografii) se využívá Chipaultovo přepočítávací schéma. (Ambler, 2011) Mícha má především na starosti zajištění motoriky, kterou uskuteční pomocí míšních reflexů. Dále mícha zprostředkovává vjemy z celého těla s výjimkou hlavy. (Rokyta, 2015)

Obrázek 1- Páteř a mícha



Zdroj: <https://czepa.cz/pater-a-micha/>

### **1.3 Míšní poranění**

Poranění míchy je jedno z nejzávažnějších poranění nervového systému, které má za následek trvalé neurologické deficity. Poranění míchy se nejčastěji vyskytuje u mladých a jinak zdravých dospělých následkem traumatu. Poranění míchy je klasifikováno jako chronické nebo akutní, ačkoliv neexistuje přesné vyměření toho, kdy se akutní onemocnění stává chronickým. Je obecně platné, že doba, která uplynula mezi počátečními hodinami a několika týdny po poranění, se považuje za fázi akutní. Zatímco měsíce až roky se považují za fázi chronickou. Biologie těchto dvou stadií se významně liší, proto je také nutné zapotřebí různých strategií při terapii. Počáteční mechanické poškození míchy má za následek lokalizovaný edém a krvácení v šedé hmotě míšni společně s vasospazmem tepen zásobující míchu. (Hamid 2008) Poranění míchy způsobuje trvalé změny života. Poruchy motorického, smyslového a psychosociálního fungování. Poranění míchy lze také definovat jako narušení nervové komunikace. (Patil, 2015) Luxace či zlomenina jsou nejčastější příčinou poranění míchy. Ve chvíli luxace či zlomeniny se mícha přerušuje v důsledku pohybu poraněných obratlů. V případě komprese míchy je nutné jí do několika hodin operačně uvolnit, aby nevznikl míšni edém. Samotné přerušování míchy smysl operovat nemá. (Pfieffer, 2017)

Bezprostředně po úrazu nastává období míšního šoku, který trvá asi 6 týdnů. Míšni šok doprovází atonie, ztráta reflexů a cití. (Kolář, 2015) Ve stadiu míšního šoku může být ohrožen život kardiálním selháním, poruchou termoregulace, poklesem krevního tlaku atd. (Pfieffer, 2017)

### **1.4 Chronické změny po poranění míchy**

#### **1.4.1 Kardiovaskulární systém**

Pacienti s míšním poraněním krční páteře pozorujeme ortostatickou hypotenzi, která vzniká při vertikalizaci, kdy dojde k poklesu systolického tlaku. Tím pádem je zhoršený návrat krve z periferních částí těla do srdce. Proces vertikalizace by měl probíhat postupně a nejlépe s kompresními punčochami na DK, které pomohou žilnímu návratu. Několik týdnů po úrazu jsou pacienti ohroženi trombózou. Zvýšené riziko hluboké žilní trombózy je na stejném podkladě jako hypotenze. Nejzávažnější stav je stav autonomní dysreflexie. Tento stav je vyvolán podrážděním pod místem léze, to způsobí vazokonstrikci, která má za následek prudké zvýšení krevního tlaku. (Kříž, 2009)

#### **1.4.2 Gastrointestinální systém**

U tetraplegiků není výjimečný gastroezofageální reflux ani vředová choroba gastroduodena. Obezita je také velmi častým problémem u pacientů po míšni lézi. Obezita

je následek snížení energetického výdeje vlivem snížení fyzické aktivity a změnou metabolismu. Obezita je též rizikový faktor ke vzniku ICHDK, DM, aterosklerózy a dalších civilizačních chorob. (Kříž, 2009)

#### **1.4.3 Urogenitální systém**

U pacientů s míšní lézí se můžeme setkat s chronickým selháním ledvin, které vzniká v důsledku častých polynefritid. Derivace moči může způsobovat potíže s močovými cestami. Katetrizace je v současnosti nejspolehlivější metodou derivace moči. Dostupné jsou jednorázové močové katétry, které lze s trochou cviku snadno zavést. (Kříž, 2009)

#### **1.4.4 Kožní systém**

Nejhojnější komplikací pacientů po míšním poranění jsou dekubity. V akutní fázi jsou způsobené špatným polohováním, v chronické fázi je na vině sám pacient. Dekubit se rozvíjí při dlouhodobě nezměněné poloze v sedu či lehu. Pokud dochází k dostatečnému odlehčení postiženého místa, může se již rozvinutý dekubit léčit. V důsledku poranění míchy dochází i ke ztrátě odhadu teploty těla a okolí pod úrovní léze. Proto nejsou výjimečné popáleniny od krbů, horkých jídel či topení. Naopak v zimních měsících dochází ke vzniku omrzliny. (Kříž, 2009)

#### **1.4.5 Nervový systém**

Spasticita je jedním z příznaků, které u míšního poranění pozorujeme. Projev spasticity je různý. Pokud dojde k náhlému zvýšení spasticity, je potřeba vyšetřit, zda jedinec neprodělává infekci, kožní defekty, distorze, zlomeniny atd. Další častou komplikací po poranění míchy je neuroplastická bolest, která je velmi špatně ovlivnitelná. Porucha termoregulace je další komplikací, vychází z poruchy aference kožních receptorů do hypothalamu a následně neschopností regulovat vazokonstrikci, vazodilataci a pocení. (Kříž, 2009)

#### **1.4.6 Svalový systém**

Za normálních podmínek je většina lidských svalů složena ze směsi rychlých a pomalých svalových vláken. Chronické poranění míchy způsobí změnu z pomalého, únavě odolného svalu na sval rychlý, rychle unavitelný. Svalová atrofie byla dlouho uznávána následek úplného poranění míchy. Ačkoli se může atrofie přednostně vyskytovat u pomalých svalových vláken, dospívá se i k závěru, že svalová atrofie je nezávislá na typu vlákna. Transformace svalových proteinů a atrofie vláken po poranění míchy mohou být do sebe navzájem disociovány. Šest týdnů po poranění míchy jsou lidské svaly v důsledku atrofie o 45 % zmenšené než před poraněním. (Dudley-Javorski, 2009) Nejvíce přetěžovaným

kloubem je kloub ramenní. V tom důsledku u tetraplegika vzniká decentrace kloubu, kvůli svalové dysbalanci, tím dochází k rozvoji bolestivých stavů a nárůstu impigment syndromu. (Kříž, 2009)

#### **1.4.7 Skeletální systém**

Sval je primárním nositelem zátěží kosterního systému, kosti ochrnutých končetin postrádají důležitý stimul pro udržení hustoty kosti. Osteoporóza po poranění míchy má multifokální patofyziologii, zmenšení mechanických podnětů na kost je však považováno za velkou příčinou k demineralizaci kostí. Během prvních měsíců po poranění míchy začíná hustota minerálů v kostech klesat o 2 až 4 procenta měsíčně. (Dudley-Javorsky, 2009) Mnohdy nastávají zlomeniny na dlouhých kostech DK, nejčastěji v oblasti distálního femuru a proximální tibie. Příčinou zlomenin bývá úraz, ty vznikají při pádu z vozíku, obouvání, nešetrné manipulaci či přesunech. Léčba probíhá osteosyntézou, pokud to typ zlomeniny dovolí. (Kříž, 2009)

#### **1.5 Tetraplegie**

Poranění míchy se odehraje v 58 % případů v oblasti krční míchy. (Inanici, 2018) Značí postižení všech čtyř končetin a je způsobené zraněním v krční úrovni míchy. Jednotlivci s vysokou tetraplegií nejsou schopni vykonávat základní činnosti každodenního života. Obnovení funkce horních končetin je pro tyto jedince prioritou, proto zajistit vyšší funkci horních končetin bývá důležitý rehabilitační cíl. U tetraplegiků může být zachována funkce zápěstí, ale nemá dostatečnou sílu k provedení ADL. (Patil, 2015) U většiny pacientů s tetraplegií je úroveň léze v oblasti C4 nebo C5. U léze v úrovni C5 je funkce prstů omezena nebo úplně ztracena, u léze v úrovni C4 je navíc omezena flexe lokte. Pokud je dostatečný počet svalů distálně od lokte pod vědomou kontrolou, chirurgické zákroky jako je transfer šlach může úspěšně opětovně získat smysluplnou úchopovou funkci. Pokud ovšem není přítomen dostatečný počet svalů pod vědomou kontrolou, nebo jednatel není ochoten podstoupit chirurgickou operaci včetně imobilizace horní končetiny na určitou dobu, může elektrická stimulace představovat alternativu k dosažení obnovení úchopu. (Rupp, 2015). Pokud jsou poškozeny alespoň tři nad sebou ležící míšní segmenty, dochází k projevu segmentální symptomatologie. Většinou je každý sval zásoben ze tří segmentů. Pokud byl porušen pouze jeden segment nedochází k projevu periferní obrny. Je velmi důležité podrobné vyšetření každého svalu pomocí funkčního svalového testu a též vyšetření cití. (Pfeiffer, 2007)

### **1.5.1 Stupeň 1 (C1-C3, C4, C4/C5)**

Pacient není schopen aktivního sedu bez zádové opory, trup je nutné stabilizovat zádovou opěrkou. Může být zachováný aktivní pohyb ramen do elevace k uším (Faltýnková, 2012)

### **1.5.2 Stupeň 2 (C5, C5/6)**

Pacient je schopen sedu s opěrou o natažené a zevně rotované paže. Není schopen udržet rovnováhu, proto musí být stále na blízku asistent. Je zachovalá aktivní hybnost ramenního kloubu a flexe lokte. Pacient může být schopen vycvičit pasivní funkční úchop pomocí ortéz a kompenzačních pomůcek. (Faltýnková, 2012) Při míšní lézi v segmentu C5-C6 je dýchání brániční. Pacient je velmi závislý na pomoci svého okolí. Částečně pomáhá při oblékání horní poloviny těla, při sedání a lehání. Pacient zvládne ovládat mechanický vozík. (Pfeiffer, 2007)

### **1.5.3 Stupeň 3 (C6, C6/C7)**

Pacient sedí opřený o natažené paže. Jednu paži je schopen zvednout do úrovně ramen, a vyrovnávat rovnováhu. Je zachována plná aktivní hybnost ramenních kloubů, flexorů lokte a zápěstí. (Faltýnková, 2012)

### **1.5.4 Stupeň 4 (C7, C7/8)**

Pacient je schopen sedu bez opory. Při opoře o jednu HK je schopen druhou HK zvednout nad hlavu a pohybovat s ní. Je schopen předklonu v sedě a za aktivní účasti extenzoru lokte se vrátit zpět do sedu. Pacient má zachovanou hybnost loketního a zápěstního kloubu. Může mít zachovalou úchopovou kvalitu a jemnou motoriku. (Faltýnková, 2012) Pacient je samostatný při ADL. Pokud je osobní auto úpravné na řízení horními končetinami zvládá řídit i jej. (Pfeiffer, 2007)

### **1.5.5 Funkční ruka tetraplegika**

Rozsah a výška léze určují, jak velký deficit na horních končetinách bude. Celý MDT se podílí na rehabilitaci tetraplegika, a zásluhu na náhradní úchopové funkci mají všichni zúčastnění. Stabilní poloha v sedě na vozíku a aktivita celé horní končetiny je nezbytná k dosažení funkčního úchopu. Podstatou funkční ruky je dosažení tendonézy, kdy při uvolnění zápěstí dlaní dolů se prsty vlivem svalového napětí extensorů prstů natáhnou a aktivním zvednutím se prsty pasivně sevrou do dlaně. (Faltýnková, 2012) Aby se dosáhlo požadované tendonézy, je nutné včasné polohovat HK do speciálně přizpůsobených rukavic, které zajistí flekční postavení prstů. Cílem polohování ve speciálních rukavicích je střední postavení v zápěstí a pružné mobilní klouby v semiflekčním postavení prstů. Nejideálnější je aplikovat rukavice na co nejdelší možnou dobu bez přerušení, doporučuje se 23 hodin denně. Mnohdy se ale ortézy aplikují spíše na noc, eventuálně dochází k aplikaci během dne

při odpočinku. Co se týká funkčního úchopu, trénink probíhá vždy od jednodušších úkolů po ty složitější. Stabilní trup je nezbytnou součástí pro zajištění práce horních končetin v prostoru. Před zahájením tréninku úchopu je vhodné zařadit přípravnou fázi k ovlivnění případné spasticity, ztuhlosti měkkých tkání či bolest horních končetin. Pro nácvik funkčního úchopu se využívá protiskluzný a měkký povrch, jakým je například protiskluzová podložka, či měkký ručník. Další posun v terapii obsahuje zvyšování obtížnosti s využitím dalších strategií, které vzbuzují a zvyšují schopnost funkčního úchopu. Vhodné je využít například jiný povrch, menší a těžší předměty. Pokud se pacient dostane na maximální kapacitu úchopové funkce horních končetin s ohledem na úroveň léze, je vhodné zvážit další možnosti dosažitelné pomocí rekonstrukční chirurgie. Právě rekonstrukční chirurgie může významně zlepšit funkci horní končetiny. (Kříž, 2019)

### **1.5.6 Rehabilitace tetraplegiků**

Největší část rehabilitace tvoří ergoterapeutické a fyzioterapeutické postupy. Nedílnou součástí léčby je nácvik hygienických návyků, aktivních a pasivních technik. K prevenci kontraktur a zachování rozsahu pohybu v kloubech se využívá pasivní cvičení. Aktivním cvičením zvyšujeme svalovou sílu svalů s částečně nebo úplně zachovalou inervací. Často využívané jsou metody na neurofyziologickém podkladě. (Kolář, 2015) Rehabilitace se tradičně zaměřuje na obnovení funkce pomocí konzervativních opatření, jako je posilování a cvičení, ortetika, kompenzační pomůcky, které usnadňují vykonávání každodenních činností. Pro maximalizaci těchto konzervativních intervencí vyhledává mnoho jedinců s tetraplegií další možnosti zlepšení funkce horní končetiny, jako jsou chirurgické a rekonstrukční zákroky. Nejběžnějším typem rekonstrukční chirurgie pro obnovení funkce horní končetiny u pacientů s tetraplegií je transfer šlach. Transfer šlach je chirurgický postup, při kterém se šlacha funkčního svalu oddělí a přišije ke svalu paralyzovanému. Kromě toho byla v poslední době věnována pozornost proveditelnosti použití mikrochirurgických přenosů nervů k obnovení funkce po míšním poranění, což může potencionálně doplnit stávající metody pro obnovení funkce. (Kilgore, 2018) Je důležité vytvořit dlouhodobý individuální rehabilitační plán, který slouží k udržení fyzické kondice, prevenci kontraktur, otoků, osteoporózy, otoků atd. V nejideálnějším případě se pacient ihned po opuštění rehabilitace zapojí do společenských a pracovních aktivit. (Kolář, 2015) Rehabilitační program obsahuje skupinové i individuální terapie, přesuny na vozík a zpět, nácvik jízdy na vozíku atd. Další nedílnou součástí rehabilitačního plánu je nácvik používání všech kompenzačních pomůcek, které umožní maximální soběstačnost, perspektivu pracovního uplatnění a zájmů. Je třeba vytvořit bezbariérové prostředí v bytě a okolí pro

pohyb na vozíku, dát možnost cestovat upravenými osobními auty i přizpůsobenou veřejnou dopravou. Dále je nutné dosáhnout maximálního možného vzdělání, připravit pacienta na zaměstnání a začlenění na vhodné pracovní místo. Vytvořit podmínky pro navázání partnerských vztahů a založení rodiny. Významnou součástí je získání technických pomůcek a sociální podpory, na které má pacient zákonný nárok. (Švestková, 2017) U většiny pacientů vzniká poškození míchy v mladším, produktivním věku. To znamená, že péče o tyto pacienty bude dlouhodobá, bez většího naděje na výrazné zlepšení. Při zřizování spinálních jednotek by vypracován ucelený léčebný systém. Cílem tohoto léčebného systému je poskytnout léčbu na co nejvyšší úrovni. (Kolář, 2015)

