

UNIVERZITA KARLOVA  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

*Klinika rehabilitačního lékařství*

*Fakultní nemocnice Královské Vinohrady*



**Martina Fořtová**

**Využití epidurální míšní stimulace k ovlivnění motorických  
a autonomních funkcí po kompletním poranění míchy**

*Use of epidural spinal cord stimulation to influence motor and  
autonomic function after complete spinal cord injury*

*Bakalářská práce*

Praha, srpen 2024

**Autor práce:** Martina Fořtová

**Studijní program:** Fyzioterapie

**Bakalářský studijní obor:** Specializace ve zdravotnictví

**Vedoucí práce:** MUDr. Vojtěch Rybka

**Pracoviště vedoucího práce:** Spinální jednotka – Klinika rehabilitace  
2. LF UK a FN Motol, V Úvalu 84, Praha 5, 150 06

**Předpokládaný termín obhajoby:** červen 2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 26.5.2024

Martina Fořtová

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla rada poděkovat za ochotu, vstřícnost a trpělivost svému vedoucímu MUDr. Vojtěchu Rybkovi za vedení mé bakalářské práce a předání hodnotných informací během celého výzkumu. Velké poděkování také patří Fakultní nemocnici Motol za poskytnutí možnosti, podílet se na prvotních výsledcích pilotní studie v rámci, které tato bakalářská práce vznikla. V neposlední řadě děkuji mé rodině za podporu po celou dobu studia.

## ABSTRAKT

**Název:** Využití epidurální míšní stimulace k ovlivnění motorických a autonomních funkcí po kompletním poranění míchy: případová studie

**Cíl:** Hlavním cílem bakalářské práce bylo zjistit využití epidurální míšní stimulace (eSCS) k ovlivnění motorických a autonomních funkcí u jedince s kompletním poraněním míchy. Zkoumalo se, zda je možné po implantaci elektrody stimulovat jednotlivé segmenty v oblasti lumbosakrální míchy, které by umožnili navrátit dobrovolné pohyby dolních končetin a následně stoj. Rovněž se sledoval vliv na autonomní nervový systém, spasticitu či trupovou stabilitu.

**Metodika:** Do studie byl vybrán jedinec s kompletní míšní lézí, kterému byl implantován míšní stimulátor s 32 svodovou elektrodou zavedenou do páteřního kanálu v úrovni L1-L2. Celá terapie trvala 9 měsíců. Vyšetření bylo provedeno čtyřikrát. Před začátkem terapie, dále pak po třech a šesti měsících a výstupní vyšetření proběhlo po devíti měsících stimulace. V rámci vyšetření byly nastaveny stimulační programy primárně pro stimulaci svalových skupin na dolních končetinách. V momentě, kdy bylo dosaženo určité úrovně kontroly a svalové síly, začalo se stimulací i v sedě a s postupným zlepšováním stability a síly, se postupně přešlo k vertikalizaci do stoje. Trénink ve stoji probíhal ze začátku za využití vysokého chodítka a podpory dvou fyzioterapeutů. Trénink ve stoje následně pokračoval s nižším chodítkem s podporou 1 fyzioterapeuta až se došlo do fáze, kdy nebyla potřeba pomoci jinou osobou a jedinec se zvládl dostat do stoje samostatně pouze za využití opory v chodítku. Současně se sledovalo možné ovlivnění spasticity, trupové stability a autonomních funkcí. Pro hodnocení byla použita sada klinických testů a dotazníkové šetření.

**Výsledky:** Po 9 měsících stimulace a pravidelného lokomočního tréninku se výrazně zlepšila výkonnost jedince a v přítomnosti zapnuté eSCS se podařilo dosáhnout částečné hybnosti dolních končetin a samostatného stoje, ve kterém jedinec vydrží po dobu téměř 4 minut, a to pouze za podpory nízkého chodítka.

Rovněž došlo ke zlepšení výsledků v dotaznících, které zkoumaly vyprazdňovací a sexuální funkce, kvalitu života, spasticitu či neuropatické bolesti.

**Závěr:** Z výsledků studie vyplývá, že u jedince s klinicky kompletním SCI, může kombinace eSCS a lokomočního tréninku pozitivně ovlivnit částečnou obnovu motorických funkcí dolních končetin a umožnit samostatný stoj. Rovněž eSCS zlepšila funkce autonomního nervového systému, neuropatické bolesti či spasticitu. Tyto pozitivní výsledky naznačují, že využití epidurální míšní stimulace může být velmi účinnou metodou a má potenciál významně zlepšit kvalitu života lidí s kompletním poraněním míchy.

**Klíčová slova:** poranění míchy, epidurální míšní stimulace, neuromodulace, ztráta senzomotorických funkcí

## **ABSTRACT**

**Title:** Use of epidural spinal cord stimulation to influence motor and autonomic functions after complete spinal cord injury

**The main objective:** The main aim of the bachelor thesis was to investigate the use of epidural spinal cord stimulation (eSCS) to influence motor and autonomic functions in an individual with complete spinal cord injury. We investigated whether it is possible to stimulate individual segments in the lumbosacral spinal cord after electrode implantation to restore voluntary lower limb movements and subsequently standing. We also investigated the effect on the autonomic nervous system, spasticity or trunk stability.

**Methods:** An individual with a complete spinal cord lesion was selected for the study and implanted with a spinal cord stimulator with a 32-lead electrode inserted into the spinal canal at the L1-L2 level. The entire therapy lasted 9 months. Four examinations were performed. Before the start of the therapy, then after three and six months and the exit examination was performed after nine months of stimulation. During the examination, stimulation programs were set up primarily to stimulate muscle groups in the lower limbs. Once a certain level of control and muscle strength was achieved, stimulation was started in the sitting position, and as stability and strength gradually improved, this was progressed to upright standing. Standing training was initially done using a high walker and the support of two physiotherapists. Standing training then continued with a lower walker with the support of 1 physiotherapist until a stage was reached where there was no need for assistance from another person and the individual was able to get to standing independently using only the support of the walker. At the same time, we monitored possible effects on spasticity, trunk stability, and autonomic function. We used a set of clinical tests and a questionnaire survey for the evaluation.

**Results:** After 9 months of stimulation and regular locomotion training, the individual's performance improved significantly, and in the presence of the

eSCS on, partial lower limb mobility and independent standing was achieved, in which the individual could stand for almost 4 minutes, supported only by a low walker. There was also an improvement in scores on questionnaires examining voiding and sexual function, quality of life, spasticity, or neuropathic pain.

**Conclusion:** The results of the study suggest that in an individual with a clinically complete SCI, the combination of eSCS and locomotor training may positively influence the partial recovery of lower limb motor function and enable the individual to stand independently. Also, escs improved autonomic nervous system function, neuropathic pain or spasticity. These positive results suggest that the use of epidural spinal cord stimulation can be a very effective method and has the potential to significantly improve the quality of life of people with complete spinal cord injury.

**Key words:** Spinal cord injury, epidural spinal cord stimulation, neuromodulation, paralysis, motor function



# OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	12
2.1	Anatomie míchy .....	12
2.2	Míšní léze .....	14
2.2.1	Incidence, prevalence a etiologie míšní léze .....	14
2.2.2	Příčiny vzniku míšní léze.....	15
2.2.3	Průběh míšní léze.....	16
2.2.4	Míšní šok .....	17
2.2.5	Spinální program .....	18
2.2.6	Klasifikace míšních lézí dle ISNCSCI.....	19
2.3	Zdravotní komplikace v důsledku poškození míchy.....	22
2.3.1	Kardiovaskulární systém .....	23
2.3.2	Urogenitální systém .....	24
2.3.3	Nervový systém.....	24
2.3.4	Kožní systém .....	26
2.3.5	Muskuloskeletální systém.....	26
2.3.6	Sexuální dysfunkce.....	26
2.4	Neurostimulační metody, elektrostimulace .....	27
2.4.1	Historie neurostimulace.....	27
2.4.2	Princip neurostimulace .....	28
2.4.3	Druhy elektrické stimulace .....	29
2.4.4	Současný stav bádání.....	31
3	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY .....	35
3.1	Cíl práce.....	35
3.2	Hypotéza .....	35
4	PRAKTICKÁ ČÁST .....	36
4.1	Metodika.....	36
4.1.1	Design studie, příprava a provedení výběru .....	36
4.1.2	Charakteristika vybraného probanda .....	36
4.1.3	Provedení vyšetření/ošetření/měření/dotazování .....	39
4.1.4	Použité nástroje a metody pro analýzu dat .....	43
4.2	Výsledky .....	44
4.2.1	Stoj .....	45
4.2.2	Test trupové stability .....	46
4.2.3	SCI-SET.....	47
4.2.4	NBSS .....	48
4.2.5	NBDS .....	49
4.2.6	IIEF-5 .....	49
4.2.7	WHOQOL-BREEF.....	51
4.2.8	Škála neuropatické bolesti .....	52
4.2.9	ADFSCI .....	53
5	DISKUZE.....	54
5.1	Limity studie.....	59
6	ZÁVĚR .....	61
7	REFERENCE.....	62
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	72

8.1	Obrázek 1: Mícha a míšní kořeny .....	73
8.2	Obrázek 2: Obaly míchy .....	73
8.3	Obrázek 3: Záznam EMG (29.1.2024) .....	74
8.4	Obrázek 4: Záznam EMG (30.5.2023) .....	75
8.5	Obrázek č.5: Stoj .....	76
8.6	Obrázek č.6: Míšní stimulátor .....	77
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	78
9.1	Příloha 1: Informovaný souhlas a informace pro pacienta.....	79
9.2	Příloha 2: Souhlas etické komise Fakultní nemocnice Motol .....	80
9.3	Příloha 3: Formulář ISNCSCI .....	81
9.4	Příloha 4: SCI-SET .....	82
9.5	Příloha 5: NBDS .....	84
9.6	Příloha 6: NBSS.....	85
9.7	Příloha 7: WHOQOL-BREEF .....	87
9.8	Příloha 8: Test trupové stability .....	89
9.9	Příloha 9: Škála neuropatické bolesti.....	90
9.10	Příloha 10: Hodnocení spasticity (MAS).....	92
10	SEZNAM ZKRATEK .....	93

# 1 ÚVOD

Poranění míchy představuje jedno z nejvíce devastujících onemocnění, které často vede k trvalé poruše senzomotorických a autonomních funkcí. Následkem neurologického deficitu je zejména ztráta volního pohybu s následnou neschopností stoje a chůze. Pro pacienty v chronické fázi míšní léze je však mnohokrát větším problémem dysfunkce autonomního nervového systému, jako je porucha vyprazdňování močového měchýře a střeva, a především porucha sexuálních funkcí, které jim výrazně ovlivňují kvalitu života. (Donovan et al., 2021)

I přesto, že došlo k významnému pokroku v pochopení patofyziologie a principu péče o pacienty s SCI, zotavení po poranění míchy je vzácné a většina pacientů je trvale invalidní. To má často ničivé následky na každodenní činnosti jejich života.