## **1.6 Multidisciplinární tým**

### **1.6.1 Ošetrovatelská péče**

Nedílnou součástí léčebného a rehabilitačního programu je péče ošetrovatelská. Pečlivá a kvalitní ošetrovatelská péče značně snižuje riziko porážkových komplikací, což pozitivně ovlivní neurologický a funkční vývoj. (Kříž, 2019) Sestry spolu se sanitáři pečují o pravidelné polohování (střídání poloh každé 3 hodiny) využívající nejrůznější polohovací antidekubitní pomůcky k podepření a odlehčení rizikových míst kde vznikají dekubity. (Faltýnková, 2012) Ošetrovatelé se nejčastěji starají o základní životní potřeby. Nutná je prevence dekubitů, plicních komplikací, tromboembolické choroby a močové infekce. (Kolář, 2015) Dále se starají o vyprazdňování močového měchýře a střeva, pečují o rány a zlepšení psychického stavu pacienta. (Kříž, 2019)

### **1.6.2 Sociální péče**

Významem sociální péče ve zdravotnictví je pomáhat pacientovi i jeho rodině při odstranění negativních dopadů z onemocnění. Sociální pracovník poskytuje pacientovi informace o sociálních dávkách, příspěvcích, invalidním důchodu, pomáhajících organizacích atd. (Kříž, 2019)

### **1.6.3 Psychologická péče**

Psycholog je nedílnou součástí multidisciplinárního týmu, jeho práce je provázána s ostatními profesemi. Psychologická péče je nedílnou součástí rehabilitace pacientů nejen v akutním ale i chronickém stadiu nemoci. Psychologickou péči poskytují léčebná zařízení, popřípadě sociální služby. Podstatou kvalitní léčby je otevřená komunikace všech zdravotníků s pacientem a jeho informovanost o zdravotním stavu. (Kříž, 2019)



#### **1.6.4 Fyzioterapie**

Fyzioterapie pacientů s míšními lézemi nemá jedinou správnou, konkrétní a jedinečnou léčebnou metodu. Nejzásadnější je stanovit cíl a jemu podvolit výběr technik a konceptů. Fyzioterapeuti mohou využívat Vojtovy reflexní lokomoce, dynamickou neuromuskulární stabilizaci, koncept Bobathových, fyzikální terapii, přístrojové metody a další. (Kříž, 2019)

#### **1.6.5 Ergoterapie**

Nejzákladnějším nácvikem jsou úkony sebeobsluhy, jako je trénink komunikačních dovedností, oblékání, jedení, úkony základní osobní hygieny, změny poloh, přesuny, ovládání vozíku. S tím souvisí nácvik náhradního funkčního úchopu a využití kompenzačních pomůcek. Nezbytná je spolupráce s rodinou. Je třeba nalézt kompromis pro zvládnutí pobytu tetraplegika v domácím prostředí. (Faltýnková, 2012) Ergoterapeuti zajišťují služby v celé šíři péče o pacienty s míšním poraněním. Péče začíná již na jednotce intenzivní péče, na spinální jednotce a pokračuje do rehabilitačního zařízení. Péče dále navazuje na ambulantní prostředí a neziskové organizace. To umožňuje pacientům zlepšovat získané dovednosti a získat nové postupy. Informace ergoterapeut získávají pozorováním pacienta, rozhovorem, vyšetřením a analýzou zdravotnické dokumentace. Hodnocení ADL mapuje zvládnutí každodenních aktivit v oblasti péče o sebe i širších aktivit v různém prostředí. Pro hodnocení personálních ADL ergoterapeut využívá standardizovaný test SCIM III, ve kterém se testují tři oblasti funkční nezávislosti; jako sebeobsluha, mobilita, dýchání a ovládání svěračů. Dále vyšetřují funkci horních končetin; svalovou sílu, citlivost, úchopy. Trénují s pacienty personální ADL jako je sebesycení, běžná hygiena, oblékání, koupání, mobilita, přesuny. Z instrumentálních ADL trénují komunikaci pomocí telefonu, hlasového asistenta, počítače, psaní, čtení. Ergoterapeut také řeší výběr správného vozíku, sed na vozíku, úpravu domácího prostředí, péči o domácnost, rodičovství, řízení auta. (Kříž, 2019)

## 2 Elektrická stimulace

Nedostatek inervace způsobené neurologickým poškozením způsobuje, že sval nemůže produkovat sílu. Použití elektrické stimulace je médium, se kterým se lékaři pokusili najít způsob, jak obnovit pohyb a schopnost provádět činnosti každodenního života. Ať už se používá samostatně ke zlepšení motorického poškození nebo je zabudován do komplexních systémů, potenciál, který má elektrická stimulace pro rehabilitační péči je nesmírný. V současné době se elektrická stimulace používá v mnoha formách k dosažení změn v činnosti a výkonu svalů, ke zlepšení svalové síly, zvýšení rozsahu pohybu, snížení otoků, snížení atrofie, hojení tkáně a snížení bolesti. (Doucet, 2012) Jde o techniku aplikace bezpečné hladiny elektrického proudu pro aktivaci neuromuskulárního systému za účelem dosažení obnovení ztracené funkce. Cílem je vytvořit podobnou funkční elektrickou stimulaci v periferních nervech, kterou sval běžně získává z CNS. (Hamid 2008) Funkční elektrická stimulace se dlouho používá pro ortopedickou a neurologickou rehabilitaci. Její účinnost a aplikace se využívá od osteoartrózy po cévní mozkovou příhodu. Systematické použití funkční elektrické stimulace u pacientů s míšním poraněním poskytuje mechanismus pro optimalizaci nervové aktivity pod úrovní zranění, zatímco snižuje sekundární komplikace a zlepšuje celkové zdraví. Nervový systém je schopen reagovat na stimulaci. Trvalé změny jsou možné při dlouhodobé a opakované stimulaci. FES je možné využívat ke zlepšení kardiovaskulární kondice, snížení tukové tkáně, zlepšuje dýchání, funkci močového měchýře, zlepšuje funkci střev, zlepšuje sexuální funkce a zabránění vzniku dekubitů. Nejuznávanějším aspektem tréninku pomocí FES je reakce kostí a svalů. Svaly se zlepšují ve své velikosti, síle a složení. Zlepšení svalové hmoty a hustoty kostí může vést k menším život ohrožujícím komplikacím, včetně zlomenin, dekubitů a infekcí. (Martin, 2012) FES selektivně aktivuje motorické jednotky, které jsou sestavené z alfa motoneuronů a svalových vláken které inervuje. (Garter, 2011)

### 2.1 Rehabilitační výhody elektrické stimulace

Jak již bylo zmíněno, FES je proces kombinování elektrické stimulace s funkčním úkolem jako je například uchopení předmětu. FES prokázala schopnosti posílit svaly, zlepšit krevní oběh, zmírnit bolest, zpomalit atrofii svalů a snížit spasticitu. Přestože je FES aplikována periferně, prostřednictvím aplikace motorických vláken jsou stimulována také senzorycká vlákna a studie dokazují, že zlepšení pocíťování hmatového vědomí jsou běžná po zavedení programu motorické stimulace. (Doucet, 2012)

## 2.2 Fyziologie nervosvalového přenosu

V nervových buňkách jsou informace kódovány a přenášeny jako série elektrických impulsů zvaných akční potenciál, který představuje krátkou změnu v elektrickém potenciálu na přibližně 80- 90 mV. Typická rekce frekvence je mezi 4 a 12 Hz. Funkční elektrická stimulace může vyvolat akční potenciál změnou elektrického potenciálu přes membránu nervových buněk. Stimulovaný svazek nervů zahrnuje motorický nerv (efferentní nerv- sestupující z centrální nervového systému ke svalům) a senzitivní nerv (aferentní, vzestupný nerv). Když je nervu dodán ostrý elektrický náboj, dojde k lokalizované depolarizaci buněčné stěny, což má za následek akční potenciál, který se šíří k oběma koncům axonu. (Popovic, 2016) Schopnost buněk odpovídat na podráždění je vzrušivost. Pakliže je drážděna vzrušivá buňka podprahovými podněty dojde ke krátké změně potenciálu (může dosáhnout až 15 mV). Je-li dráždění převyšeno touto prahovou úrovní, dospěje k prudké reakci a změně membránového potenciálu, protože se mění propustnost membrány pro ionty. Efektem je změna polarizace a potenciálu na kladou hodnotu. (Rosina, 2013)

## 2.3 Historie funkční elektrické stimulace

Využití elektřiny k léčbě sahá až do roku 15 n.l., když římskému císaři podávali elektrické šoky k léčbě bolesti hlavy. Až v roce 1780 italský lékař a fyzik Luigi Galvani ukázal, že impulsy z nervových buněk přecházejí do svalu. Jeho synovec, pokračoval v práci a prokázal, že je možnost stimulovat mozkovou tkáň pomocí elektrické stimulace. Výzkum nadále pokračoval v 19. a 20. století a dal za vznik řadě vynálezů, např. galvanometr, mikroelektrody, katodový osciloskop a defibrilátory. Výzkum vedl k pochopení struktur a funkce centrálního a periferního nervového systému. Tyto události dokázali možné použití elektřiny k léčbě nejrůznějších onemocnění včetně srdeční arytmie, respirační insuficience a stimulace ochrnutých kosterních svalů. Pro osoby s poraněním míchy se funkční elektrická stimulace začala využívat především na zlepšení kvality kostí a svalů nebo k zabránění ztrátě jejich funkce. FES nemůže zvrátit neurologické ztráty vzniklé poraněním míchy, ale může pomoci. (Garter, 2011) Elektrický stimulátor byl nejprve definován jako technika používaná k umělé stimulaci svalů zbavené svalové kontroly pomocí vhodných elektrických impulzů s cílem vyvolat svalové kontrakce a funkčně udržitelný pohyb. Úsilí vyvinout vhodný elektrický stimulátor, který může dosáhnout synergické aktivity různých svalů, se zrychlilo v 80. a 90. letech. V roce 1987 Bryn Davis navrhl systém elektrické stimulace založený na technologii multi-kochleárních implantátů pro obnovení funkce u paraplegických pacientů. V roce 1988 byla funkční elektrická stimulace aplikována na pacienty s míšními lézemi mezi Th4 a Th12 ve snaze obnovit postavení a chůzi. Další souběžné studie dospěly

k závěrům, že chůze je možná u pacientů s nekompletní míšní lézí, a to i se závažnou motorickou ztrátou. Původním cílem technologie funkční elektrické stimulace bylo poskytnout pacientům po míšní lézi větší mobilitu. Avšak díky pokrokům v biomechanickém inženýrství v posledních dvou desetiletích se funkční elektrická stimulace neomezuje pouze na lokomoci. V současné době se považuje za techniku aplikace bezpečné úrovně elektrického proudu ke stimulaci různých orgánů, které byly kvůli poranění míchy deaktivovány. Příklady zahrnují terapii dýchání, aktivitu střev, močového měchýře a návrat funkce horní nebo dolní končetiny. (Hamid 2008)

## **2.4 Mechanismus funkční elektrické stimulace**

Elektrická aktivita je primární složkou neurologického systému všech živých tvorů. Všechno, co děláme, je spojeno s řadou elektrochemických signálů, které putují celým tělem. Když neurologický systém funguje optimálně, fyzická aktivita funguje bez narušení. Pokud však dojde k poruše mozku či míchy, elektrické signály jsou narušeny a zastaví komunikaci mezi neurony. To může být zvláště zničující pro motorický systém, protože je pod kontrolou vyšších center CNS, přes které jsou signály přenášeny z mozku do kosterních svalů. (Dolbow, 2014) Nervy i svalová vlákna reagují na elektrický proud. Pro praktické účely se funkční elektrická stimulace používá k přímé stimulaci nervových vláken. Hlavní složkou systému je mikroprocesorový elektrický stimulátor, který určuje kdy a jak je stimulace poskytována. Dále sada elektrod, které se připojují k neuromuskulárnímu systému. (Hamid 2008)

### **2.4.1 Zpětná vazba**

Zpětná vazba systému může být buď otevřená, nebo uzavřená. Ovládání s otevřenou smyčkou se používá pro jednoduché úkoly, jako je například samotné posílení svalů, ovšem vyžaduje stálý elektrický výstup ze stimulátoru. V systému s uzavřenou smyčkou jsou parametry pro elektrickou stimulaci neustále upravovány počítačem pomocí zpětné vazby o svalové síle a poleze kloubu, čímž stimulují různé svalové skupiny současně. To vede ke kombinaci svalové kontrakce potřebné pro komplexní funkční aktivitu. (Hamid 2008)

### **2.4.2 Směr toku elektrického proudu**

Z neurofyzologie plyne, že přiblíží-li se k nervu katoda (záporně nabitá), dojde při překročení reobáze k vyvolání depolarizace. Anoda (kladně nabitá) při přiblížení k nervu nejprve hyperpolarizuje a depolarizace nastane až v další fázi tokem proudu podél membrány. K vyvolání záškubů je pak nutná vyšší intenzita proudu. Z toho vyplývá, že stimulační elektrodu je třeba zapojovat vždy jako katodu a indiferentní kožní elektrodu jako

anodu. (Doucet, 2012) Pro stimulaci nervů se používá obousměrný impuls; primární určený k depolarizaci a sekundární pro repolarizaci nervu. (Teferra, 2017)

#### **2.4.3 Frekvence impulsů**

Frekvence se vztahuje k impulsům generovaným za sekundu během stimulace. Udává se v jednotkách Hz. Například 40 Hz = 40 impulsů za sekundu. Frekvence použité elektrické stimulace se mohou značně lišit v závislosti na úkolu nebo intervenci, ale většina klinických režimů používá frekvence 20 - 50 Hz. (Doucet, 2012) Z hlediska pacienta je lepší co nejnižší frekvence. Tomu odpovídá frekvence 1 Hz. Z hlediska bezpečnosti (možnost poranění nervu) je výhodnější frekvence 2-3 Hz. Výhodné jsou přístroje s nastavitelnou frekvencí. (Nalos, 2010)

#### **2.4.4 Šířka a doba trvání impulsu**

Elektrická stimulační zařízení dodávají impulzy ve vzorcích křivek, které jsou reprezentovány geometrickými tvary (čtvercová, vrcholová...). Tyto tvary charakterizují elektrický proud, který stoupá nad nulovou linii, nebo proud který se střídá nad a pod základní linií. Časové rozpětí jednoho impulsu je známé jako šířka impulsu nebo doba trvání impulsu. Kratší šířky impulsů 10–50 ms ovlivňují nábor svalových vláken a mohou generovat větší točivý moment v menším počtu svalových vláken. (Doucet, 2012)

#### **2.4.5 Amplituda**

Dalším parametrem, který přispívá k únavě je síla proudu, který je podáván. Amplituda se udává v mA. Čím vyšší intenzita, tím silnější depolarizační účinek ve strukturách pod elektrodami. (Doucet, 2012)

#### **2.4.6 Intenzita stimulace**

Stimulace může být dodána pomocí konstantního napětí nebo konstantního proudu. Malé přenosné elektrostimulátory používané na klinikách a poskytované pacientům pro domácí použití jsou obvykle napájeny z baterií a mají modifikovatelné nastavení proudu obvykle dodávané prostřednictvím systému s konstantním napětím přibližně 150 V. Tyto jednotky používají transkutánní povrchové elektrody, které ulpívají na kůži a lze je snadno odstranit. Protože jednotky používají střídavý proud s vysokým stupněm nastavitelnosti, aktivace svalů prostřednictvím těchto zařízení může být proměnlivá a nekonzistentní. (Doucet, 2012)

#### **2.4.7 Mikroprocesor**

Mikroprocesor obsahuje programy pro sezení, postavení, chůzi, uchopení rukou atd. Slouží ke generování řady impulsů, které napodobují nervové impulsy, které by za normálních okolností prošli míchou do příslušných periferních nervů. Tyto podněty tak spouštějí akční

potenciál v periferních nervech, které vyvolávají aktivaci svalových kontrakcí v přidružených svalových vláknech. Zvolíme vhodnou velikost proudu, dobu trvání, frekvenci, tvar vlny. (Hamid 2008)

#### **2.4.8 Elektrody**

Elektrody poskytují rozhraní mezi elektrickým stimulatorem a nervovým systémem. Byly vyvinuty různé typy elektrod od neinvazivních povrchových elektrod po invazivní implantované elektrody. Implantované elektrody poskytují specifitější a selektivnější stimulaci požadované svalové skupině než elektrody povrchové. (Hamid 2008) Nejčastěji se používají elektrody umístěné na povrchu kůže. Dosažení přesné polohy může být náročné a náboj je distribuován do velké plochy. Elektrody obvykle fungují jako vodič, který dodává elektrický náboj z napájecího zdroje do tkáně. Přenos náboje nastane, když napětí mezi aktivní elektrodou a referenční elektrodou generuje elektrické pole. (Ho, 2014)

#### **2.4.9 Kanyly**

Stimulační kanyly jsou zhotoveny z vysoce vodivých slitin s nízkým odporem. Běžně se používají od roku 1963. Stimulující elektrodou u izolované kanyly je pouze neizolovaná špička kanyly. Je potažena umělou hmotou, proto je tlustší a při průchodu tkáněmi více traumatizuje svaly a kůži. Povrch kanyly klade při průchodu tkáněmi větší odpor. U neizolované kanyly je elektricky aktivní celý povrch kovové kanyly. Lze využít běžně užívanou celokovovou injekční jehlu. Další výhodou je její užší průměr což znamená že méně traumatizuje okolní tkáň. (Nalos, 2010)

#### **2.5 Stimulační systémy**

Nejjednodušší způsob, jak využít elektrickou stimulaci, jsou malé přenosné jednotky. Tyto jednotky mají modifikované schopnosti, takže terapeuti mohou nastavovat parametry a navrhovat vlastní programy elektrické stimulace, které jsou pro pacienty nejvhodnější. Mnohé zařízení přicházejí s režimy, které jsou naprogramované a mají pevné nastavení parametrů, v závislosti na cíl léčby, ze kterých si terapeut může vybrat. Většinu jednotek lze uzamknout, aby si ji pacient mohl vzít domů, aniž by se obával změny programu nebo nastavení parametrů. Pacient musí pouze zapnout jednotku, aby aktivoval nastavený systém. Další možnosti dostupné na jednotkách jsou mechanismy, které monitorují aktivitu v jednotce. To umožňuje terapeutovi zkontrolovat, jak často a na jak dlouho bylo zařízení zapnuto. Společnosti, které v současné době nabízejí malé přenosné jednotky pro patientské použití, jsou četné. (Doucet, 2012)

## **2.6 Aplikace elektrické stimulace**

Existuje celá řada terapeutických aplikací funkční elektrické stimulace. Používá se k udržení nebo zvýšení rozsahu pohybu, ke snížení otoků, k podpoře hojení zlomenin nebo tkání, ke snížení svalových křečí a snížení spasticity, ke zlepšení krevního oběhu, k prevenci nebo zvrácení atrofie a k usnadnění pohybu. Využití také můžeme najít v neuromuskulární reedukaci. (Martin, 2012)

### **2.6.1 Invazivní elektrická stimulace**

**Míšní stimulace (SCS)** elektroda se zavede epidurálně k zadním provazcům míšním, vzácněji míšním provazcům laterálním. Nejčastěji na je umístěn na břicho nebo hýždí generátor, který je spojen s elektrodu. Před definitivní implantací je zkušební období v délce dvou týdnů, ve kterém se nastavují ideální parametry stimulace. Indikací k míšní elektrické stimulaci je chronická neuropatická bolest, ale například při angině pectoris a ischemické chorobě dolních končetin. (Rokyta, 2015)

**Elektrická stimulace periferních nervů (ESPN)** umožňuje plynulé přibližování stimulační kanyly k nervu, podle intenzity proudu potřebné k vyvolání záškubu. Jsme schopni vyvolat objektivní a do značné míry kvantifikovatelnou reakci. Spolupráce pacienta a spolehlivost jeho výpovědi není podmínkou identifikace nervové struktury. ESPN je možné provádět v silné sedaci, v celkové anestezii i u pacientů s jazykovou bariérou. (Nalos, 2010)

### **2.6.2 Neinvazivní elektrická stimulace**

**Funkční elektrická stimulace (FES)** je technologie, kterou lze uměle vygenerovat pohyby těla jedinců, kteří mají paralyzované svaly kvůli zranění centrálního nervového systému. Snahou aplikace elektrického stimulu na ochrnutý nerv nebo sval, je obnovení nebo dosažení co nejvyšší funkčnosti. Konkrétněji lze pomocí FES generovat funkce, jako je uchopení a chůze u jedinců po poranění míchy nebo cévní mozkové příhody. (Popovic, 2016) Nejčastěji se využívá v neurorehabilitaci. (Martin, 2012) Tato stimulace odkazuje na proces spárování elektrické stimulace současně s funkčním úkolem. (Doucet, 2012) FES využívá vícekanálových elektrických stimulátorů řízených mikroprocesorem k obnovení svalů v naprogramované synergické sekvenci. Umožňuje dosažení specifického funkčního vzoru pohybu. Během stimulace pacientů se spinálním poraněním se často rozvine únava, které omezuje dobu trvání aktivity. (Dolbow, 2014) Elektrody jsou umístěny na sval, který má být stimulován a elektrické impulsy generují svalovou kontrakci. (Schuhfried, 2012) Cílem FES je umožnit jedincům s ochrnutím horních končetin používat ruce jako při každodenním životě. (Teferra, 2017) Většina tradičních programů vyžadují trvalou aplikaci elektrické

stimulace, která jedinci poskytne funkční motorickou aktivitu. Po dokončení terapeutického programu FES je jednotlivec obvykle schopen plnit úkoly s menší mírou dopomoci. Jedinec se musí pokusit o zahájení nebo provedení konkrétního motorického úkolu, jako je například úchop špetka. Současně se do svalu aplikuje elektrický impuls z elektrody, který pomáhá úkol dokončit. Každý úkol se trénuje po dobu 5 až 7 minut. Jak terapie postupuje je podpora FES systémem redukována až nakonec zcela vymizí. (Nagai, 2016) V technologii FES byly dříve zvykem vyvíjet neuroportézy, které byly implantovány natrvalo s cílem nahradit poškozené funkce jako je vyprazdňování močového měchýře, uchopení, chůze. Jinými slovy, jedinec by zařízení používal pokaždé, kdy by chtěl vykonat určitou funkci. V posledních letech se technologie FES používá spíše jako krátkodobá terapie, k rehabilitaci volního pohybu nikoli celoživotní závislosti. (Popovic, 2016)

**Neuromuskulární elektrická stimulace (NMES)** kdy je elektřina aplikována přes povrch kůže na neporušený periferní nerv, který vyvolá akční potenciál v nervovém vlákne. (Martin, 2012) Obvykle bývá poskytována při vyšších frekvencích (20-50 Hz) k produkci svalové kontrakce. (Doucet, 2012) Usnadňuje činnost svalů a reedukaci svalu směrem k normální funkci. (Dolbow, 2014)

**Transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS)** se používá pro modulaci bolesti, stimulací periferních nervů pomocí senzoričkových a motorických podnětů. TENS je využívána k léčbě neurogení bolesti. (Martin, 2012) Je to jednoduchá a nedostatečně využívaná metoda, která má několik pravděpodobných mechanismů účinků bolesti. Dále zvyšuje průtok krve ve stimulovaných oblastech. U TENS se stimulační elektrody přikládají na kůži a periferní nervový systém je stimulován nepřímou. (Rokyta, 2015, 574) Podává se při nízkých frekvencích (2-10 Hz). Šíří se podél menších aferentních senzoričkových vláken specificky k potlačení bolesti. Kvůli použití nízkých frekvencí se TENS zaměřuje konkrétně na senzoričková vlákna a neaktivuje vlákna motorická; proto nedochází k žádné výrazné svalové kontrakci. (Doucet, 2012)

Dalším typem transkutánní elektrické stimulace je elektrická stimulace vyvolaná **elektromyografií (EMG)**. Tento typ stimulace pomáhá pacientům, kteří se znovu učí specifické pohyby. Svalová aktivita je monitorována pomocí záznamových elektrod EMG tak, že když signál EMG dosáhne specifického prahu, stimulace se aktivuje, čímž pacientovu pomůže dokončit pohyb. (Doucet, 2012)



### 2.6.3 Umístění elektrod

Úspěch elektrického proudu je spojen s velikostí a umístěním elektrody a vodivostí kůže a elektrody. V minulosti byl na kůži aplikován vodivý gel, aby se zlepšil přenos proudu. V současné době jsou z důvodu pohodlí elektrody předem gelovány. Větší povrchové elektrody aktivují více svalové tkáně, ale rozptýlí proud na širší plochu povrchu a sníží hustotu proudu. Menší elektrody soustředí proudovou hustotu, což umožňuje lokální koncentraci proudu s menší pravděpodobností stimulačního přechodu do okolních svalů. Ovšem hustý proud zvyšuje šanci na nepohodlí a bolest. Nejčastěji se elektroda přikládá přímo na svalové břicho nebo na nejefektivnější místo. (Doucet, 2012)

Obrázek 2 - Umístění elektrod



Zdroj: [https://www.researchgate.net/figure/Contralaterally-controlled-functional-electrical-stimulation-system-Volitional-opening\\_fig1\\_51603829](https://www.researchgate.net/figure/Contralaterally-controlled-functional-electrical-stimulation-system-Volitional-opening_fig1_51603829)

### 2.7 Svalový trénink po elektrické stimulaci

Studie naznačují, že dynamické tréninkové účinky pozorované u elektricky stimulovaného, ochrnutého svalu do značné míry závisí na použití stimulačních parametrů. Nízko frekvenční stimulace vedla ke zvýšené svalové odolnosti. Vysokofrekvenční stimulace narušuje neuromuskulární přenos, a proto přiměřeně nezpochybňuje jiné procesy o niž je známo, že ovlivňují únavu, zejména spojení excitace a kontrakce. Opakovaná stimulace v normálním

fyziologickém frekvenčním rozsahu svalu (15-50 Hz) může poskytnout lepší stimul pro přizpůsobení odolnosti vůči únavě svalů. Zátěž vyvolávaná během elektricky podněcených kontrakcí také ovlivňuje velikost změn souvisejících s tréninkem. U extensorů zápěstí pouze trénink s vysokou rezistencí přinesl únavové přínosy a důkazy metabolické adaptace. Svaly trénované nízkým zatížením vykazovaly pouze malé zvětšení nebo žádné změny. Paralyzované svaly se tedy přizpůsobují principům fyziologického stresu, a to způsobem připomínající neurologicky neporušený sval. Funkční elektrická stimulace s dlouhým trváním způsobuje přeměnu svalů z rychlých, unavitelných na pomalé nebo na únavě odolné. Při použití 15 Hz izometrickou aktivací svalu k vyvolání hypertrofie a únavových změn v paralyzovaném svalu. (Martin, 2012) Pomocí elektrické stimulace lze docílit zvýšení mobility a také pomáhá překonat nutnost chirurgického zákroku při dosahování požadovaného zlepšení funkce ruky. (Patil, 2015)

## **2.8 Aplikace elektrické stimulace na horní končetinu**

Všechny systémy sdílejí skutečnost, že dodávají krátké impulsy do stimulující tkáně. Pokud je překročena minimální nutná hodnota dojde k vyvolání fyziologického akčního potenciálu na eferentních nervech, které způsobí kontrakci inervovaných a ochrnutých svalů HK. Na tomto základě FES uměle kompenzuje ztrátu dobrovolné kontroly svalů. Čas potřebný k dosažení zlepšení ve funkčním úchopu je individuální v rámci týdnů až měsíců. (Rupp, 2015) U pacientů s poraněním míchy nad úroveň C7 vidíme omezenou funkci paže nebo ruky. Omezení funkce negativně ovlivňuje vykonávání činností každodenního běžného života (ADL) jako je mytí rukou a obličeje, stravování, hygiena atd. Pacientům s poraněním míchy v oblasti krční páteře jsou poskytovány kompenzační metody v podobě dlah, ortéz, chirurgických zákroků, somatosenzorické stimulace a elektrické stimulace. První aplikace FES na svaly horní končetiny je uvedena z 80. let 20. století. Zahrnovala aplikaci 8 elektrod na zápěstí a ruku, přesněji na svaly flexor digitorum profundus, flexor digitorum superficialis, flexor pollicis longus, adductor pollicis, abduktor pollicis brevis, extensor digitorum communis a extensor pollicis longus. Primárním cílem elektrické stimulace bylo dosáhnout myoelektrického ovládní svalů ke zlepšení úchopu ruky. Druhá generace aplikace FES se skládá z 12 stimulačních elektrod a současného vyšetření EMG. U pacientů jsou pozorovány zlepšení především v úchopové funkci ruky a ve zlepšení ADL, například při manipulaci s vidličkou, kartáčování vlasů, manipulaci s mobilním telefonem a sebe sycení. (Garter, 2011) U jedinců s poraněním míchy v úrovni krční páteře je obnovení funkce horní končetiny jejich nejvyšší prioritou. Funkční elektrická stimulace poskytuje významný nárůst funkce ruky a paže. Svalové kontrakce mohou být organizovány tak, aby zajistily

koordinované otevírání a zavírání ruky, pohyby palce, flexi a extenzi zápěstí a lokte. Cílem je snížit potřebu spoléhat se na pomoc druhých, potřebu kompenzačních pomůcek a snížení času potřebného na provedení úkolu. (Ho, 2014)