Jednou z metod, o které se v posledních desetiletích mluví v souvislosti zlepšením funkčního stavu pacientů s chronickou SCI, je využití elektrické stimulace míchy. Čím dál častěji se objevují studie, publikující pozitivní účinky epidurální míšní stimulace. Přinášejí tak novou naději pro jedince s chronickou kompletní míšní lézí. Přes zavedenou elektrodu v oblasti lumbosakrální míchy je možné pomocí stimulace aktivovat svaly dolních končetin a částečně obnovit stoj a chůzi (Angeli et al., 2018; Wagner et al., 2018). Kromě toho nedávné studie prokázaly, že epidurální míšní stimulace má schopnost obnovit i volní pohyby pod úrovní klinicky kompletní míšní léze a má efekt i na autonomní nervový systém. Toho lze využít například pro zlepšení kardiovaskulárních funkcí nebo léčbu neurogení dysfunkce močového měchýře a střev (Choi et al., 2021; Peña Pino et al., 2020).

Teoretická část se týká základní problematiky míšního poranění, organizace péče, zdravotních problémů s tímto onemocněním spojených a současného poznání v oblasti neuromodulace – epidurální míšní stimulace. V praktické části jsou poté sledovány jednotlivé kroky rehabilitace jedince

s kompletní míšní lézí po implantaci neurostimulátoru, s cílem dosáhnout obnovení hybnosti svalů dolních končetin, vertikalizace a případně samostatného aktivního stoje s oporou v chodítku. Zároveň je cílem vyšetřit vliv neurostimulace na spasticitu, neuropatické bolesti a autonomní nervový systém.

Tato práce má za cíl poskytnout základní informace o současném stavu výzkumu, ale také diskutovat o možných budoucích směrech a limitech vývoje epidurální míšní stimulace ,jakožto nové metody s potenciálem ovlivnit motorické funkce a autonomní nervový systém, což by mohlo vést k významnému zlepšení funkčních schopností a kvality života jedinců s kompletním poraněním míchy.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Anatomie míchy

Mícha neboli medulla spinalis, je společně s mozkem součástí centrálního nervového systému a propojuje vyšší úrovně CNS s periferním nervovým systémem (Petrovický P., 2008). Začíná mezi 1. krčním obratlem (atlasem) a kostí týlní, kde je přímým pokračováním prodloužené míchy a končí jako tzv. conus medullaris. Dle Čiháka (Čihák R., 1987) je u mužů ve výši obratlů L1/L2 a u žen v oblasti obratlového těla L2. Poté pokračují pouze samotné míšní nervy jdoucí do sakrálních výstupů z páteřního kanálu, které se souhrnně označují cauda equina (Ambler Z, 2006). Mícha je dlouhá 40–50 cm a je uložena v páteřním kanálu. Ve stěnách páteřního kanálu není však pevně přichycena, ale je volně pohyblivá, aby se mohla přizpůsobit pohybu páteře (Šourek, 1989).

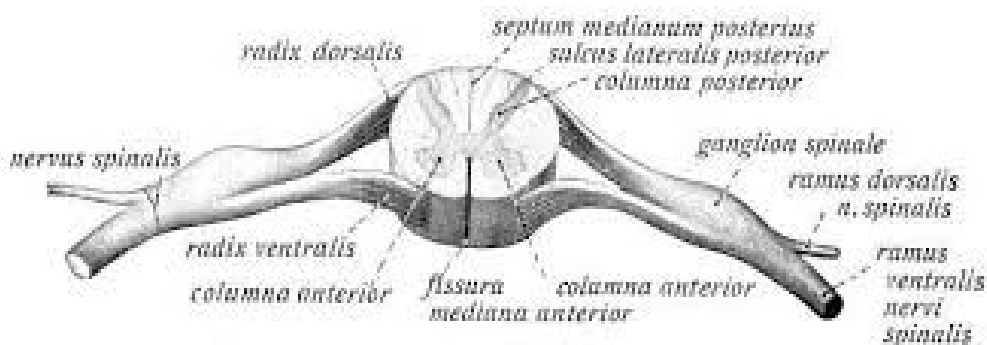
Na povrchu je mícha pokryta třemi vazivovými obaly, které jsou pokračováním mozkových plen. Mezi oběma měkkými plenami je prostor – cavitas subarachnoidea, kde se vyskytuje mozkomíšní mok, který míchu nadlehčuje a tlumí nárazy. Mezi tvrdou plenu a páteřním kanálem je epidurální prostor, ve kterém se nachází tukové vazivo, řídké vazivo a cévní pleteně (Holíbková A. & Laichman S., 2006). Cévní zásobení míchy je zajištěno z arterií radicales a arterií spinales, které odstupují z aorty nebo jejích větví. Jednou z příčin netraumatických míšních lézí, tak může být jejich ucpaní. Žilní odvod jde pak skrze vnitřní a vnější vertebrální žilní plexus do vena cava inferior a vena azygos (Kříž J., 2019a).

Mícha je rozdělena na 31 míšních segmentů (8 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových a 1 kostrční, z nichž z každého odstupují párové míšní nervy. Míšní nerv (nervus spinalis) vznikne spojením předního a zadního míšního kořene (radix anterior et posterior). Skrz meziobratlový otvor (foramen intervertebrale) vychází z páteřního kanálu a jsou součástí základní jednotky míšního reflexu. Přední kořeny jsou tvořeny motorickými (eferentními) vlákny a zadní kořeny senzitivními (aferentními) vlákny (Hudák R. et al., 2013).

Dále na míše rozeznáváme dvojí ztluštění, která vznikají v důsledku nahromadění motoneuronů pro svaly končetin. Jedná se o intumescencia cervicalis v oblasti C3-Th2, odkud vystupují nervové pleteně inervující horní končetiny a intumescencia lumbalis dosahující od obratle Th9-L1, která zajišťují inervaci dolních končetin (Čihák R., 1987).

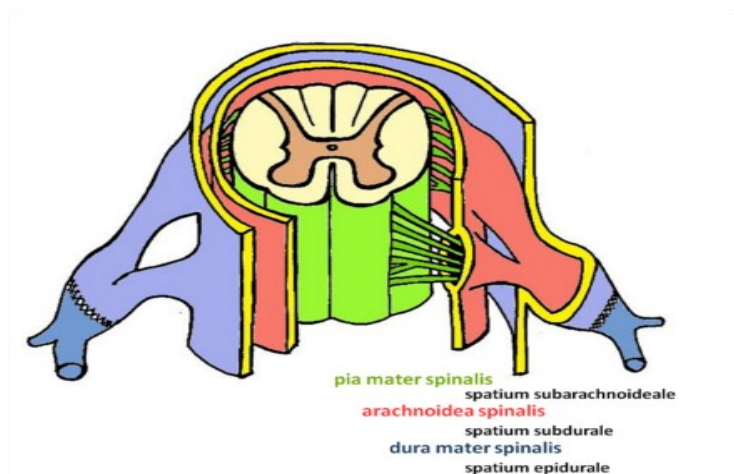
Na průřezu míchou jsou rozlišitelné dvě hmoty. Centrálně kolem canalis centralis je šedá hmota (substantia nigra), která má tvar písmene „H“ či motýlích křídel a je tvořena těly neuronů. Je rozdělena na zadní, přední a postranní rohy míšní. V zadních rozích míšních (cornua dorsalis) je konec téměř všech axonů aferentního systému a dále běží kraniálním směrem jako vzestupné dráhy. Přední rohy míšní (cornua ventralia) obsahují alfa-motoneurony, inervující šňjové, trupové a zádové svalstvo a také svaly končetin. Konce axonů  $\alpha$ -motoneuronů jsou na motorických ploténkách těchto svalů (Kříž J., 2019a). Bílá hmota (substantia alba) se nachází více na povrchu a vytváří tři míšní provazce – fasciculus anterior, lateralis et posterior (přední, zadní a postranní), kterými prochází nervová vlákna sestupných i vzestupných drah. Najdeme zde například dráhy vedoucí bolest, teplo, chlad, dráhy pro citlivost na dotyk, vibrace a propriocepci či dráhy pro volní motoriku (Čihák R., 2004; Peterová V., 2005).