Během úchopu pomocí eklektické stimulace je předmět držen ve svorce tvořené částečně flektovanými prsty a dlaní, protitlak je tvořen palcem ležící v rovině dlaně. Přesné uchopení malých předmětů se vytvoří flexí prstů k protilehlému palci. (Popovic, 2011)

## **2.9 Neuroprotézy**

Neuroprotézy jsou zařízení, která používají elektrody k vzájemnému rozhraní s nervovým systémem a usilují o obnovení funkce, která byla ztracena v důsledku poranění míchy. Neuroprotéza může obnovit některé motorické, smyslové a autonomní funkce stimulací různých částí nervového systému včetně svalů, nervů, páteře mícha a mozku. Stimulace nervového systému má potenciál obnovit řadu funkcí, které jsou narušeny. Funkční elektrická stimulace používá elektrody ke stimulaci svalů nebo nervů vyvolávající kontrakci a obnovují motorickou funkci. Kromě toho i přímá stimulace míchy dokazuje potenciál pro obnovení pohybu. Svaly v oblasti horní končetiny již nepřijímají výstupy z mozku a mají tendenci degenerovat, ztrácí sílu a objem. Umístění elektrod v neuroprotéze vyžaduje zručnost. Implantované elektrody mohou cílit na sval samotný, nebo na nerv inervující sval. Implantované elektrody eliminují potřebu umístění elektrod denně a umožňují cílenější stimulaci. (Rupp, 2015) Neuroprotézy poskytují nejslibnější metodu významného nárůstu funkce rukou a paží u osob se spinálním poraněním na úrovni krční páteře. Využívají malé elektrické proudy k aktivaci periferních motorických nervů, což má za následek řízené kontrakce paralyzovaných svalů. Základní aspekty elektrické aktivace nervů jsou dobře známy a byla stanovena bezpečná úroveň stimulace pro dlouhodobé použití. Svalové kontrakce jsou organizovány tak, aby vytvářely koordinované otevírání a zavírání; polohování palce, flexi a extenzi v zápěstí a lokti. Jednotlivec řídí požadovanou aktivitu prostřednictvím elektrické aktivace ochrnutého svalu prostřednictvím zaznamenaných myoelektrických signálů z udržené volní aktivace svalů. Cílem neuroprotéz je snížit potřebu jedinců spoléhat se na pomoc druhých, snížit potřebu kompenzačních pomůcek a zkrátit potřebnou dobu k vykonání úkolu. (Kilgore, 2018)

### **2.9.1 Bionic Glove**

Bionic Glove se skládá z rukavice bez prstů s rukávem na předloktí. Dále 3 až 4 elektrody, které jsou připevněné na ruce a předloktí. Klinický pokus s BionicGlov ukázal, že tato

rukavice může výrazně zlepšit funkci horní končetiny u pacientů s míšní lézí v oblasti C5-C7. (Teferra, 2017)

### **2.9.2 MyndMove**

MyndMove implementoval novou stimulaci, která umožňuje stimulátoru generovat svalové kontrakce pomocí elektrických impulsů, které mají amplitudy 10 -15krát nižší intenzity. Klíčovými aspekty jsou stimulační impulsy, které mají velmi vysokou rychlost otáčení a dokážou rychle zasáhnout aferentní nerv. Tato nová technologie nejen snižuje intenzitu stimulace, ale také snižuje nepohodlí během stimulace, což je běžný problém s komerčně dostupnými neuroprotézami. (Popovic, 2016) MyndMove je neinvazivní terapie, která kombinuje účast pacientů, terapeutické odborné znalosti funkční elektrické stimulační zařízení pro obnovení volní funkce rukou a paží pacientů trpících parálézou horních končetin. Zařízení se skládá z několika částí. Vestavěný stimulační protokol, které mohou vyvolat přes 30 různých pohybů a dosažení úchopu. 8 elektrod, které mohou stimulovat 8 různých svalových skupin v jednom stimulačním protokolu a intuitivní uživatelské rozhraní, které umožňuje terapeutům individuálně vybrat terapii. MyndMove vyžaduje speciálně vyškolené ergoterapeuty a fyzioterapeuty. Terapie zlepšuje jak motorické, tak smyslové funkce. Tato dynamická terapie vyvolává jak proximální, tak distální pohyby, pohyby jemné motoriky i kombinované pohyby. Primární zaměření je na úchopy pro ADL. Aby mohl pacient využívat MyndMove zařízení, musí být zdravotně stabilní, schopen se aktivně účastnit terapie a během léčby komunikovat s terapeutem. Léčbu mohou využívat jak pacienti s míšní lézí v úrovni C3 – C7 tak pacienti po CMP. MyndMove terapie funguje na principu stimulace nervové dráhy. Dodává elektrickou stimulaci a svaly vyšlou informaci aferentní cestou do mozku. Vyškolení terapeutů probíhá vícedenním výcvikovým kurzem poskytovaný společností MyndTec Inc. Terapeuti jsou vyškoleni, aby spolupracovali s pacienty a měli znalost ve správném umístění elektrod na kůži, správně upravovali úroveň stimulace pro zajištění vhodných svalových kontrakcí, identifikaci motorické odpovědi a zajištění, aby pacient dostával optimální terapii. (MyndMove, 2019)

### **2.9.3 Ness H200**

Ness H200 je přístroj, který se využívá při rehabilitaci pacientů, kteří se potýkají se sníženou motorickou funkcí v oblasti HK a ruky. Toto zařízení umožní pacientovi otevírání a zavírání dlaně, úchop a stisk. Systém je založen na princip elektrostimulace, to pomáhá zachovat nebo vylepšit rozsah pohybu, snaží se zarazit postup svalové atrofie a zkvalitňuje lokální prokrvení. Ness H200 v průběhu terapie napomáhá pacientovi získat zpět funkčnost ruky a

zápěstí, s cílem začlenit její používání do běžného života. Přístroj lze prakticky využít jako terapeutickou pomůcku pro větší množství pacientů. Do řídicí jednotky přístroje se ukládají všechna data pacientů a jejich individuální nastavení, odkud je lze bezdrátově přenést do samotného zařízení. Pro terapeutů se stává terapie rychlejší, jednodušší a efektivnější. Přístroj pacient může využívat k autoterapii, ke svému vlastnímu užití v každodenním životě jako kompenzační pomůcku. Přístroj obsahuje malý ovladač, který umožní funkci ve dvou režimech. První z nich je režim manuální, kdy stiskem tlačítka na ovladači aktivuje stisk nebo úchop. Druhý režim je terapeutický, kdy je terapeutem naprogramována sekvence stimulačních pulzů. Pacient tak může absolvovat série elektrogymnastiky dle doporučení, a to i v domácím prostředí. (NESS H200, 2020) Bezdrátovou rehabilitační soustavu tvoří lehká ortéza a bezdrátová ruční řídicí jednotka. Lehká ortéza se přikládá na předloktí a zápěstí pacienta. Ortéza dále bezdrátově komunikuje s řídicí jednotkou. Řídicí jednotka umožňuje nastavit úroveň stimulace a zapnout a vypnout jednotku. Řídicí jednotka je snadno ovladatelná a pro větší komfort obsahuje dobíjecí baterii. (Bioness, 2020)

## **2.10 Účinek neuroplasticity**

Od sedmdesátých let vědci pozorují po pravidelné terapii elektrické stimulace, pozitivní účinek, který přetrvává i když se zařízení již nepoužívá. Trvalo téměř dvě desetiletí, než došlo k vážnému zkoumání vlivu FES na neuroplasticitu. Nejprve byly účinky terapie zkoumány na pacientech po CMP. Po těchto studiích následovaly studie zkoumání použité neuroprotézy pro dosažení úchopu u jedinců po poranění míchy. (Popovic, 2016)

## **2.11 Omezení elektrické stimulace**

Ačkoli má elektrická stimulace schopnost produkovat pohyb v denervovaných, paralyzovaných či spastických svalech, je ze své podstaty méně účinná než lidský pohyb. Funkční elektrická stimulace navíc vyvolává nadměrnou neuromuskulární únavu. FES má tendenci měnit normální příkaz k náboru motorické jednotky. Při normálním lidském pohybu se nejprve aktivují menší motorické jednotky odolné proti únavě, což pomáhá zpozdit nástup únavy. Nábor motorických jednotek při elektricky vyvolaných kontrakcích je považován za náhodnější, čímž se zhoršuje přirozená míra odolnosti vůči únavě. (Doucet, 2012)

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 3 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

### 3.1 Hlavní cíl

Cílem práce je zjistit, zda má elektrická stimulace vliv na tetraplegickou ruku při nácviku úchopů a ADL.

### 3.2 Dílčí cíle

Zjistit a porovnat jaké ergoterapeutické intervence se využívají při rehabilitaci tetraplegické ruky v ČR a jaké v zahraničí.

Zjistit, zda ergoterapeuti považují elektrickou stimulaci za nezbytnou součást rehabilitace tetraplegika.

Pro dosažení cíle je nutno zajistit:

1. Načerpání teoretických znalostí z různých zdrojů o elektrické stimulaci.
2. Získání potřebných informací o vlivu elektrické stimulace od českých i zahraničních ergoterapeutů.

Výsledky budou uceleny, porovnány a diskutovány v závěru mé práce a budou konfrontovány s mými hypotézami.

### 3.3 Hypotézy

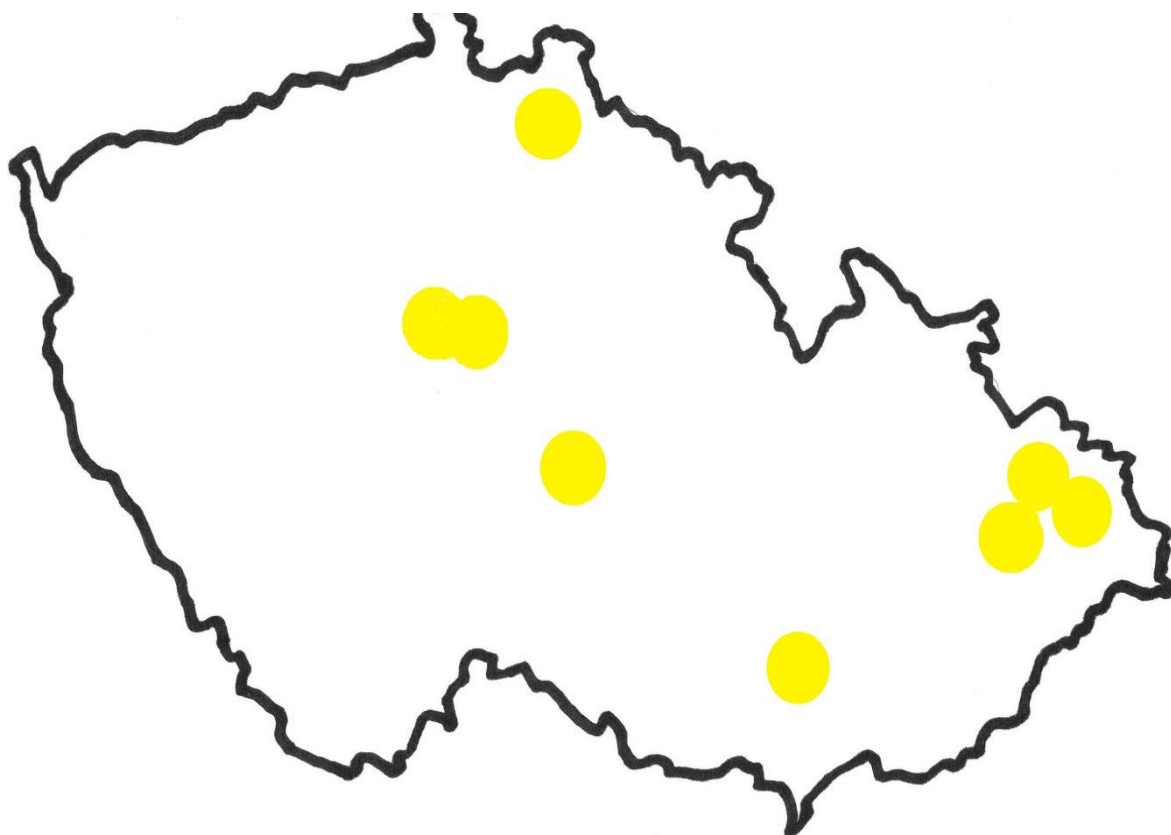
Předpokládám, že:

1. Využití FES v rámci ergoterapeutických intervencí přispívá k efektivnějšímu nácviku úchopové funkce ruky.
2. FES přispívá ke zlepšení samostatnosti v ADL.
3. FES je neodmyslitelnou součástí rehabilitace tetraplegika v zahraničí.