**Obrázek č.1: Mícha a míšní kořeny**



(Dostupné z: [https://www.lf2.cuni.cz/files/page/files/2018/cns\\_micha.pdf](https://www.lf2.cuni.cz/files/page/files/2018/cns_micha.pdf))

Obrázek č.2: Obaly míchy



(Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/M%C3%AD%C5%A1n%C3%AD\\_obaly](https://www.wikiskripta.eu/w/M%C3%AD%C5%A1n%C3%AD_obaly))

## 2.2 Míšní léze

Poškození míchy patří mezi nejvíce devastující onemocnění, jehož následky mají vliv na velikou část tělních funkcí a často vede k trvalé invaliditě. Vedle závažných zdravotních následků má značný vliv i na psychické zdraví a socioekonomickou oblast života (Jazayeri et al., 2015). Kromě poruchy motorických a senzitivních funkcí pod úrovní míšní léze je také častá ovlivněn autonomní nervový systém – většinou jsou problémy spojené s dysfunkcí dolních cest močových a střev a sexuální dysfunkcí. Časté jsou i poruchy dýchacích cest, krevního oběhu, termoregulace či kožní obtíže. Velkou komplikací může být také spasticita či neuropatické bolesti.

### 2.2.1 Incidence, prevalence a etiologie míšní léze

V České republice přibývá na spinálních jednotkách každým rokem kolem 250-300 nových pacientů (Kříž J., 2009). Incidence míšního traumatu je u nás zhruba 2,5/ 100 000 obyvatel. V roce 2022 bylo celkem hospitalizováno 278 pacientů. Mezi nimi bylo 189 jedinců mužského pohlaví a 89 žen, což ukazuje, že mezi jedinci s poškozením míchy jsou častěji postiženi muži a oproti ženám zhruba v poměru 3:1 (Česká společnost pro míšní léze, 2022). Nejzranitelnější

oblast páteře je krční a bývá poškozena ve 42 %, hrudní asi ve 30 % a bederní asi ve 28 % (Náhlovský J. et al., 2006).

### **2.2.2 Příčiny vzniku míšní léze**

U spinálního pacienta je mícha poškozena důsledkem akutního či pozvolného děje a může být v určitém místě porušena kompletně nebo nekompletně. Míšní léze se rozdělují na dvě velké skupiny – traumatické a netraumatické. U traumatických je nejčastějším důvodem mechanické poškození míchy se současným poraněním páteře, zatímco u netraumatických se jedná o patofyziologické změny spojené s interními, neurologickými, onkologickými či jinými onemocněními (Kříž J., 2019 a). Podle (Doležal J., 2004) je nejčastější příčinou trauma a tvoří až 70 % všech míšních lézí. Zbýlých 30 % vznikne z netraumatických příčin (Nair et al., 2005). V posledních 4 letech se však udává, že se počet úrazových lézí snížil zhruba na 45-50 % a postupně narůstá počet míšních lézí vzniklých neúrazovým způsobem.

#### **2.2.2.1 Traumatická míšní léze**

První skupinou jsou traumatické léze. (Kříž J., 2019 a) uvádí jako nejčastější příčinu traumatické léze dopravní nehody. Běžně se jedná o autonehody, motonehody, sražené cyklisty nebo chodce. Další příčinou jsou pády z výšky – pracovní úrazy, pády ze žebříku při domácích pracích, česání ovoce, ale také suicidální pokusy. U starších osob se také můžeme setkat se zakopnutím a pády ze schodů nebo na zem. Třetím častým důvodem poškození jsou sportovní úrazy. Rizikovou skupinou jsou především mladí lidé při různých adrenalinových sportech jako je lezení po skalách, jízda na kole, sjezd na lyžích, letectví či skoky do mělké vody. Specifickou skupinou jsou pak bodná a střelná zranění, kdy dochází k poranění míchy bez poranění páteře. Traumatické léze jsou často součástí polytraumatu, a proto mohou být komplikovány přidruženými poraněními, která vyžadují komplexní péči na intenzivních jednotkách (Štulík J., 2010; Kříž J., 2019 a).



### **2.2.2.2 Netraumatické léze**

Druhou skupinou jsou léze netraumatické, jež vznikají neúrazovým mechanismem. Mezi příčiny netraumatické míšní léze řadíme zejména různé cévní onemocnění – ischemie, hemoragie či vrozené cévní malformace, které způsobí nedostatečné nebo úplné neprůchozí cévní zásobení. Dále sem můžeme zařadit degenerativní onemocnění páteře, jako je např. cervikální spondylogenní myelopatie; infekční i autoimunitní záněty, a bohužel stále více se rozrůstající množství primárních nádorů či jejich metastáz (Petrovický P., 2008; Grassner; Maier, 2016).

### **2.2.3 Průběh míšní léze**

U poranění míchy hraje významnou roli péče poskytnutá během prvních 24 hodin, jelikož může významně ovlivnit výsledky stavu pacienta. V ideálním případě je vyžadována akutní péče do dvou hodin po úraze (Bernhard et al., 2005; Kolář P. et al., 2009). V prvních týdnech po úrazu pacienti procházejí třemi fázemi onemocnění, které vyžadují speciální opatření a léčbu. Ihned po poranění dochází k rozvoji míšního šoku. Za jeho vznikem stojí otok a zánětlivý proces v oblasti léze. Míšní šok trvá od několika dnu až po několik týdnů, avšak je to velmi individuální (dále viz. kapitola 2.3. míšní šok).

#### **2.2.3.1 Fáze I: akutní a postakutní fáze**

Samotnou fázi I lze ještě dělit na akutní IA a postakutní IB fázi. Stádium IA trvá přibližně 1. – 2. týdny po vzniku léze. Jedná se o urgentní stav, kdy by měl být pacient ihned dopraven na spondylochirurgické oddělení, kde je ihned operován a následně hospitalizován na ARO nebo JIP. Následuje subakutní fáze, trvající cca 2. – 12. týdnů od vzniku úrazu. Během ní je pacient přeložen na spinální jednotku, jejíž hlavním cílem je poskytnutí multidisciplinární péče a naučit pacienta soběstačnosti, vertikalizace, zavedení katetru na vyprazdňování a vyřešení přidružených zdravotních komplikací. Kromě tělesného postižení je významně ovlivněna i psychika jedince. V této oblasti můžeme pomoci farmakologickou intervencí v podobě antidepresiv a nedílnou součástí je také

pravidelná spolupráce s psychologem, který pomáhá jedinci vyrovnat se se svým handicapem. V tomto období se multidisciplinární tým specialistů ve spolupráci s pacientem snaží především o minimalizaci dalších komplikací a kompenzaci důsledků vzniknuvších onemocněním, aby se pacientovi zajistila co nejrychlejší reintegrace do společnosti.

### **2.2.3.2 Fáze II: fáze rehabilitace a rekonvalescence**

V této fázi pobývá pacient ve specializovaných spinálních rehabilitačních ústavech, kde pokračuje v rehabilitaci a přípravě na návrat do běžného života. Období chronického stadia trvá přibližně 6. – 26. týdnů (Kolář P. et al., 2009).

### **2.2.3.3 Fáze III: fáze stabilizace**

Tato fáze je často označovaná jako pozdní doba (terciální fáze), ve které je již pacient propuštěn z rehabilitačního ústavu do domácího prostředí. Pro jedince je důležité navázat spolupráci s fyzioterapeutem a ergoterapeutem, kteří pomáhají jedinci zapojit se zpět do běžného života. Taktéž pacienti nadále dochází do ambulancí spinálních jednotek k následné rehabilitaci. Velice podstatná je také pracovní a sociální rehabilitace, kde mohou pomoci neziskové organizace, jako jsou Centrum paraple, o.p.s., nebo Česká asociace paraplegiků – CZEPA (Kříž J. & Faltýnková Z., 2012). U některých jedinců je však zapotřebí speciální péče v důsledku vzniku sekundárních komplikací, jako např. dekubity, močové infekce, narůstající bolesti, spasticita či jiné. V této fázi však nadále může docházet i ke zhoršování stavu pacienta, který je bezpodmínečně ohrožuje na životě.

### **2.2.4 Míšní šok**

Jak již bylo zmíněno výše, k rozvoji míšního šoku dochází okamžitě po poranění míchy. Vyznačuje se výpadkem motorických, senzitivních a autonomních funkcí, svalovou atonií či hypotonií, a vymizením nebo snížením reflexní aktivity pod úrovní míšní léze (Kříž J., 2019a). Trvání míšního šoku je velice individuální, pohybuje se od několika dnů až několika týdnů. Kromě způsobu vzniku je průběh onemocnění ovlivněn i jinými faktory, jako

je např. závažnost a lokalizace poranění, klinický obraz, zdravotní stav před poraněním či genetické predispozice (Krishna et al., 2014). Po ukončení míšního šoku se postupně začínají obnovovat míšní reflexy a jejich zvyšováním dochází k hyperreflexii, nastupuje spasticita, zvýšený svalový tonus a navrací se reflexní aktivita detruzoru. Podle závažnosti rozsahu míšní léze, se také může částečně obnovit hybnost, citlivost i autonomní funkce pod místem léze (Kříž J., Hyšperská V., 2014; Ambler Z, 2006; Háková R., Kříž J., 2015).

### **2.2.5 Spinální program**

Historie spinálního programu je v České republice poměrně krátká. I přesto, že se v druhé polovině minulého století snažil prof. Beneš založit tzv. spinální centra, tak první spinální jednotku se podařilo založit až v roce 1992 v Úrazové nemocnici v Brně pod vedením prof. Wendscheho. V roce 1999 vznikla Česká spondylochirurgická společnost a v roce 2002 vydalo Ministerstvo zdravotnictví Metodické opatření, které stanovilo okruh pracovišť, jež měly na starost zajistit péči o spinální pacienty v určitých časových obdobích po míšním poranění (Kříž J. & Faltýnková Z., 2012).

V akutní fázi po poranění míchy je pacient okamžitě transportován na specializované spondylochirurgické oddělení podle spádového území. V české republice máme celkem 15 traumacenter – FN Motol, FN Na Bulovce, FN Královské Vinohrady, FN Brno, FN Ostrava, FN Hradec Králové, FN Olomouc, FN Plzeň, Nemocnice Na Homolce, KN Liberec, Masarykova nemocnice Ústí nad Labem, Nemocnice České Budějovice, Nemocnice Pardubice, ÚN Brno a ÚVN v Praze (Kříž J., 2013). Zde je provedena co nejdříve v řádu hodin od úrazu operace, která je zaměřena především na zajištění stabilizace páteře a jiné případné výkony související s úrazem (obnovení páteřního kanálu, odstranění kostních úlomků...). Jestliže je jedinec stabilizován a kardiopulmonálně kompenzován, tak následně pokračuje na spinální jednotku.

Spinální jednotky v České republice jsou 4 – Spinální jednotka ve Fakultní nemocnici v Motole, Spinální jednotka Fakultní nemocnice v Ostravě,

Spinální jednotka Úrazové nemocnice v Brně a Spinální jednotka v Krajské nemocnici v Liberci. Hlavním cílem SJ je poskytnout komplexní péči, která zahrnuje ošetrovatelské, lékařské, rehabilitační a psychologické služby. V tomto období je pro pacienty velice důležitá především prevence vzniku dekubitů, obnova postižených funkcí a nácvik soběstačnosti.

Po asi dvou až třech měsících pacienti pokračují do jednoho ze tří rehabilitačních Ústavů – Rehabilitační ústav Kladruby, Rehabilitační ústav Hamzova léčebna v Luži Košumberk a Rehabilitační ústav Hrabyně. Pacienti zde pokračují v intenzivní rehabilitaci (zlepšení stability, koordinace, svalové síly a vytrvalosti...), nácviku denních činností a začínají znovu s různými sportovními a pracovními aktivitami. Důležité je zajistit co nejlepší kvalitu života, návrat do domácího prostředí a zapojení do běžných denních aktivit.

## **2.2.6 Klasifikace míšních lézí dle ISNCSCI**

Pro klasifikaci míšních lézí se v současné době používají neurologické mezinárodní standardy pro míšní poranění – International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI), vytvořené Americkou asociací spinálního poranění (American spinal Injury association –ASIA). Klasifikace byla vytvořena již v roce 1982 (Maynard et al., 1997) a nahradila dřívější Frankleovu klasifikaci z roku 1969 (Ragnarsson et al., 2005). ASIA umožňuje pomocí vyšetření motorických a senzitivních funkcí stanovit neurologickou úroveň léze a její rozsah (Kirshblum et al., 2011).

### **2.2.6.1 Senzitivní úroveň léze**

Aby bylo možné stanovit neurologickou úroveň míšní léze, je potřeba znát motorickou a senzitivní úroveň.

Vyšetření senzitivních funkcí se provádí testováním tzv. klíčových bodů, jež jsou přiřazeny 28 dermatomům pro jednotlivé segmenty. Pomocí svíracího špendlíku se zjišťuje taktilní vjem a štětíčkou rozlišení tupého a ostrého předmětu. Do protokolu se zaznamenává zvlášť citlivost pro levou a pravou stranu pomocí

třístupňové stupnice 0-2, kdy 2 znamená standartní cití, stupeň 1 značí změněnou intenzitu cití a 0 odpovídá necitlivosti na dotyk (tj. pacient nerozliší tupou a ostrou stranu). Senzitivní úroveň je následně stanovena podle nejkaudálnějšího dermatomu, kde je zachována citlivost na jemný dotyk i píchnutí špendlíkem na každé straně.

Dále se také provádí anorektální vyšetření v segmentech S4-S5 pomocí lehkého dotyku a píchnutí špendlíkem, které nám určí, zda se jedná o kompletní či nekompletní lézi (Kříž J., 2019a). V případě, že senzitivita chybí, vyšetřujeme hluboký anální tlak, který se hodnotí slovní odpovědí ANO/NE.

#### **2.2.6.2 Motorická úroveň léze**

Ke zjištění funkce motoriky se využívá vyšetření svalové síly klíčových svalů. Jedná se o pět svalových skupin na HK a pět na DK, které odpovídají myotomům C5-Th1 a L2-S1. Svalová síla je hodnocena svalovým testem se stupnicí 0-5 (Janda V. a kolektiv, 2004), kde stupeň 5 označuje obvyklou sílu, kdy pacient provede pohyb v plném rozsahu proti gravitaci a je schopen vytvořit dostatečnou sílu proti kladenému odporu v dané poloze. Stupeň 4 značí sílu, která je proti kladenému odporu mírnější. U stupně 3 pacient provede pouze pohyb v plném rozsahu proti gravitaci. Stupněm 2 se může obodovat pohyb provedený s vyloučením odporu gravitace, stupněm 1 svalový záškub, a stupeň 0 je v případě úplného výpadku motorické funkce v daném segment.

Motorická úroveň léze je stanovena nejkaudálnějším segmentem, kde je síla konkrétního svalu nejméně 3, přičemž svalová síla klíčového svalu nad ním musí být 5. Hodnotí se zvlášť pro pravou i levou stranu (Kříž J., Chvostová Š., 2009; Kříž J., 2019a).

Dále se testuje volní anální kontrakce, která je u vyšetření motoriky spinálních lézí také velice důležitá. Hodnotí se slovní odpovědí ANO/NE (Kirshblum et al., 2011).

### 2.2.6.3 Neurologická úroveň léze

Neurologická úroveň míšní léze je definována jako nejnižší segment, kde jsou motorické a senzitivní funkce normální na obou stranách.

### 2.2.6.4 Rozsah míšní léze

K určení rozsahu a závažnosti míšní léze se nejčastěji využívá vyšetření zvané ASIA Impairment Scale, označované také jako AIS. Hodnotí se 5 stupňů – A (kompletní léze) až E (normální motorika i citlivost ve všech segmentech). Zda se jedná o kompletní či nekompletní míšní lézi zjistíme vyšetřením anorektálních funkcí, hlubokého análního tlaku a volní anální kontrakce. Podle posledních statistik je zastoupení senzomotorických kompletních lézí (AIS A) a tím pádem klinicky nejtěžších lézí v populaci kolem 25 % (Česká společnost pro míšní léze, 2022).

Rozdělení lézí dle ASIA Impairment Scale:

- **AIS A:** kompletní léze – není zachována motorická ani senzitivní funkce v sakrálních segmentech S4-5
- **AIS B:** nekompletní léze – zachována jenom senzitivní funkce pod úrovní léze a v segmentech S4-5, zároveň není přítomna žádná motorická funkce více než tři segmenty pod úrovní léze na obou stranách
- **AIS C:** nekompletní léze – zachována motorická funkce pod úrovní léze, více než polovina klíčových svalů dosahuje svalové síly pod stupeň 3 dle svalového testu
- **AIS D:** nekompletní léze – zachována motorická funkce pod úrovní léze, minimálně polovina klíčových svalů se svalovou silou stupně 3 a více dle svalového testu
- **AIS E:** zdravý jedinec – motorická a senzitivní funkce bez poškození

### 2.3 Zdravotní komplikace v důsledku poškození míchy

Poškození míchy přináší řadu přidružených zdravotních komplikací, které se mohou rozvinout v různé době od vzniku poranění. Kromě poruchy motoriky a senzitivity, jsou často zasaženy i funkce autonomní. Mezi specifické rizikové stavy podle (Kříž J., Hyšperská V., 2014) patří:

<b>Kardiovaskulární systém</b>	ortostatická hypotenze autonomní dysreflexie ischemická choroba srdeční
<b>Gastrointestinální systém</b>	neurogenní střevo gastroezofageální reflux a vředová choroba gastroduodena obezita
<b>Urogenitální systém</b>	uroinfekce urolitiáza renální insuficience
<b>Muskuloskeletální systém</b>	osteoporóza zlomeniny paraartikulární osifikace
<b>Dýchací systém</b>	bronchopneumonie

	respirační insuficience
<b>Kožní systém</b>	dekubity
<b>Nervový systém</b>	spasticita  neuropatická bolest  porucha termoregulace

### 2.3.1 Kardiovaskulární systém

Komplikace spojené s kardiovaskulárním systémem mohou být způsobeny přímo poruchou řízení vegetativního systému, nebo sekundárně imobilizací či sedavým způsobem života. Z dlouhodobého lékařského hlediska jsou KV komplikace jednou z hlavních příčin úmrtí pacientů s chronickou SCI. (Chopra et al., 2018; Wecht J., Bauman W., 2018).

S ortostatickou hypotenzí (OH) se setkáváme zejména v akutním a subakutním stádiu u krčních a hrudních lézí, avšak i v chronické fázi po poranění. OH je definována jako pokles systolického TK o  $\geq 20$  mmHg nebo diastolického TK o  $\geq 10$  mmHg při změně polohy vleže do vzpřímené polohy (Phillips & Krassioukov, 2015). Vertikalizace proto musí být postupná a s použitím kompresních punčoch na dolních končetinách, které napomáhají žilnímu návratu. Z farmakologické léčby, lze použít malé dávky krátkodobých antihypertenziv (Krassioukov et al., 2009).

Autonomní dysreflexie (AD) se objevuje u jedinců s poškozením míchy nad úrovní šestého hrudního obratle. V důsledku nevyvážené reflexní sympatické aktivity dochází k prudkému zvýšení krevního tlaku, na který následně reaguje organismus bradykardií a vazodilatací. Nejčastější příčinou je rozepjetí močového měchýře nebo střeva, infekce močových cest, urolitiáza, náhlá příhoda břišní či zlomeniny (Kříž J., Rejchrt M., 2014). Projevuje se prudkým zvýšením krevního



tlaku, bolestí hlavy, pocením, zčervenáním kůže, husí kůží, pocity úzkosti, rozmazaným viděním a pomalejší tepovou frekvencí. Řešením je posazení pacienta, aby do několika sekund došlo k poklesu tlaku na normální hodnotu. Důležité je monitorovat TK a puls a rychle zjistit a odstranit příčinu.