## 4 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

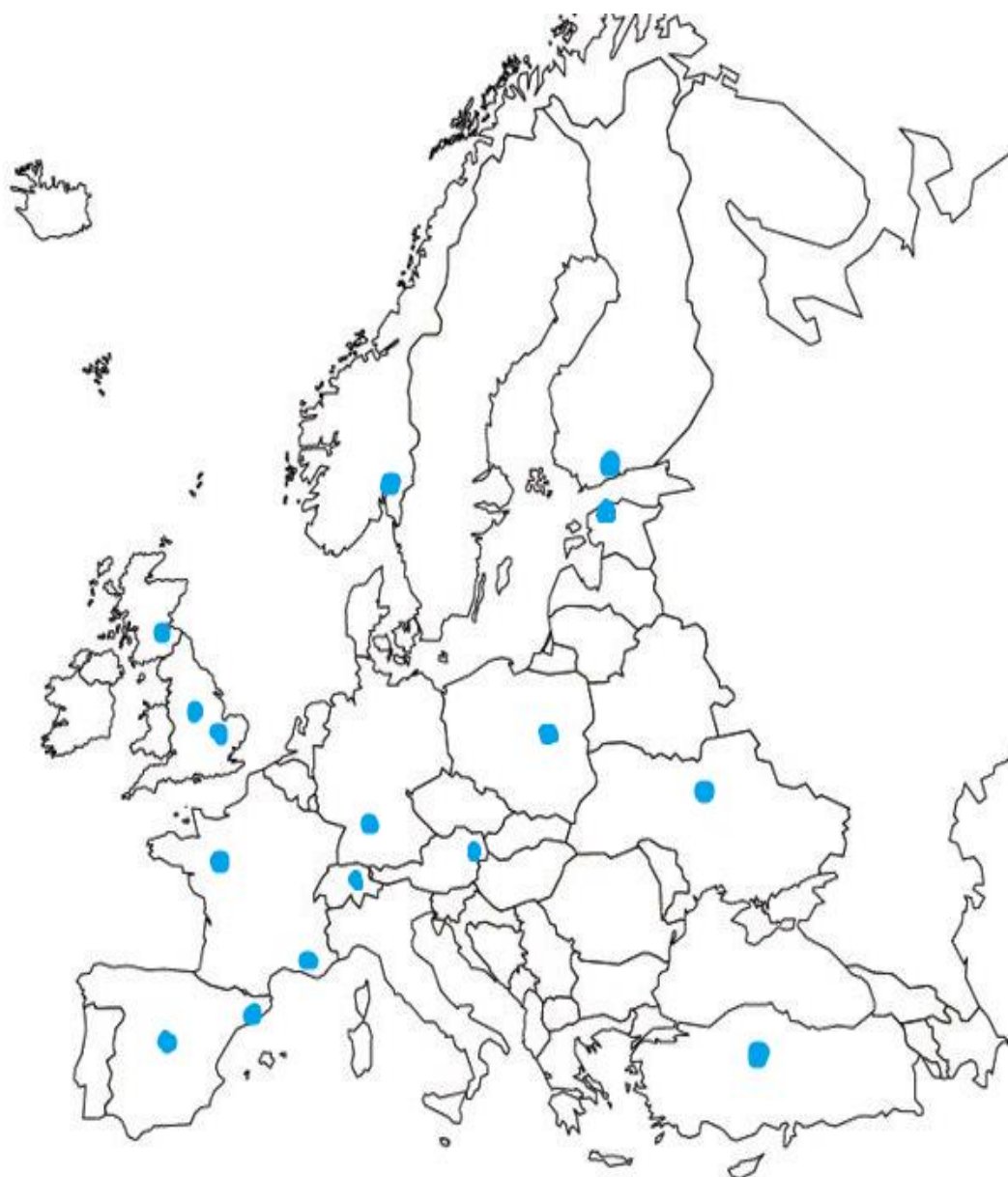
K zjištění a potvrzení cílů a hypotéz položených v této bakalářské práci byl vybrán soubor ergoterapeutů v České republice a v zahraničí. Dále byl vytvořen dotazník s otevřenými otázkami, celé znění pro ČR viz příloha č. 1 a pro zahraničí viz příloha č. 2. Kontaktování proběhlo pomocí elektronické pošty. Odpovědi se podařilo získat celkem od 37 pracovišť. V ČR na 8 pracovišť, v Evropě na 16 pracovišť, v USA na 11 pracovišť v Austrálii 1 pracoviště a na Novém Zélandu 1 pracoviště. Podrobnější seznam oslovených pracovišť příloha č. 3, příloha č. 4. a příloha č. 5. Jedná se pouze o malý vzorek oslovených pracovišť, proto nelze očekávat souhrnnou vypovídající hodnotu. Pro tu by bylo potřeba oslovit více pracovišť. Na mapách jsou graficky vyznačeny oslovené pracoviště v České republice, v Evropě, v USA, Austrálii a Novém Zélandu.

Obrázek 3- Mapa ČR



Zdroj: vlastní

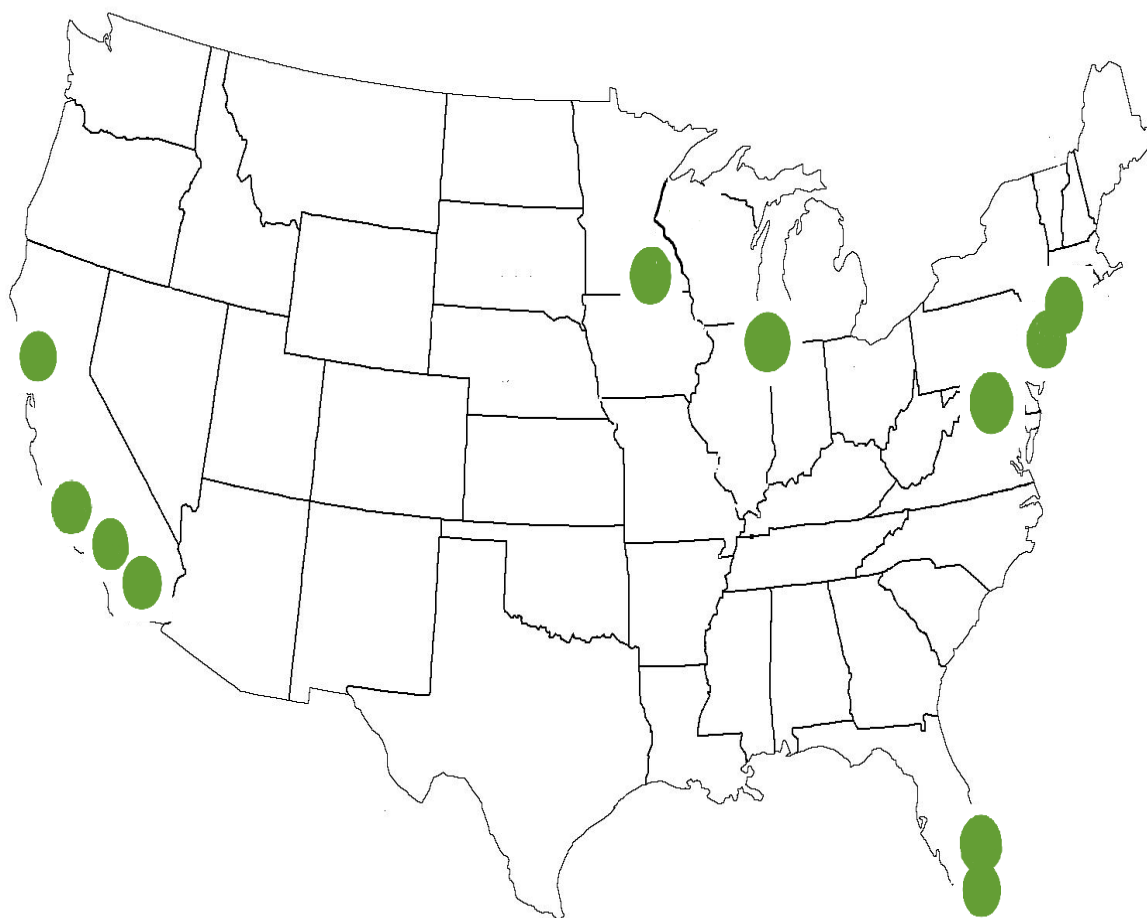
Obrázek 4- Mapa Evropy



Zdroj: vlastní



Obrázek 5- Mapa USA



Zdroj: vlastní

Obrázek 6 -Mapa Austrálie a Nový Zéland



Zdroj: vlastní

## 5 METODIKA PRÁCE

Metodika sběru dat probíhala v návaznosti na stanovené cíle a hypotézy. Pro bakalářskou práci byla použita metoda dotazníkového šetření. Byl použit nestandardizovaný dotazník sestaven autorem této práce, viz příloha č. 1 a č. 2, obsahující 4 otevřené otázky pro Českou republiku a 6 otevřených otázek pro zahraničí.

Dotazníkové šetření lze považovat za velmi rozšířenou metodu. Je charakteristický anonymním zjišťováním dat ve velmi krátkém čase a umožní sběr velkého množství dat. Odpovědi v dotazníkové formě jsou zajišťovány v písemné podobě. (Gavora, 2010)

Dotazník by rozeslán pomocí elektronické dotazníkové stránky, celkem 37 respondentům. V České republice odpovědělo 8 dotázaných ergoterapeutů pracujících se spinálními pacienty. Ze zahraničí se podařilo získat 29 odpovědí. Sběr odpovědí probíhal v únoru 2020. Pro přehlednost jsou odpovědi zpracovány tabulkou, grafem a slovním popisem.

Bohužel, vzhledem k současné mimořádné celosvětové pandemii se nepodařilo získat větší počet respondentů. Mnoho ergoterapeutů v současné situaci vykonává úkoly nad rámec svojí standardní pracovní náplně. I přes to se podařilo získat cenná data která poukazují na důležitost FES jako intervence v rehabilitaci tetraplegika.

## 6 ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Grafy a tabulky byly zpracovány pomocí programu Microsoft Excel 2016.

### 6.1 Výsledky českých ergoterapeutů

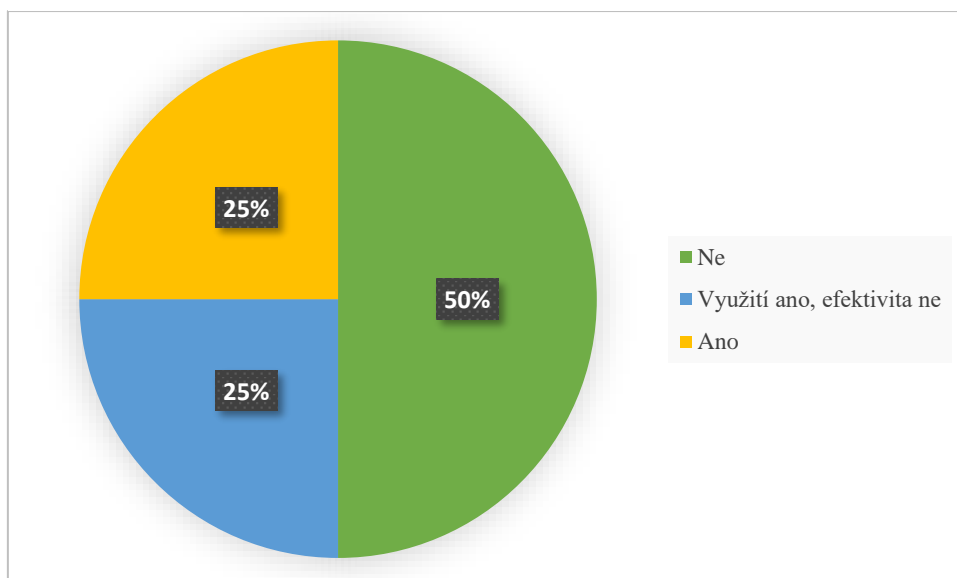
Jste informováni o využití a efektivitě funkční elektrické stimulace (FES) u tetraplegické ruky v rámci nácviku ADLs?

Tabulka 1

Ne	4
Využití ano, efektivita ne	2
Ano	2

Zdroj: vlastní

Graf 1



Zdroj: vlastní

Cílem této otázky bylo zmapovat informovanost ergoterapeutů o eklektické stimulaci.

Polovina ergoterapeutů není přesněji informována o využití FES.

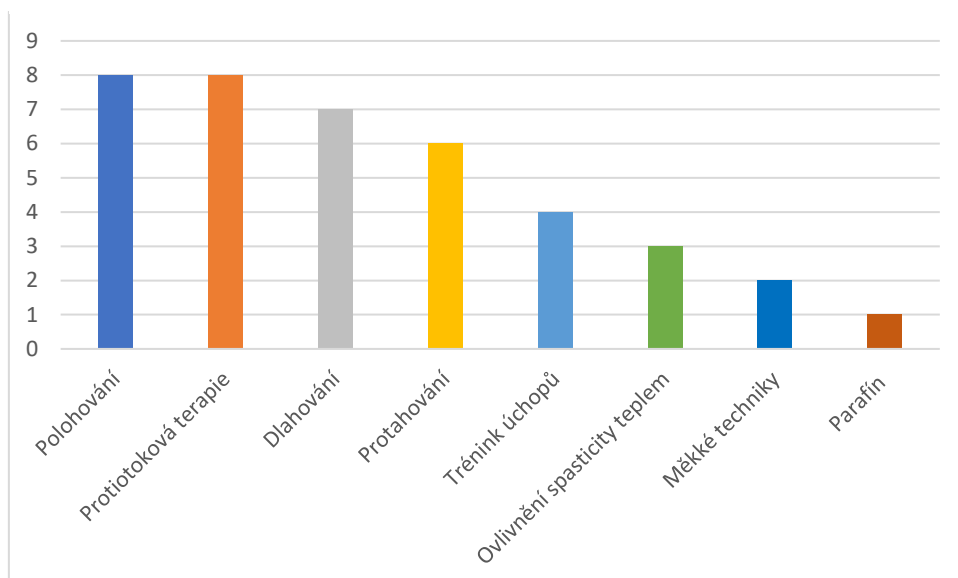
## Jaké intervence využíváte při nácviu úchopové funkce ruky u tetraplegiků?

Tabulka 2

Polohování	8
Protiotoková terapie	8
Dlahování	7
Protahování	6
Trénink úchopů	4
Ovlivnění spasticity teplem	3
Měkké techniky	2
Parafín	1

Zdroj: vlastní

Graf 2



Zdroj: vlastní

V této otázce týkající se využívaných technik bylo cílem zhodnocení ergoterapeutické intervence při péči o tetraplegickou ruku. Všechny oslovené pracoviště využívají především polohování a protiotokovou terapii.

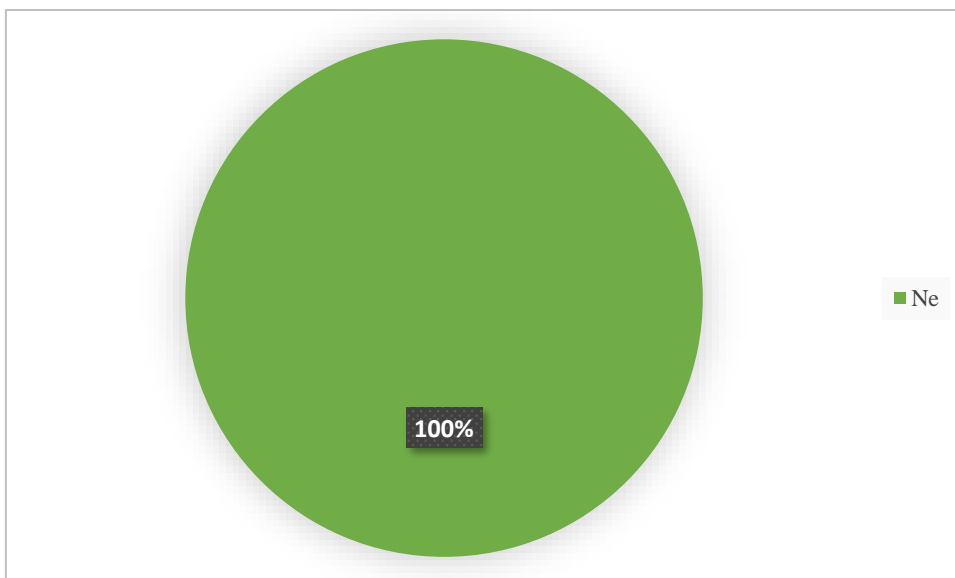
Využíváte FES v rámci rehabilitačního programu u tetraplegiků či vaši kolegové fyzioterapeuti?

Tabulka 3

Ne	8
----	---

Zdroj: vlastní

Graf 3



Zdroj: vlastní

Cílem otázky bylo zjistit, zda dochází k využití elektrické stimulace v rehabilitačním programu tetraplegiků. Všichni dotázaní shodně odpověděli, že FES nevyužívají.