### **2.3.2 Urogenitální systém**

Mezi nejčastější komplikace urogenitálního systému patří problémy s vyprazdňováním močového měchýře a následně poruchy močení, jako je inkontinence či retence moči. Neurogenní močový měchýř může vést k sekundárním komplikacím, jako jsou opakované infekce močových cest a močového měchýře, ledvinové kameny, vezikouretrální reflux či zhoršení funkce horních močových cest (Vahr S., 2014). Onemocnění urogenitálního systému jsou v současnosti hlavní příčinou rehospitalizací po SCI (Cardenas et al., 2004). Bezprostředně po vzniku míšní léze je zaveden permanentní močový katétr, který je umístěn do močového měchýře přes močovou trubici. Po stabilizaci stavu pacienta je vhodné zahájit intermitentní katetrizaci, kdy se moč odvádí pomocí jednorázového katetru každé tři až šest hodin. Čistá intermitentní katetrizace představuje nejbezpečnější způsob dlouhodobé derivace moči, jelikož je šetrnější ke sliznici uretry, je velmi snadná k zavedení a umožňuje obdobné fungování močového měchýře, jen bez možnosti spontánního vyprázdnění. Někteří pacienti však stále zůstávají s permanentním močovým katétrem, epicystostomií, nebo urinálním kondomem či používají metodu vyklepávání (Faltýnková Z., 2012).

### **2.3.3 Nervový systém**

Poranění míchy způsobuje taktéž určité neuroplastické změny, které se podílejí na rozvoji spasticity či neuropatické bolesti. U lézí vzniklých v průběhu centrálního motoneuronu se spasticita objevuje po odeznění míšního šoku (Kříž J., 2019b). Definice spasticity se u různých autorů liší a stále se vyvíjí. *Podle Li et al, se spasticita projevuje jako zvýšený odpor vůči vnějšímu natažení svalů, který závisí na rychlosti a délce svalu. Vyplývá to z hyperexcitabilních*

*sestupných excitačních drah mozkového kmene a následnou přehnanou odpovědí na reflexní protažení svalů* (Li et al., 2021). U pacienta jsou tedy značně zvýšené šlachové reflexy, svalový hypertonus, flexorové a extenzorové spasmy, klonus a pozitivní iritační pyramidové jevy (Lance, 1980; ;Sheean, 2002 Pandyan et al., 2005; Decq P., 2003; Kaňovský P. et al., 2004). Spasticitu mohou ovlivnit jak faktory vnější (teplota okolí, změna barometrického tlaku), tak faktory vnitřní (tělesná teplota, infekce, náplň močového měchýře či střev). Pro zlepšení spasticity se využívají různé facilitační techniky, protahování ochrnutých svalů, ale i léky jako je např. Baclofen, který působí na uvolnění svalů. Projevy jsou velmi individuální, a proto se u každého projevují různou měrou a různě pacienta obtěžují v každodenních činnostech.

Další velmi často vyskytující se komplikací je neuropatická bolest. Tato bolest narozdíl od bolestí muskuloskeletálních nebo viscerálních vychází přímo z poškozených nervových struktur a bývá velmi obtížně ovlivnitelná (Kříž J., Hyšperská V.; 2009).

Bolest není dobře ohraničená, je spontánní i provokovaná a bývá popisována pocity pálení, bodání, hyperalgezií a často i minimální stimulace vyvolá bolestivé vnímání (Siddall P., Middleton J., 2006, ;Ambler Z, 2006). Pacienti často udávají zhoršení bolestí během únavy, stresu, změně počasí či při problémech s vyprazdňováním. Jedná se o velmi nepříjemný stav, který má vliv na kvalitu života pacienta, vede k častým úzkostem a sociální izolaci.

Celkový stav pacienta může být rovněž ovlivněn poruchou termoregulace. Míšní léze způsobí přerušování vedení informací z kožních receptorů k centru (hypotalamu), a to vede k neschopnosti regulovat vazokonstrikci, vazodilataci a pocení. Tělo následně reaguje pod úrovní poškození poikilotermě, tedy podle teploty okolí. Jelikož si pacienti neuvědomují snížení či zvýšení teploty, tak může snadno dojít k omrzlinám nebo naopak k přehřátí organismu, vlivem zvýšené teploty jádra. Zvýšená tělesná teplota se taktéž může objevit při zvýšené náplni močového měchýře či střev.

### **2.3.4 Kožní systém**

U spinálních pacientů je nejčastějším a nejzávažnějším kožním problémem vznik dekubitů. Zatímco v akutní fázi jsou způsobeny nedostatečnou ošetrovatelskou péčí, v chronické fázi je důvodem špatná péče pacientů samotných, kteří často podcení závažnost tohoto problému a jejich následků. Dlouhodobý tlak, způsobí poškození tkáně, ve které vzniká porušení prokrvení v důsledku kapilární a venózní okluze, což následně vede k ischemizaci kůže a podkoží. Nejčastější lokalizace dekubitů je na hýždích, kostrči a na patách (Bloemen-Vrencken et al., 2005). Prevencí je pravidelné polohování na lůžku či vozíku, trvalé sledování kůže, vyhýbání se zvýšenému tlaku a správné vybavení (např. antidekubitní matrace či různé polštářky na vypodložení částí těla (Cardenas et al., 2004b). Už v roce 1975 se potvrdilo, že by se měla ideálně poloha pacienta měnit každé 2-3 hodiny, aby se zamezilo následným komplikacím (Rich et al., 2009).

### **2.3.5 Muskuloskeletální systém**

Po poškození míchy se vlivem ztráty pohybu rozvíjejí změny v tělesném složení, které následně vedou k poruše zpracování a ukládání všech živin. Dochází k úbytku svalové hmoty a změně poměru jednotlivých svalových vláken, které bývají nahrazeny tukem. Taktéž dochází ke snížení energetického výdeje a bazálního metabolismu, což vede k rozvoji obezity, vzniku diabetes mellitus 2. typu, kardiovaskulárních onemocnění či poruchám gastrointestinálního systému (Kříž J. et al., 2014). Vlivem změny tělesného složení a pohybových stereotypů jsou často přetěžované určité části těla, vznikají osteoporózy, v důsledku odvápnění kostí a časem se mohou rozvinout různé degenerativní změny.

### **2.3.6 Sexuální dysfunkce**

Poruchy sexuálních funkcí jsou zejména u mužů vnímány hůře než samotné postižení pohybového aparátu a nemožnost chůze (Simpson et al., 2012). U většiny mužů s SCI je porucha erekce a schopnost dosáhnout ejakuace (Gomes et al., 2017). Nejistota a strach, zda pacienti budou moci v budoucnosti

vést sexuální život a počít dítě má velký vliv na psychické zdraví a na celkovou kvalitu života. Erektální dysfunkce můžeme ovlivnit inhibitory fosfodiesterázy 5 (PDE5), intrakavernózními injekcemi nebo zařízením pro vakuovou erekci (Afferi et al., 2020). Schopnost ejakuace při masturbaci je velmi nízká, a proto většina mužů potřebuje jakoukoli formu asistovaného odběru spermií (Chéhensse et al., 2013). K asistovanému odběru spermií se nejčastěji využívá Penilní vibrační stimulace (PVS) pomocí jednoho nebo dvou vibrátorů. Pokud tato neinvazivní metoda selže, další volbou je možnost elektroejakulace nebo chirurgické odebrání spermií (Ibrahim et al., 2022).

## **2.4 Neurostimulační metody, elektrostimulace**

### **2.4.1 Historie neurostimulace**

Elektrická stimulace má velmi dlouhou historii a sahá až na počátek 1. tisíciletí. Poprvé byla použita ve starověkém Římě, kde lékaři využívali elektrické výboje ryb z čeledi Torpedinidae k léčbě bolesti hlavy a dny. (Kellaway P, 1946; Khan F., Ahmed Z., 2022). Ve starověkém Řecku se elektrický proud využíval především k tlumení bolesti při operacích a porodech. Význam elektrické stimulace v nervovém systému bylo velmi obtížné pochopit až do konce 17. století, kdy Luigi Galvani provedl experiment na žábách. Objevil, že elektrický proud způsobí vznik akčního potenciálu v poškozených nervech, což následně vede ke svalové kontrakci (Galvani, L., 1791). K dalšímu rozvoji léčby elektrickým proudem významně přispěl francouzský lékař Jacques Arsene d'Arsonval, který v 19. století objevil analgetické účinky vysokofrekvenčního proudu a uvedl možnosti elektroléčby u člověka (Rokyta R., 2015). Podstatným krokem bylo taktéž pochopení fungování neuromodulačních systémů v lidském těle a pochopení vnímání bolesti. Základy pro tyto principy položili kanadský psycholog Melzack a britský fyziolog Wall, kteří v roce 1965 definovali vrátkovou teorii bolesti, z jejíž podstaty dnešní moderní neurostimulační metody vycházejí. Historie míšní stimulace, dříve nazývána stimulací zadních míšních provazců, je spojena se jménem Shealy z roku 1968, který byl první, kdo léčil nezvladatelnou bolest epidurální stimulací (Shealy C., 1969). V české republice

poprvé míšní stimulaci využil profesor Beneš (Beneš V. et al., 1973). Dimitrijevic a kolegové v roce 1998 oznámili výsledky lumbální stimulace, o frekvenci 25–60 Hz, která u šesti paraplegiků vyvolala rytmické flexně-extenční vzory (Dimitrijevic et al., 1998). Od té doby proběhlo mnoho studií na zvířatech zaměřených na mechanismy účinku epidurální stimulace a potlačení bolesti. Na základě těchto zjištění Herman a jeho spolupracovníci poprvé prokázali, že epidurální stimulace krom běžného využití k léčbě chronické bolesti může být rovněž využita ke zlepšení motorické funkce u lidí s poraněním míchy. (Herman et al., 2002)

#### **2.4.2 Princip neurostimulace**

Neurostimulace je metoda, která pomocí elektrického proudu dokáže ovlivnit nervovou aktivitu a přenos bolestivých stimulů. Neurostimulační léčba má za cíl zmírnit bolesti, omezit analgetické medikace, zlepšit funkčnost a kvalitu života jedince (Gharibo et al., 2014).