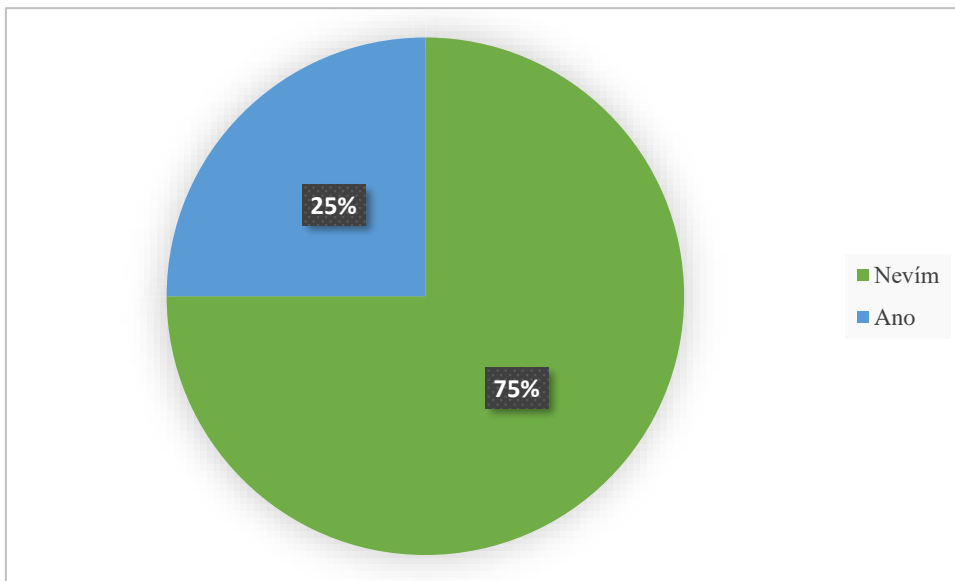
Pokud v tento okamžik nevyužíváte FES, myslíte že byste FES využili ve vašem zařízení, kdybyste byli více informováni?

Tabulka 4

Nevím	6
Ano	2

Zdroj: vlastní

Graf 4



Zdroj: vlastní

Cílem otázky bylo zjištění potencionálního využití funkční elektrické stimulace. Tři čtvrtiny z oslovených ergoterapeutů o využití FES nejsou přesvědčeni.

## 6.2 Výsledky zahraničních ergoterapeutů

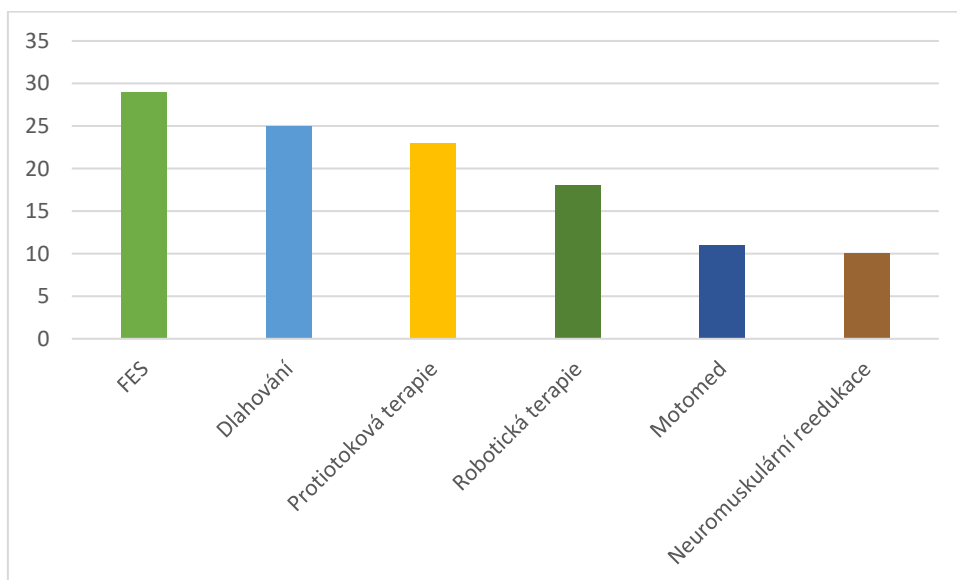
Jaké techniky využíváte při práci s tetraplegiky?

Tabulka 5

FES	29
Dlahování	25
Protitoková terapie	23
Robotická terapie	18
Motomed	11
Neuromuskulární reedukace	10

Zdroj: vlastní

Graf 5



Zdroj: vlastní

Cílem otázky bylo zjistit jaké techniky využívají při péči o tetraplegiky. Podle odpovědí zahraničních ergoterapeutů je nejvíce využívanou technikou právě funkční elektrická stimulace, kterou do rehabilitačního plánu začleňují všechna pracoviště. Další hojně využívanou technikou je dlahování a také protitoková terapie podobně jako v ČR.



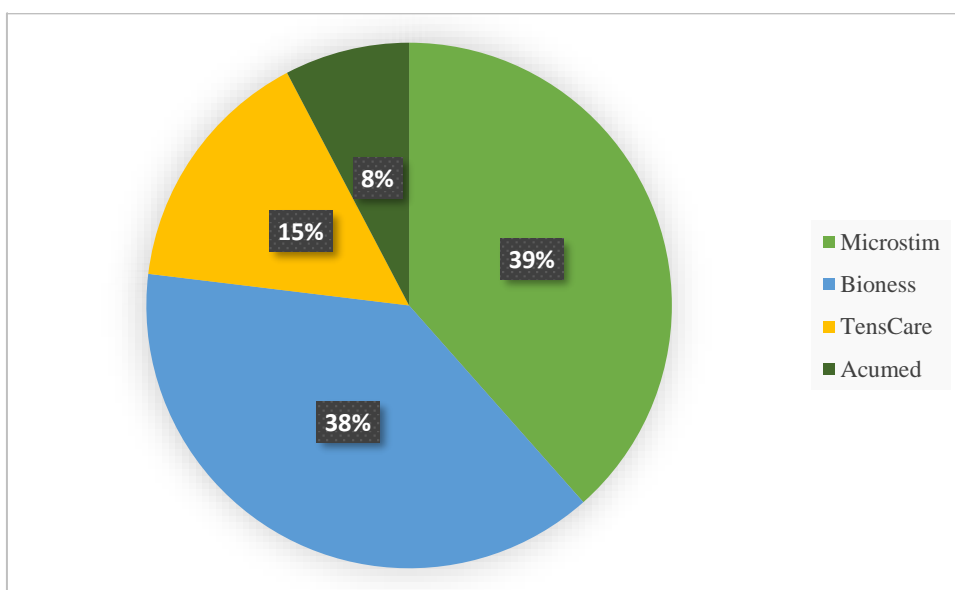
## Které zařízení na FES využíváte?

Tabulka 6

Microstim	11
Bioness	11
TensCare	5
Acumed	2

Zdroj: vlastní

Graf 6



Zdroj: vlastní

Cílem otázky bylo zjistit jaké systémy FES pracoviště využívají. Jedenáct pracovišť využívá zařízení Microstim a jedenáct pracovišť Bioness.

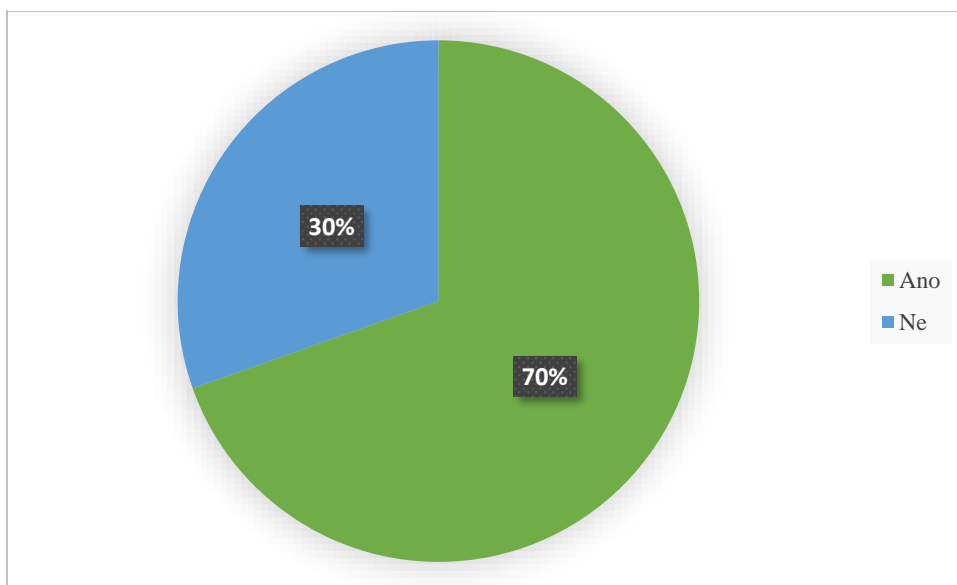
Absolvovali jste speciální školení před používáním FES?

Tabulka 7

Ano	18
Ne	8

Zdroj: vlastní

Graf 7



Zdroj: vlastní

Cílem otázky bylo zjistit, zda je potřeba speciálního školení před používání FES u tetraplegiků. Školení absolvovalo 70% ergoterapeutů.

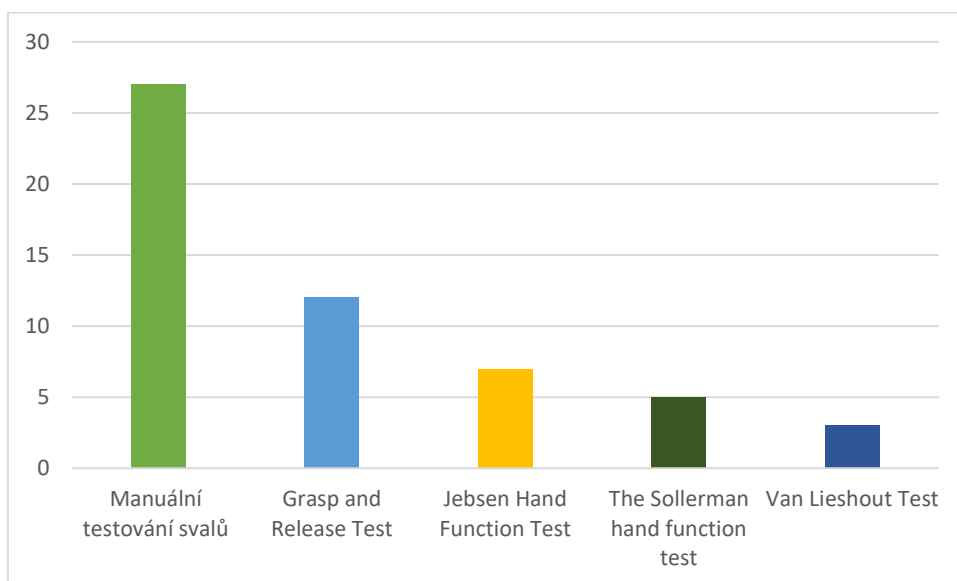
Jaké testování využíváte k posouzení funkce ruky a k revizi změn při používání FES?

Tabulka 8

Manuální testování svalů	27
Grasp and Release Test	12
Jebsen Hand Function Test	7
The Sollerman hand function test	5
Van Lieshout Test	3

Zdroj: vlastní

Graf 8



Zdroj: vlastní

Cílem otázky bylo objasnit pomocí jakých technik a testů zjišťují funkční schopnost ruky tetraplegika před zahájením, během a po terapii funkční elektrickou stimulací. Téměř všichni využívají především manuální testování svalů.

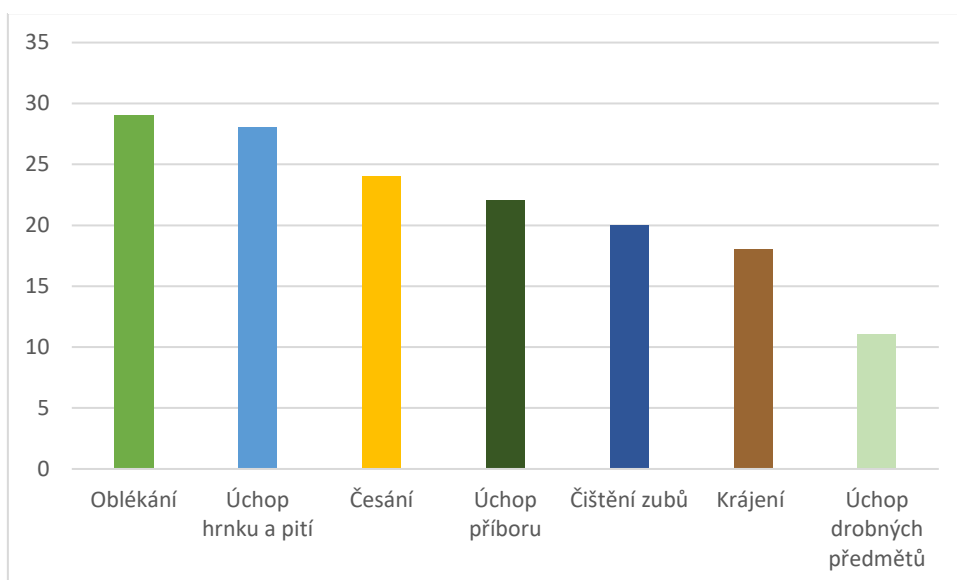
## Jaký druh ADL pomocí FES trénujete?

Tabulka 9

Oblékání	29
Úchop hrnku a pití	28
Česání	24
Úchop příboru	22
Čištění zubů	20
Krájení	18
Úchop drobných předmětů	11

Zdroj: vlastní

Graf 9



Zdroj: vlastní

Cílem otázky bylo zjištění při tréninku, jakých aktivit běžného denního života je funkční elektrická stimulace cenným pomocníkem. Všechny pracoviště využívají FES při oblékání, nezbytnou činností je také sebe sycení a základní hygiena.

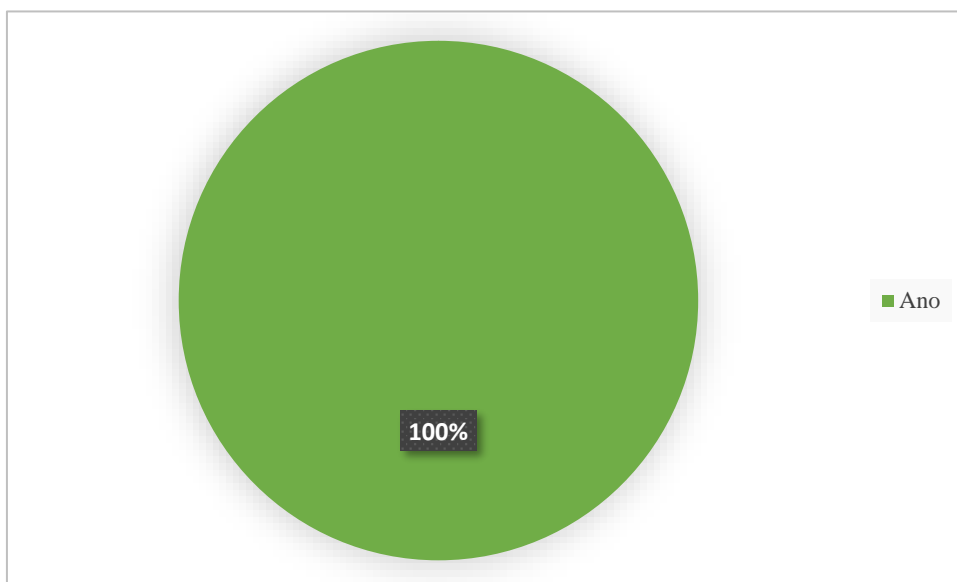
Doporučil/a byste FES jako důležitou součást rehabilitace pacientů s tetraplegií?