Nejrozšířenější neurostimulační metodou je míšní stimulace (SCS). Princip účinku míšní stimulace je založený na zvýšeném uvolňování tlumivých látek (endorfiny, enkefaliny a dynorfiny) a současném zapojení segmentálních míšních mechanismů, které mají výrazný podíl na léčebném efektu. Stimulací indukovaný aferentní vstup pak ovlivňuje míšní reflexní okruhy, které se podílejí na regulaci proprioceptivního vstupu, respektive motoneuronální excitabilita a neuronové sítě generují rytmus a vzor (Hofstoetter et al., 2018). Průchod proudu excitabilní tkání během stimulace vytváří elektrické pole, které mění transmembránový potenciál neuronu. Tato změna může způsobit depolarizaci membrány, ve které je zvýšený transmembránový potenciál a neuron s větší pravděpodobností generuje akční potenciál nebo může způsobit hyperpolarizaci, při které je transmembránový potenciál snížen, čímž je menší pravděpodobnost vzniku akčního potenciálu. Primárním účinkem neurostimulace je tedy depolarizace nebo hyperpolarizace buněčných membrán. Uměle vyvolaná depolarizace má na rozdíl od té fyziologické schopnost šířit akční potenciál v obou směrech (proximálně i distálně). Elektrické pole je ovlivněno elektrickými

vlastnostmi tkáně, umístěním a polaritou elektrod a stimulačními parametry (Molnar G., Barolat G., 2014; Rejc et al., 2015).

Výsledky prokázaly, že SCS může ovlivnit vlákna aferentních skupin I a II nacházející se poblíž léze, která excitují myelinizované motoneurony přes monosynaptické nebo polysynaptické spoje. Vlivem zvýšené excitability dochází k přeměně spící tkáně na aktivní v místě poškození. Díky tomu je umožněno, aby sensorické informace byly zdrojem kontroly pro dobrovolný pohyb. Bylo zjištěno, že použití senzomotorických informací jako zdroje kontroly společně s intenzivním lokomotorickým tréninkem a v kombinaci s epidurální míšní stimulací umožní vhodné přestavění supraspinálních a intraspinálních drah, což následně vede ke zlepšení dobrovolné kontroly pohybu dolních končetin u pacientů s chronickou SCI (Meyer et al., 2020).

### **2.4.3 Druhy elektrické stimulace**

Ke stimulaci míchy se využívá buď transkutánní míšní stimulace (tcSCS) nebo epidurální míšní stimulace (eSCS). Obě metody zahrnují aplikaci elektrických proudů k modulaci nervové aktivity a jsou velmi bezpečnými a účinnými léčbami pro chronické poranění míchy.

#### **2.4.3.1 Transkutánní elektrická stimulace (tcSCS)**

Transkutánní elektrická stimulace je první metodou využívající se ke stimulaci míchy. Jedná se o neinvazivní a bezpečnou terapii využívající nízkonapěťové elektrické proudy (frekvence 1-200 Hz), které dráždí nervová vlákna, což následně vede k úlevě od bolesti. Elektrody se umisťují přímo na kůži nad oblast, kde je bolest pociťována nejvíce a periferní nervový systém je stimulován nepřímo (Rokyta R., 2015). Transkutánní elektrická stimulace funguje na základě vrátkové teorie bolesti nebo endorfinové teorie tlumení bolesti. Předpokládá se, že aktivuje míšní vrátkový systém v zadních rozích míšních tím, že elektrická stimulace nervů ovlivní přenos signálů bolesti uzavřením tzv. „vrátek“ a sníží její vnímání. Při bolesti a stresu také dochází k uvolnění endorfinů, jejichž vlastností je snížení pocitu a vnímání bolesti. TcSCS se běžně

používá ke zvládnání různých typů bolesti, jako je muskuloskeletální bolest, neuropatická bolest a některé typy chronických bolestivých stavů. Má potenciál taktéž ovlivnit excitabilitu CNS a ve spojení s tréninkem vytvořit u pacientů s SCI funkční změny, které mohou být srovnatelné s výsledky eSCS (Hofstoetter et al., 2013; Sayenko et al., 2019).

#### **2.4.3.2 Epidurální míšní stimulace (eSCS)**

Druhou metodou je epidurální míšní stimulace. ESCS se běžně používá ke zvládnání chronických bolestivých stavů, jako je syndrom neúspěšné operace zad (FBSS), syndrom komplexní regionální bolesti (CRPS) a určité typy neuropatické bolesti, které nereagovaly na jinou léčbu. V poslední době se však stává jednou z nejúspěšnějších metod pro zlepšení motorických a autonomních funkcí u pacientů s chronickou SCI. Předpokládá se, že elektrická stimulace moduluje aktivitu míchy a periferních nervů a ovlivňuje přenos signálů bolesti do mozku. V souvislosti s poraněním míchy může elektrická stimulace „probudit“ spící tkáň, které jsou silně inhibovány a pomocí zvýšené excitability je přeměnit na aktivní. To je pravděpodobně umožněno zbývajícími vlákny propriospinální dráhy, která podporuje plasticitu a umožňuje komunikaci přes lézi míchy. (Angeli et al., 2014; Hofstoetter et al., 2015; S. Harkema et al., 2011; Lin et al., 2022).

Na rozdíl od tcSCS vyžaduje eSCS chirurgický zákrok (tzv. hemilaminectomii), který spočívá v zavedení stimulační elektrody na dorzální povrch míchy, kde přímo působí na zadní míšní kořeny. Ze zadních míšních kořenů je signál přepojen přes interneurony do předních rohů míšních a z nich je převáděn do předních motoneuronů a eferentních drah (Gill et al., 2018). Vedoucí dráty elektrody se poté připojí k pulznímu generátoru, který se obvykle implantuje pod kůži na břicho a následně je pomocí dálkového ovládání možné individuálně u každého jedince nastavovat tréninkové programy a docílit tak konkrétního pohybu. Běžně se jedná o vícesloupcové pádlové elektrické pole, kde každý kontakt umožňuje samostatně programovatelnou vodivou plochu, která následně poskytne různou kombinaci mono-, bi – nebo multipolární stimulaci. Pro správné

fungování epidurální míšní stimulace je potřebné vhodně zvolit místo stimulace. Většina studií pro stimulaci využila oblast nad lumbosakrální intumescencí, avšak bylo zjištěno, že úroveň stimulace se pro jednotlivé funkce může lišit. Základní umístění, které umožní ovlivnit motorické i autonomní funkce se nachází v oblasti míšního konu (Mesbah et al., 2021).

#### **2.4.4 Současný stav bádání**

Tato část je věnována postupnému vývoji poznání a účinků SCS, a to jak transkutánní (tcSCS) tak epidurální (eSCS) míšní stimulace, na senzomotorické a autonomní funkce. Epidurální stimulace je jednou z nejúspěšnějších metod posledních 20 let, která má publikované pozitivní výsledky v možnostech ovlivnění motoriky, ale i autonomního nervového systému. Pro pacienty s míšní lézí je výzkum možností využití míšní stimulace velkou nadějí na zlepšení kvality života. K přehledu současných studií na téma “Využití epidurální míšní stimulace k ovlivnění motorických a autonomních funkcí po kompletní poranění míchy“ byla použita databáze PubMed a Google Scholar. Bylo hledáno pomocí následujících klíčových slov: Spinal cord injury, neuromodulation, paralysis, motor function. Následně byla slova kombinována, aby byly získány jednotlivé články popisující naši problematiku. Dohromady k roku 2022 existovalo 71 studií publikujících výsledky elektrostimulací u SCI a tato metoda byla provedena u více jak 320 lidí po celém světě (Capogrosso et al., 2018).

První zpráva o epidurální míšní stimulaci byla uvedena týmem profesorky Susan Harkema v roce 2011 (Harkema et al., 2011). Byla to první studie, která se věnovala zavedení stimulace přímo do epidurálního prostoru u jedince s kompletní míšní lézí. Jednalo se o 23letého muže s poraněním míchy klasifikovaného jako AIS B, který utrpěl traumatickou subluxaci páteře v úrovni C7-Th1 s úplnou ztrátou motorických funkcí, ale s částečně zachovanou senzitivitou pod segmentem Th1 (Tip-Pairote et al., n.d.2015). Pacientovi byl implantován stimulátor do páteřního kanálu na úrovni Th11-12 tři roky od nehody. Umístění elektrody během chirurgického zákroku bylo hodnoceno pomocí amplitud z EMG, zaznamenaných z klíčových svalů dolních končetin,



vyvolané stimulací při frekvenci 2 Hz. Elektrodový svod byl tunelován do subkutánního břišního vaku, kde byl implantován pulzní generátor. Po 2 týdnech, potřebných na hojení po operaci, byla zahájena stimulace. Po prvotních nastaveních bylo nastaveno rozpětí zařízení na 0,5 až 10 V, 5 až 40 Hz a šířka pulsu 210 nebo 450 mikrosekund. Poté pokračovalo několik lokomočních tréninků spolu s míšní stimulací a aktivní fyzioterapií. Po sedmi měsících intenzivního tréninku dosáhl plnohodnotného stoje s plnou váhou a minimální podporou rovnováhy po dobu 4 minut a 25 vteřin. Současně došlo k výraznému zlepšení samostatného sedu a celkového držení trupu. Tyto neočekávané výsledky vedly k teorii, že zbytkové smyslové dráhy byly rozhodující pro zprostředkování dobrovolných pohybů vyvolaných epidurální stimulací a specifickým záměrem jedince. Intenzivní nácvik stoje a opakovaná stimulace mohly vést k neurální plasticitě, která nakonec vyústila ve schopnost dobrovolně pohybovat nohama. Zdá se, že vědomá kontrola byla obnovena zvýšením úrovně spinální interneuronální excitability určitou stimulací, umožňující kontrolu prostřednictvím sestupných drah (S. Harkema et al., 2011; Angeli et al., 2014).

Tyto ohromující poznatky byly v roce 2014 stejnou skupinou amerických vědců znovu ověřeny a další 3 pacienti (jeden s lézí typu AIS B a dva s kompletní lézí AIS A), byli rovněž zařazeni do výzkumu. Všichni účastníci vykazovali známky svalové aktivity ovládané vůlí pomocí epidurální stimulace, a dokonce byli schopni i částečné chůze s vhodnou kombinací cíleného tréninku a správně zvolené fyzioterapie. Tito výzkumníci dospěli k závěru, že správné nastavení neuromodulace, tedy stimulace lumbosakrální míchy při podprahovém motorickém stavu spolu s tréninky lokomoce zaměřenými na konkrétní úkol, jsou klíčovými faktory k obnovení hybnosti dolních končetin. Zjistilo se, že vizuální a sluchové podněty rovněž přispívají k modulaci příslušných motoneuronů, a tedy lepší dobrovolné kontrole motorických úkolů. Studie mimo jiné také prokázala, že jedinci pro obnovení pohybu vyžadovali různé prahy intenzity míšní stimulace, např. kdy spastičtí pacienti vykazovali pohyb při nižší stimulaci než pacienti s menší spasticitou (Angeli et al., 2014).

V roce 2017 tým Rejc a kol. znovu zopakovali předchozí úspěšné pokusy u čtyř podobných jedinců (Rejc et al., 2017). Opět pomocí epidurální míšní stimulace sledovali funkce pohybového aparátu, samostatný stoj a chůzové mechanismy. Výsledky výzkumu byly tentokrát spíše negativní, jelikož aktivní nácvik chůze nevedl při současné stimulaci ke zlepšení posturálních funkcí a motoriky potřebné pro kvalitní samostatný stoj (Rejc et al., 2015). Další experiment pokračoval u pacienta, u kterého došlo ke kompletnímu poranění míchy před více než třemi lety a nebyl schopný žádného pohybu dolními končetinami před zařazením do studie. Týmu Rejc a kol. se však podařilo navrátit volní pohyb již po čtyřech dnech využívání epidurální míšní stimulace a pacient mohl provádět aktivně pohyby jak akrálně flexí prstů, tak kořenově flexí v kyčelním kloubu.

Na výsledky týmu profesorky Harkema se také pokusili navázat Grahn a kol. U jedné osoby s chronickým senzoryckým a motorickým kompletním SCI (Th6), byli schopni znovu získat vědomou kontrolu dolních končetin a samostatný stoj včetně cílených krokových pohybů, který byl pacient schopný provádět v leže nebo ve visu s odlehčením plné tělesné hmotnosti (Grahn et al., 2017). Po osmi sezení podprahové tonické stimulace míchy a specificky zaměřeného tréninku se podařilo vyvolat volní kontrolu dolních končetin, rytmické krokové pohyby pomocí BWS, a dokonce umožnit pacientovi samostatný stoj bez kompenzačních pomůcek (Gill et al., 2018). Z tohoto vyplývá, že úspěšné fungování elektrické stimulace s cíleným lokomočním tréninkem může modulovat pátevní síť pod poraněním a tím zlepšit interakci s motorickou kůrou zvýšením spinální excitability, zprostředkované stimulací senzoryckých aferentací ze supraspinálních center (García A.M., et al., 2020). Jak předchozí výzkumy neuromodulace, tak i tato studie opět naznačily možnosti reorganizace nervových drah a využití stimulace u osob s klinicky motoricky kompletní SCI (AIS A nebo AIS B).

V roce 2019 tým profesora Darrowa publikoval další studii a navázal tak na úspěšné výsledky z předchozích studií (Darrow et al., 2019). Jednalo se o dvě pacientky (48 a 52 let) s kompletní lézí AIS A, u kterých došlo díky stimulaci

bederní míchy k rychlému obnovení motoriky, stoje i chůze, a to i přesto, že k úrazu došlo před pěti a více lety. V této studii dále také zkoumal rozdílnou délku aktivní rehabilitace u obou pacientek před stimulací. I přes některé rozdíly, které z toho vyšly, bylo ve výsledku důležité, že obě pacientky byly schopni volního pohybu dolních končetin a u obou došlo i ke zlepšení autonomních funkcí. Z toho vyplývá, že je rehabilitace velice významná především pro zlepšení a zkvalitnění pohybových dovedností znovuzískaných po stimulaci. (Darrow et al., 2019)

V roce 2020 tým Isabely Pena Pino a profesora Darrowa publikoval další studii, která opět potvrdila úspěchy eSCS. Tato studie je důležitá zejména pro dvě věci. Jednak proto, že do ní byl zapojen doposud největší počet jedinců, konkrétně šest, u kterých byly sledovány stejné parametry a všichni úspěšně dokončili celou studii. A za druhé byli první, kdo poprvé prokázal přetrvávající účinky, a to i bez aktivní stimulace, čímž znovu posunuli možnosti eSCS a nastavili aktuální směr novým výzkumům a možnostem (Peña Pino et al., 2020).

Nejnovější výzkumy z roku 2021 potvrdily, že účinnost eSCS je velmi vysoká, neboť u všech 20 jedinců úspěšně vyvolala volní motoriku a u většiny dokonce i ve více kloubech (17krát ze 20 případů). Potvrdila, že nezáleží, jak dlouho jsou jedinci od úrazu či rozsahu atrofie míchy nebo svalů, ale naopak zdůraznila důležitost správného umístění elektrody v lumbosakrální míše, což by mohlo být zajištěno předoperačním zobrazením na RTG či MRI (Mesbah et al., 2021).

## 3 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

### 3.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je poskytnout základní informace o současném stavu výzkumu a zhodnotit využití epidurální míšní stimulace (eSCS) jako potenciální terapeutické metody pro jedince po kompletním poranění míchy. V rámci studie budou rovněž sledovány jednotlivé kroky rehabilitace s cílem dosáhnout zlepšení motorických funkcí dolních končetin, vertikalizace a případně samostatného aktivního stoje u jedince s chronickým senzomotorickým kompletním SCI v oblasti hrudní páteře (Th3). Zároveň je cílem vyšetřit vliv neurostimulace na autonomní nervový systém, spasticitu a trupovou stabilitu, což by mohlo zásadním způsobem přispět ke zlepšení funkčních schopností a celkové kvality života.

### 3.2 Hypotéza

Pro tuto bakalářskou práci byly stanoveny následující hypotézy:

**H1:** Implantace epidurálního míšního stimulátoru v kombinaci s intenzivním lokomotorickým tréninkem povede k obnovení senzomotorických funkcí dolních končetin pod úrovní neurologické léze.

**H2:** Implantace epidurálního míšního stimulátoru v kombinaci s intenzivním lokomotorickým tréninkem povede k dosažení samostatného stoje.

**H3:** Implantace epidurálního míšního stimulátoru bude mít pozitivní vliv na spasticitu a autonomní nervový systém.

**H4:** Implantace epidurálního míšního stimulátoru bude mít pozitivní vliv na zlepšení trupové stability.

## **4 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **4.1 Metodika**

#### **4.1.1 Design studie, příprava a provedení výběru**

Jedná se o případovou studii, do níž byl vybrán jedinec s kompletní míšňí lézí pod úrovní Th3, kterému byl implantován míšňí stimulátor s 32 elektrodoým polem (WaveWriter Alpha IPG, CoverEdge X32, Boston Scientific, USA). Výzkum probíhal na Klinice rehabilitace 2.LF UK a FN Motol a byl součástí již probíhající studie, zaměřující se na hodnocení efektu epidurální míšňí stimulace na senzomotorické a autonomní funkce u pacientů s chronickou hrudní míšňí lézí. Pilotní studie začala v roce 2021 pod vedením doc. MUDr. Jiřího Kříže a MUDr. Vojtěcha Rybky. Před začátkem studie účastník podepsal informovaný souhlas a byly mu vysvětleny veškeré informace týkající se organizace studie, průběhu terapie a možných rizik spojených se studií (viz příloha č.1). Výzkum byl schválen etickou komisí (viz příloha č.2).

#### **4.1.2 Charakteristika vybraného probanda**

Do studie byl vybrán 32letý muž, který utrpěl kompletní T3 SCI po nehodě na motocyklu před 4 lety (NLI T4, ASIA Imairment Scale A). Neurologické vyšetření odhalilo paraplegii na podkladě myelopatie C3/4 - Th 2/3 vzniklé po dislokované fraktuře Th5-6.

Před implantací absolvoval účastník vstupní vyšetření, kde se určil neurologický deficit na stupnici poškození (AIS) American Spinal Injury Association (ASIA) jako AIS A. Jedinec měl tudíž nulovou motorickou odpověď svalů trupu a dolních končetin, ochablý anální svěrač a žádnou dobrovolnou kontrakci močového měchýře.

Přes standartní rehabilitaci (a další intenzivní pohybový trénink) nebyl schopen samostatně stát, chodit nebo dobrovolně pohybovat nohama.