Tabulka 10

Ano	26
-----	----

Zdroj: vlastní

Graf 10



Zdroj: vlastní

Podle odpovědí zahraničních ergoterapeutů je elektrická stimulace nedílnou součástí rehabilitace tetraplegiků. Všichni oslovení by doporučili využití FES v rehabilitačním plánu.

## 7 DISKUZE

Pro pacienta po poranění míchy v úrovni krční páteře je kvůli dosažení maximální možné soběstačnosti nejdůležitější funkčnost horních končetin. Z toho důvodu je pro ergoterapeuta důležité poskytnout pacientovi po poranění míchy v úrovni krční páteře komprehenzivní rehabilitaci, a tím umožnit dosažení maximální soběstačnosti. Po propojení cílů pacienta a ergoterapeuta dochází k nastavení smysluplné terapie zaměřené na funkčnost horních končetin.

Nicméně, je nutné si uvědomit, že ucelená rehabilitace nezáleží pouze na ergoterapeutovi. Jedná se o spolupráci celého MDT, který koordinovaně pracuje s pacientem na jeho cílech. V rehabilitačním procesu mají své zastoupení různé profese. Proto je nezbytně nutné vytvořit MDT, který tvoří lékař, ergoterapeut, fyzioterapeut, psycholog, logoped, speciální pedagog, zdravotní sestra, nutriční terapeut, sociální pracovník a protetik. Nezbytným členem týmu je rodina, eventuálně přátelé. (Švestková, 2017)

Ergoterapeuti v péči o pacienta po poranění míchy využívají celou řadu intervencí. Dle vyhlášky č. 424/2004 Sb. jsou to například: nácvik úchopů, nácvik personálních a instrumentálních ADL, nácvik funkční mobility, nácvik jízdy na vozíku, nácvik samostatného přesunu a návrh kompenzačních pomůcek.

Jako v každém oboru je nutné se stále vzdělávat a využívat nových metod k zefektivnění terapie. Ve zdravotnictví je celoživotní vzdělávání naprosto nutnou součástí pracovního procesu. Systém celoživotního vzdělávání umožňuje zdravotníkům rozvíjet jejich potenciál. Tento proces má zásadní roli v klinické praxi, kdy se terapie a poskytování péče zaměřuje na pacienta. Vzdělávání by mělo být sestaveno na základě, kde jsou teoretické znalosti nutné k vykonávání efektivní terapie. (Parkinson, 2010) Dle etického kodexu z roku 2015, by každý ergoterapeut měl usilovat o svůj profesionální rozvoj prostřednictvím vzdělávání. Měl by neustále udržovat vysoké standarty v odborných znalostech, dovednostech a chování. Měl by porozumět rozsahu a výhodám nových informací a technologií, které zajistí zefektivnění terapie. Od zaměstnavatele by mělo být zajištěno odpovídající školení a podpora vzdělávání. Proto aby terapie byla bezpečná, účinná, efektivní a v souladu se zdravotními požadavky. (College of Occupational Therapist, 2015)

FES je jednou z terapeutických metod, která se v České republice využívá velmi sporadicky a dostupná literatura nezmiňuje její využití v rámci ergoterapeutických intervencí. Z tohoto důvodu je náročné najít validní zdroje a českou literaturu, která by umožnila využití této

metodiky českými terapeuty. S nedostatečnou erudovaností o FES a nedostatkem literatury souvisí neuspokojivý přístup elektrostimulátorů potřebných k vykonávání funkční elektrické stimulace.

Z výsledků dotazníkového šetření a provedené rešerše vyplývá, že čeští ergoterapeuti nemají přístup ke školení a dalšímu vzdělávání v rámci funkční elektrické stimulace. K oprávněnosti využívat elektrostimulátory je ale nezbytné projít školením, které většinou nabízí sám výrobce. Školení zajistí správné používání a tím i zefektivnění terapie. Proto by bylo vhodné představit FES a její možnosti využití v rámci ergoterapeutických intervencí.

Jak je již z *grafu číslo 1* patrné, nedostatečná informovanost limituje využití FES ergoterapeuty v ČR. Ergoterapeutické intervence, které nám odhaluje *graf číslo 2* se velmi liší od zahraničních ergoterapeutů, i od mezinárodní literatury. Nedochozí k modernizaci technik a k využití zahraničních trendů jako je právě FES a například robotická terapie. Problém s nedostatkem informací, školením a dalším vzděláváním tedy nebude pouze v rámci elektrické stimulace ale celkově v podobě nových technik. Podle *grafu číslo 8*, který mapuje testy využívané k posouzení stavu a funkčnosti tetraplegické ruky, nejsou v ČR obvykle využívané a dostupné.

#### Hypotéza 1

Využití FES v rámci ergoterapeutických intervencí přispívá k efektivnějšímu nácviku úchopové funkce ruky.

Kapadia (2011) uvádí že, po použití FES terapie v kombinaci s konkrétním úchopem, ergoterapie vedla ke zlepšení funkce horní končetiny než bez použití FES. Tato studie byla konkrétně zaměřena na posouzení krátkodobé a dlouhodobé účinnosti funkční elektrické stimulace na zlepšení funkce horní končetiny pro jedince s poraněním míchy v oblasti C4-C7. Pacienti prokazovali sníženou funkci horních končetin, zejména neschopnost manipulovat s uchopovat předměty. Trénink funkčních úchopů pomocí FES poskytl pacientům lepší motivaci k terapii. FES také zajišťuje rychlejší získání soběstačnosti a umožní pacientům návrat do běžného života. Došlo k významnému zlepšení funkce HK po 8 týdnech a zlepšení funkce se prokázalo i 6 měsíců po ukončení terapie. Z výsledků této studie vyplývá že, FES je jednoduchý přístup, který lze snadno začlenit do ergoterapie, vyžaduje ovšem školení.

Dále Kiligore (2018) v jeho studii uvádí že, u všech testovaných tetraplegických pacientů, terapie prováděná pomocí neuroprotézy IST-12 přispěla ke zlepšení aktivního rozsahu pohybu, síle sevření a schopnosti uchopovat a pouštět předměty. Tato neuroprotéza je schopna stimulovat 12 svalů a zaznamenávat myoelektrické signály. Pro jednotlivce s cervikálním míšním poraněním, kteří jsou vysoce motivováni, poskytují neuroprotézy příležitost získat funkci horní končetiny, kterou nelze získat pomocí ortotiky nebo chirurgického zákroku. Ukázalo se, že neuroprotézy horních končetin poskytují zvýšenou funkci a nezávislost. Pomocí FES byl vyvolán aktivní pohyb prstů, díky tomu byl pozorován významný rozdíl v úchopu s neuroprotézou a bez ní.

Podle výše uvedených autorů elektrická stimulace výrazně zlepšuje úchopovou funkci horní končetiny. Přispívá ke zlepšení aktivního rozsahu pohybu a síly. I z dlouhodobého hlediska se jedná o přínosnou terapii, která zvyšuje nezávislost jedince. Všechny 100% dotázaných ergoterapeutů v zahraničí FES využívá jako terapeutickou intervenci. Podle odpovědí získaných od ergoterapeutů, kteří FES zařazují do běžné terapie je patrné, že právě elektrická stimulace přispívá k efektivnějšímu návratu úchopové funkce ruky. První hypotéza se potvrdila.

## Hypotéza 2

FES přispívá ke zlepšení samostatnosti v ADL.

Pfurtscheller ve své studii již v roce 2003 udává že, funkční elektrická stimulace s povrchovými elektrodami má určitá omezení, zejména při aktivaci hlubších svalových skupin. Stále častěji ovšem dochází k používání neuroprotéz pro obnovení úchopové funkce u tetraplegických pacientů. Využití FES poskytuje základ pro vývoj kontrolovaných neuroprotéz, které mohou pacientům s těžkým ochrnutím pomoci získat kontrolu nad jejich tělem.

Mangold v roce 2005 udává že, jedenáct pacientů využívalo FES po dobu 3-4 týdnů, 20 minut denně. Pro minimalizaci svalové únavy byla preferována nízkofrekvenční stimulace. Aby se dosáhlo laterálního a palmárního úchopu všech pacientů byl stimulován m. extensor digitorum, m. flexor digitorum superficialis, m. flexor digitorum profundus a m. flexor pollicis brevis. Terapie zahrnovala činnosti každodenního života jako například telefonování, pití, psaní atd. U devíti z nich došlo ke zlepšení funkčního úchopu a zlepšení



v ADL. Další dva prokázali zlepšení svalové síly a snadnější provedení aktivního pohybu pomocí FES. Čtyřem pacientům se povedlo FES úspěšně integrovat do svého každodenního života v rehabilitačním centru. Tetraplegičtí pacienti v akutní i chronické fázi svého zranění mohou těžit z výhod jako je zvýšení soběstačnosti, které jim FES nabízí. FES může být implementována v rehabilitačním programu pro posílení svalů a usnadnění volní činnosti. Pro úspěšnou aplikaci FES je nutné individuální umístění elektrod, stimulační programy a řídicí zařízení FES.

Tato studie opět poukazuje na nutnost adekvátního školení ergoterapeutů, a tím zajištění efektivního využití FES.

Popovic v roce 2011 uvedl že, ergoterapie s využitím FES byla zaměřena především na funkční trénink. Dále se terapie zaměřovala na zlepšení motoriky, přesněji se jednalo o trénink silového úchopu a přesnosti. K uchopení pomocí funkční elektrické stimulace bylo využíváno větších a těžších předmětů, jako jsou lahve s vodou a hrnky na kávu. K tomuto uchopení větších a těžších předmětů pomocí FES, bylo dosaženo částečným ohnutím prstů a následným ohnutím palce. Využívalo se také menších předmětů, jako jsou kostky a popcorn. Tento přesný úchop byl nejprve vytvořen opozicí palce, po které následovala flexe ukazováčku a palce. Funkční elektrická stimulace byla též použita na posílení svalů. V neposlední řadě docházelo k tréninku činnosti ADL, včetně hygieny, sebesycení a oblékání. Jak je patrné i z *grafu číslo 9*. Pacienti si představili určitý úchop a poté se ho snažili provést vlastní vůlí. Deset až dvacet vteřin po provedení požadovaného pohybu terapeut aktivoval FES a pomohl pacientovi požadovaný pohyb dokončit. Jakmile pacient prokázal zlepšenou svalovou sílu a rozsah pohybu, zaměřila se FES na jiné svalové skupiny. V pozdějších fázích byla FES snižována.

S druhou hypotézou souvisí dotazníková otázka: *Jaký druh ADL pomocí FES trénujete?* Podle výsledků se dá elektrická stimulace využít na jakýkoliv druh tréninku ADL. Nejčasněji dochází k tréninku sebesycení a oblékání. Toto jsou pro život jedny z nejdůležitějších a nejzákladnějších úkonů v rámci soběstačnosti. Druhá hypotéza, se kterou rezonují jak výsledky získané z dotazníků, tak výše zmínění autoři, se tady také potvrdila.

### Hypotéza 3

FES je neodmyslitelnou součástí rehabilitace tetraplegika v zahraničí.

S třetí hypotézou souvisí dotazníková otázka: *Doporučil/a byste FES jako důležitou součást rehabilitace pacientů s tetraplegií?* Její jednoznačný 100% souhlasný výsledek potvrzuje, jak důležitá elektrická stimulace je. Taktéž podle otázky: *Jaké techniky využíváte při práci s tetraplegiky?* Je patrné, že všechna pracoviště uznávají FES jako běžnou část terapie. Třetí hypotéza se tedy také potvrdila.

Ze zkušeností z praxe a dostupné literatury vnímáme elektroterapii spíše jako doménu kolegů fyzioterapeutů. Dle zkušenosti z praxe se elektrostimulátory v rehabilitaci využívají především přístroje TENS k léčbě bolesti a otoku. O tom, že se dají elektrostimulátory využít jako cenný rehabilitační prostředek pro nácvik ADL či úchopové funkce HK, se v české literatuře a zdrojích nedočteme.

Mezinárodní literatura a výsledky získané z dotazníků poukazují, že FES je efektivní intervencí. Měla by být začleněna do komprehenzivní rehabilitace. Tudíž, možnosti využití přístrojů jako jsou například jako Bionnes nebo MyndMove jsou limitující. Další faktory, které mohou mít vliv na aplikaci těchto přístrojů je také školení a trénink. Tento fakt dává prostor pro navázání mezinárodní spolupráce s ergoterapeuty a experty na FES.

## ZÁVĚR

Každý spinální pacient potřebuje individuální přístup léčby. Ucelená rehabilitace je výsledkem spolupráce celého multidisciplinárního týmu. Společným cílem všech začleněných odborníků ale zůstává to, aby byl pacient co nejvíce spokojený a soběstačný ve svém životě. Proto by mělo být záměrem ergoterapeutů poskytovat pacientovi co nejkvalitnější péči.

Cílem práce bylo zjistit, zda má eklektická stimulace vliv na tetraplegickou ruku při nácviku úchopů a ADL. Objasnit problematiku managementu horní končetiny a nácviku úchopu a využití FES. Kvůli zhodnocení ergoterapeutických intervencí, ověření důležitosti FES a porovnání výsledků bylo nutné navázat kontakty v zahraničí. Právě v zahraničí je funkční elektrická stimulace nezbytnou součástí rehabilitace pro jedince po poranění míchy v oblasti krční páteře. To značí, že je v elektrické stimulaci budoucnost, která se bude dále rozvíjet a prohlubovat. Ze svého subjektivního hlediska vnímám nevyužití elektrické stimulace jako nedostatek současného uceleného rehabilitačního plánu tetraplegiků. Pokud by se čeští ergoterapeuti dále vzdělávali v problematice využití FES, zvýšila by se erudovanost, a tím i zefektivnila rehabilitace tetraplegiků.

Všechny výše uvedené výsledky poukazují na to, že by FES měla být nezbytnou součástí komplexní neurorehabilitace pro jedince po poranění míchy. Jak již bylo zmíněno, cílem této práce bylo zjistit, zda má elektrická stimulace vliv na tetraplegickou ruku při nácviku úchopů a ADL. Veškeré teoretické podklady, potvrzené hypotézy a výsledky dotazníků nás mohou utvrdit v tom, že elektrická stimulace byla, je a bude efektivní ergoterapeutickou metodou.

Tato práce může posloužit jako nástroj prvotního nahlédnutí na problematiku FES u tetraplegiků. Po jejím prostudování se bude možné kriticky zamyslet, zda by FES byla natolik přínosná v ČR jako je i v zahraničí. Pro budoucí rozvoj eklektické stimulace je nutné zvýšit povědomí o její efektivitě jak mezi odborníky, tak mezi samotnými tetraplegiky. Dále je nutné věnovat pozornost výzkumu, proto aby se zvýšila informovanost, a výsledky studií mohly být více globalizovány. Pro budoucí praxi bych doporučila podrobnější nastudování využití a efektivity v rámci ergoterapeutických intervencí jako například zlepšení úchopové funkce horních končetin a trénink ADL, kterou může právě elektrická stimulace přinést.

## SEZNAM LITERATURY

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

Bioness Inc. - How Does It Work?. Document Moved [online]. Copyright 2020 Bioness Inc. [cit. 14.02.2020]. Dostupné z:

[http://www.bioness.com/Products/H200\\_for\\_Hand\\_Paralysis/How\\_Does\\_It\\_Work.php](http://www.bioness.com/Products/H200_for_Hand_Paralysis/How_Does_It_Work.php)

*College of Occupational Therapist : Code of Ethics and Professional Conduct* [online]. 2015 [cit. 25.03.2020]. Dostupné z: <http://www.nhsborders.scot.nhs.uk/media/388682/CODE-OF-ETHICS-2015.pdf>

CZEPA, Páteř a mícha [online]. 2020 [cit. 27.03.2020]. Dostupné z: <https://czepa.cz/pater-a-micha/>

ČIHÁK, Radomír, et al., *Anatomie 1.* 3., upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3817-8.

DYLEVSKÝ, Ivan, *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka.* 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-2111-3.

DOLBOW, David, et al., *Current physical medicine and rehabilitation reports: Improving the Efficiency of Electrical Stimulation Activities After Spinal Cord Injury* [online]. 2014 [cit. 07.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5832057/>

DOUCET, Barbara, et al., *The Yale journal of biology and medicine: Neuromuscular stimulation for skeletal muscle function* [online]. 2012 [cit. 05.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3375668/>

DUDLEY- JAVORSKI, Shauna, et al., *Journal of Rehabilitation Research & Development: Muscle and bone plasticity after spinal cord injury: Review of adaptations to disuse and to electrical muscle stimulation* [online]. 2009 [cit. 08.11.2019]. Dostupné z: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/08/45/2/pdf/Dudley-Javoroski.pdf>

FALTÝNKOVÁ, Zdeňka., *CZEPA: Vše okolo tetraplegie.* [online]. 2012 [cit. 13.02.2020]. Dostupné z: [https://www.spinalcord.cz/\\_userfiles/dokumenty/publikace/czepa-vse-okolo-tetraplegie.pdf](https://www.spinalcord.cz/_userfiles/dokumenty/publikace/czepa-vse-okolo-tetraplegie.pdf)

FIALA, Pavel, et al., *Stručná anatomie člověka.* Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, 2015.. ISBN 978-80-246-2693-2.

GARTER, David, et al., *NuroRehabilitation: Functional electrical stimulation therapies after spinal cord injury* .[online]. 2011 [cit. 13.02.2020]. Dostupné z: <https://content.iospress.com/download/neurorehabilitation/nre00652?id=neurorehabilitation%2Fnire00652>

GAVORA, Peter. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2010. ISBN 978-80-7315-185-0.

HAMID, Samar, et al., *European Spine Journal: Role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury: an overview*. [online]. 2008 [cit. 31.01.2020]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2527422/>

HO, Chester, et al., *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America: Functional Electrical Stimulation and Spinal Cord Injury*. [online]. 2014 [cit. 08.11.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4519233/>

INANICI, Fatma, et al., *IEEE transaction on neural system and rehabilitation engineering: Transcutaneous Electrical Spinal Stimulation Promotes Long-Term Recovery of Upper Extremity Function in Chronic Tetraplegia* [online]. 2018 [cit. 07.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6986544/>

KAPARDIA, et al., *Functional electrical stimulation therapy for grasping in traumatic incomplete spinal cord injury: Randomized control trial*. [online]. 2011 [cit. 22.03.2020]. Dostupné z: [https://www.aota.org/~media/Corporate/Files/Practice/EvidenceExchange/Approved-CAPs/RDP/Kapadia\\_spinal\\_cord\\_injury.pdf](https://www.aota.org/~media/Corporate/Files/Practice/EvidenceExchange/Approved-CAPs/RDP/Kapadia_spinal_cord_injury.pdf)

KILGORE, Kevin, et al., *Topics Spinal Cord Injury Rehabilitation: Evolution of Neuroprothetic Approaches to Restotation of Upper Extremity Function inn Spinal Cord Injury* [online]. 2018 [cit. 08.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6037324/>

KOLÁŘ, Pavel et al., *Základy klinické rehabilitace*. První vydání. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-219-0.

KNUTSON, Jayme et al., *Contralaterally Controlled Functional Electrical Stimulation for Upper Extremity Hemiplegia: An Early-Phase Randomized Clinical Trial in Subacute Stroke Patients* [online]. 2011 [cit. 08.03.2020]. Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/figure/Contralaterally-controlled-functional-electrical-stimulation-system-Volitional-opening\\_fig1\\_51603829](https://www.researchgate.net/figure/Contralaterally-controlled-functional-electrical-stimulation-system-Volitional-opening_fig1_51603829)

KŘÍŽ, Jiří et al., *Neurologie v praxi: Rizikové faktory u pacientů po poškození míchy* [online]. 2009 [cit. 14.02.2020]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2009/03/03.pdf>

KŘÍŽ, Jiří et al., *Poranění míchy: příčiny, důsledky, organizace péče*. První vydání. Praha: Galén, 2019. ISBN 978-80-7492-424-8.

MANGOLD, S. et al., *Transcutaneous functional electrical stimulation for grasping in subjects with cervical spinal cord injury* [online]. 2004 [cit. 22.03.2020]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/3101644>

MARTIN, Rebeccam et al., *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation: Functional Electrical Stimulation in Spinal Cord Injury: From Theory to Practice*. [online]. 2012 [cit. 08.11.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3584753/>

MARTIN, Rebecca, et al., *American Journal of Occupational Therapy : Neuromuscular Electrical Stimulation-Assisted Grasp Training and Restoration of Function in the Tetraplegic Hand:A Case Series .* [online]. 2012 [cit. 12.02.2020]. Dostupné z: <https://ajot.aota.org/article.aspx?articleid=1851596>

MYNDMOVE Therapy (Clinicians). Welcome Page [online]. 2019 [cit. 14.02.2020]. Dostupné z: <https://www.myndtec.com/myndmove-therapy-clinicians>

NAGAI, Mary, et al., *Translational Neuroscience : Why Is Functional Electrical Stimulation Therapy Capable of Restoring Motor Function Following Severe Injury to the Central Nervous System?* [online]. 2016 [cit. 10.02.2020]. Dostupné z: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-7654-3\\_25](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-7654-3_25)

NALOS, Daniel, et al., *Periferní nervové blokády: pro klinickou praxi včetně ultrazvukového navádění*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3280-0.

Ness H200 - StargenStargen. Stargen - *Nejmodernější zdravotnické Hi Tech techniky z celého světa*. Stargen [online]. 2020 [cit. 14.02.2020] Dostupné z: <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/ness-h200/>

PATIL, Shiddeshwar., *Journal of Medical Engineering & Technology: Functional electrical stimulation for the upper limb in tetraplegic spinal cord injury: a systematic review*. [online] 2015 [cit. 31.01.2020]. Dostupné z: <https://devicesfordignity.org.uk/wp-content/uploads/2016/12/FES-in-tetraplegic-SCI-review.pdf>

PARKINSON, Sue, et al., *British Journal of Occupational Therapy: Professional Development Enhances the Occupational Therapy Work Environment* [online] 2010 [cit. 11.03.2020]. Dostupné z:

[https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.4276/030802210X12865330218302?casa\\_token=zscA78KSn3MAAAAA:TCGF6GQcQpEu0XIpIGT4\\_2zKrf\\_n2PU9MVyy07LPnTIbZW\\_TXu5WBD6KV9c8n4YhyQIdUUR0g\\_QYeA](https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.4276/030802210X12865330218302?casa_token=zscA78KSn3MAAAAA:TCGF6GQcQpEu0XIpIGT4_2zKrf_n2PU9MVyy07LPnTIbZW_TXu5WBD6KV9c8n4YhyQIdUUR0g_QYeA)

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

PFURTCHELLER, Gert, et al., *Neuroscience Letters: 'Thought' – control of functional electrical stimulation to restore hand grasp in a patient with tetraplegia*. [online] 2003 [cit. 16.03.2020]. Dostupné z:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394003009479?casa\\_token=7zfraKk0mZkAAAAA:LSbqqYtAAqR5ZSxXZHA2Lv2Z3H9gS0vgkXeLtWntbkRRttQoxJJw3fu2hAHk6Qy\\_GWW9NEpV34g](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394003009479?casa_token=7zfraKk0mZkAAAAA:LSbqqYtAAqR5ZSxXZHA2Lv2Z3H9gS0vgkXeLtWntbkRRttQoxJJw3fu2hAHk6Qy_GWW9NEpV34g)

POPOVIC, Milos, et al., *Neurorehabilitation and Neural Repair : Functional Electrical Stimulation Therapy of Voluntary Grasping Versus Only Conventional Rehabilitation for Patients With Subacute Incomplete Tetraplegia: A Randomized Clinical Trial*. [online] 2011 [cit. 10.02.2020]. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1545968310392924>

POPOVIC, Milos, et al., *Neurorehabilitation Technology: Functional Electrical Stimulation Therapy: Recovery of Function Following Spinal Cord Injury and Stroke* [online]. 2016 [cit. 10.02.2020]. Dostupné z: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-28603-7\\_25](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-28603-7_25)

ROKYTA, Richard, et al., *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. 1. vydání. Praha: Grada, 2015.. ISBN 978-80-247-4867-2.

ROSINA, Jozef et al. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4237-3

RUPP, Rudiger, et al., *IEEE :Functional Rehabilitation of the Paralyzed Upper Extremity After Spinal Cord Injury by Noninvasive Hybrid Neuroprostheses*. [online]. 2015 [cit. 02.02.2020]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7109821>

SCHUHFRIED, Othmar, et al., *Journal of rehabilitation medicine: Non- invasive Neuromuscular Electrical Stimulation in Patients with Central Nervous System Lesions: An educational Review* [online]. 2012 [cit. 02.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/content/mjl/sreh/2012/00000044/00000002/art00002>

ŠVESTKOVÁ, Olga, et al., *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. 1. vydání. Praha: Grada 2017. ISBN 978-80-271-0084-2.

TEFERRA, Meseret, et al., *Journal of Latest Research in Engineering and Technology: Functional Electrical Stimulation (FES): Review* [online]. 2017 [cit. 02.02.2020]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/315767544\\_Functional\\_Electrical\\_Stimulation\\_FES\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/315767544_Functional_Electrical_Stimulation_FES_Review)

UHLÍŘ Martin, *RESPEKT : Průměrný věk zranění míchy se zvyšuje. Lidé jsou aktivní i v šedesáti* [online]. 2017 [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://www.respekt.cz/spolecnost/clovek-ma-regeneracni-schopnost-hodne-omezenou>

ZÁKONY PRO LIDI, *Vyhláška č. 424/2004 Sb*[online]. 2017 [cit. 19.03.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-424>



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 .....	66
Příloha 2 .....	67
Příloha 3 .....	68
Příloha 4 .....	69
Příloha 5 .....	70

# PŘÍLOHY

*Příloha 1*

## **Příloha číslo 1 – dotazník pro Českou republiku**

Dobrý den, jsem studentka Ergoterapie na Fakultě zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni. Obracím se na Vás s prosbou o pomoc při zpracování mé bakalářské práce, ve které se zaměřuji na využití funkční elektrické stimulace u tetraplegické ruky. Cílem této práce je porovnat využití této intervence samotnými ergoterapeuty v České republice a zahraničí a dále její efektivitu při nácviku ADLs.

Praktická část probíhá formou dotazníku, který zabere nanejvýš pět minut Vašeho času. Vaše odpovědi budou použity pouze pro účely bakalářské práce. Tímto Vás žádám o vyplnění přiloženého dotazníku.

Děkuji Vám za Váš čas a ochotu pomoci.

Přeji hezký den.

Vašíčková Tereza

- Jste informováni o využití a efektivitě funkční elektrické stimulace (FES) u tetraplegické ruky v rámci nácviku ADLs?
- Jaké intervence využíváte při nácviku úchopové funkce ruky u tetraplegiků?
- Využíváte FES v rámci rehabilitačního programu u tetraplegiků či vaši kolegové fyzioterapeuti?
- Pokud v tento okamžik nevyžíváte FES, myslíte že byste FES využili ve vašem zařízení, kdybyste byli více informováni?

**Příloha číslo 2 – dotazník pro zahraničí**

Dear all

I am a student of occupational therapy at the Faculty of Health Care Studies, University of West Bohemia in Pilsen, in Czech Republic. I am currently working on my bachelor thesis with the aim to explore, the use of electrical stimulation (FES) when working with patient with tetraplegia and the effectiveness of this intervention when practising ADLs. Furthermore, I would like to compare the use of the FES by OTs in Czech Republic and other countries.

Therefore, I would like to kindly ask you if you could take a time and complete the attached questionnaire via link. This questionnaire will not take more than five minutes.

Your answers will be used only for the purpose of my bachelor thesis.

Thank you for your time and willingness to help.

Best Regards

Vašíčková Tereza

- As an OT do you use FES at your clinic when working with the patients with tetraplegia?
- Which FES device do you use?
- Did you have any specific training before using FES?
- What outcome measures do you use to assess the hand function and review any further changes when using FES?
- What kind of ADLs do you practice during the OT session when using FES?
- Would you recommend FES as an important part of the rehabilitation for patient with tetraplegia?

**Příloha číslo 3 – Oslovené státy Evropy**

<b>Stát</b>	<b>Město</b>
<b>Estonsko</b>	<b>Tallinn</b>
<b>Francie</b>	<b>Marseille</b>
<b>Francie</b>	<b>Rennes</b>
<b>Německo</b>	<b>Stuttgart</b>
<b>Norsko</b>	<b>Oslo</b>
<b>Polsko</b>	<b>Varšava</b>
<b>Rakousko</b>	<b>Vídeň</b>
<b>Skotsko</b>	<b>Edinburgh</b>
<b>Španělsko</b>	<b>Barcelona</b>
<b>Španělsko</b>	<b>Madrid</b>
<b>Švédsko</b>	<b>Stockholm</b>
<b>Švýcarsko</b>	<b>Curych</b>
<b>Ukrajina</b>	<b>Kyjev</b>
<b>Turecko</b>	<b>Ankara</b>
<b>Velká Británie</b>	<b>Rochester</b>
<b>Velká Británie</b>	<b>Manchester</b>

Zdroj: vlastní

**Příloha číslo 4 – oslovené státy USA**

<b>Stát</b>	<b>Město</b>
California	Los Angeles
California	Palo Alto
California	Pomona
California	Santa Barbara
Florida	Miami
Florida	North Palm Beach
Illinois	Chicago
Massachusetts	Boston
Minnesota	Saint Paul
New York	New York City
Vermont	Montpelier

Zdroj: vlastní

**Příloha číslo 5 - oslovené státy Austrálie a Nový Zéland**

Stát	Město
Austrálie	Canberra
Nový Zéland	Wellington

Zdroj: vlastní