#### **4.1.2.1 Kritéria pro zařazení do studie byla následující:**

- neprogresivní SCI s úplnou motorickou paralýzou pod Th1, American Spinal Injury Association Impairment Scale (AIS) A nebo (AIS) B
- déle než 2 roky po zranění
- stabilní zdravotní stav
- 18-60 let
- ztráta volní motoriky ve všech kloubech dolních končetin
- léze míchy v oblasti mezi C7 a Th10

#### **4.1.2.2 Kritéria pro vyřazení ze studie:**

- závislý na připojení k ventilátoru
- bolest svalů a kloubů v důsledku dysfunkce pohybového aparátu
- nezhojené zlomeniny, kontraktury nebo proleženiny, které mohou ovlivňovat následnou rehabilitaci
- psychické potíže jako významná deprese či pokračující zneužívání (závislost) léků
- kardiovaskulární, respirační potíže, onemocnění močového měchýře nebo ledvin nesouvisející s SCI
- těžká anémie (Hgb <8 g/dl) nebo hypovolémie

#### **4.1.2.3 Průběh operace – implantace stimulátoru**

Účastníkovi byl implantován míšní stimulátor s 32 svodovou elektrodou (WaveWriter Alpha IPG, CoverEdge X32, Boston Scientific, USA), do oblasti L1-L2, která byla určena na základě výsledků z magnetické rezonance. Zavedení elektrody bylo zprostředkováno za pomoci tzv. hemilaminektomie. Chirurgický výkon spočíval v odstranění poloviny zadního oblouku obratle, čímž se zpřístupnil páteřní kanál a následně bylo možné zavést elektrodu na dorzální povrch míchy. Vedoucí dráty elektrody byly poté připojeny k pulznímu generátoru, který se obvykle implantuje pod kůži na břicho a následně ho lze pomocí dálkového ovládání elektricky modulovat. Po implantaci elektrody do epidurálního prostoru byla s využitím EMG ověřena optimální poloha, aby bylo možné stimulovat vybrané páteřní segmenty. Po operaci se začalo s mapováním svalové odezvy těchto svalů: m. iliopsoas (IL), m. gluteus maximus (GL), m. rectus femoris (RF), m. vastus lateralis (VL), mediální hamstringy (MH), m. tibialis anterior (TA), m. triceps surae – m. soleus (SOL), m. gastrocnemius medialis (GM). Cílem bylo nastavit stimulační programy primárně pro stimulaci svalových skupin na dolních končetinách, aby byly možné izolované pohyby do flexe a extenze ve všech kloubech.

#### **4.1.2.4 Průběh terapie**

Terapie probíhala po dobu 9 měsíců (od června 2023 do února 2024) a byla zahájena ihned následný den po operaci. Nejprve bylo nutné pomocí poly-EMG optimalizovat stimulační parametry, jako byla intenzita, amplituda, frekvence a poloha stimulace, aby bylo možné individuálně nastavit lokomoční trénink. Trénink byl založený na bázi střídavého zapínání a vypínání stimulátoru, ve kterém bylo přednastaveno 15 stimulačních programů pro jednotlivé pohybové vzory v kotníku, kolenním a kyčelním kloubu. Celková doba stimulace každodenního tréninku trvala přibližně 3-4 hodiny. V počáteční fázi terapie probíhala vleže na zádech, kdy měl jedinec za úkol opakovaně stimulovat a inhibovat každý sval šestkrát po dobu 30 sekund, s cílem zvýšit jejich aktivitu a připravit je na větší zátěž a následnou vertikalizaci ze sedu do stoje. Jakmile

bylo dosaženo určité úrovně kontroly a svalové síly, začalo se se stimulací i v sedě a s postupným zlepšováním stability a síly se postupně přešlo k vertikalizaci do stoje. Trénink ve stoji ze začátku probíhal za využití vysokého chodítka a podpory dvou fyzioterapeutů. Jeden fixoval pánev, aby byla v neutrálním postavení a byla zajištěna lepší stabilita a druhý přidržoval kolena a napomáhal je protlačit do extenze, aby nedocházelo k jejich krčení. S postupným pokrokem a zlepšením schopnosti jedince udržet rovnováhu se postupně snižovala potřeba podpory. Trénink ve stoje následně pokračoval s nižším chodítkem s podporou jednoho fyzioterapeuta až se došlo do fáze, kdy nebyla potřeba pomoci jinou osobou a jedinec se zvládl dostat do stoje samostatně pouze za využití opory v chodítku. Po devíti měsících intenzivní terapie dokázal proband stát po dobu 220 sekund. Jedinec se taktéž každý týden účastnil pravidelné kontroly pod dohledem lékaře na Klinice rehabilitace 2. LF UK a FN Motol, kde probíhalo testování délky a kvality stoje, zhodnocení celkového stavu jedince a v případě potřeby byly upraveny jednotlivé stimulační parametry pro dané pohyby. Současně s tréninkem motorických funkcí byly nastaveny i programy nízké intenzity pro ovlivnění autonomních funkcí. Tato komplexní terapie měla za cíl maximalizovat funkční nezávislost a zlepšit celkovou kvalitu života jedince.

#### **4.1.3 Provedení vyšetření/ošetření/měření/dotazování**

Vyšetření byla provedena pod dohledem odborného personálu, a to celkem čtyřikrát. Před implantací elektrody v květnu 2023, po cca třech a šesti měsících intenzivního lokomočního tréninku a na konci studie v únoru 2024 tedy po devíti měsících sledování.

Vstupní a výstupní vyšetření se skládalo ze sady klinických testů a dotazníkového šetření, které se provádí běžně před a po implantaci a postupovalo se podle opakovaně popsanych postupů v literatuře.

V rámci fyzioterapeutického vyšetření bylo provedeno pravidelné hodnocení spasticity pomocí SCI-SET a modifikované Ashwortovy škály,



test trupové stability a hodnocení neurologického stavu dle škály ISNCSCI. Dále se sledovalo možné ovlivnění autonomních funkcí, pro které se využily standardizované dotazníky jako např. NBSS hodnotící funkci močového měchýře či NBDS k určení funkce střev. Pro zhodnocení kvality života a celkové spokojenosti byl využit dotazník WHOQOL-BREF a IIEF-5 hodnotící spokojenost spojenou s kvalitou sexuálního života. Rovněž byla měřena doba stání s oporou a bylo použito poly-EMG, které nám umožnilo zhodnotit motorickou odezvu během zapnuté stimulace.

Kromě toho bylo také provedeno urodynamické vyšetření, spirometrie, denzitometrie či vyšetření somatosenzorických potenciálů. V rámci vyšetření účastník podstoupil i vstupní a výstupní magnetickou rezonanci. Každé z měření trvalo přibližně 60 minut. Všechny dotazníky a testy byly vybrány tak, aby přesně zaznamenaly veškeré změny jak senzomotorických, tak i autonomních funkcí.

#### **4.1.3.1 Klinické testy**

##### **POLY-EMG**

Pro hodnocení motorické odpovědi na obou dolních končetinách bylo použito poly-EMG, které umožnilo zhodnotit aktivitu z těchto svalů: m. iliopsoas, m. gluteus maximus (GL), m. rectus femoris (RF) m. vastus lateralis (VL), mediální hamstringy (MH), m. tibialis anterior (TA), m. triceps surae – m. soleus (SOL), m. gastrocnemius medialis (GM).

Jedná se o pokročilejší techniku běžné povrchové elektromyografie. Elektrody se rovněž přikládají na kůži nad svalem, ale umožňují měřit elektrickou aktivitu více svalů nebo svalových skupin současně. Jedna elektroda je tzv. aktivní a umísťuje se nad aktivní oblast svalu, který vytváří elektrické změny a druhá elektroda se přikládá nad elektricky málo aktivní oblast a označuje se jako referenční.

Pomocí poly-EMG se hodnotí změna napětí elektrody aktivní vůči referenční. Je-li oblast pod aktivní elektrodou vůči oblasti pod referenční nabitá

záporně, zaznamenává se na monitoru křivka nahoru a opačně, při kladném náboji jde vlna dolů. Při stejném napětí obou elektrod se objeví přímka, nazývaná tzv. bazální linie (Dufek, 1995).

### **TEST TRUPOVÉ STABILITY**

Dále se vyšetřovala stabilita v sedě, pro kterou byl využit test trupové stability. Tento test slouží k určení kvality sedu a u osob s míšňí lézí je důležitý pro posouzení funkčnosti jejich svalů (břišňích a zádových) a koordinace pohybu. V rámci testování se hodnotila statická a dynamická rovnováha a dynamická rovnováha se zapojením horních končetin do aktivity (jako je dosahování a uchopování). Test obsahuje 13 položek, kdy je pacient hodnocen za každou 0-2 a může dosáhnout výsledného skóre od 0-24 bodů.

### **MAS (Modifikovaná Ashworthova škála)**

Pro hodnocení svalové spasticity byla použita modifikovaná verze původní Ashworthovy škály (MAS), která měří odpor svalu během pasivního pohybu končetinou a určuje skóre od 0 do 4, kde 0 znamená normální svalový tonus a 4 značí maximální svalovou spasticitu.

### **ISNCSCI**

Ke stanovení neurologického stavu jedince byl použit formulář ISNCSCI, což je zkratka pro International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury, a v překladu znamená Mezinárodní standardy pro neurologickou klasifikaci poranění míchy. Hodnocení zahrnuje určení úrovně páteře, kde došlo k poškození míchy tzv. Neurological Level of Injury – NLI a stupeň závažnosti tzv. ASIA Impairment Scale – AIS na stupnici od A (úplné poškození) do E (normální neurologická funkce). Podrobnější informace viz. kapitola 4.1.4 Klasifikace míšňích lézí dle ISNCSCI.

U účastníka studie se z vyšetření určila úroveň poškození v oblasti Th4 a byl zařazen do skupiny AIS A tedy kompletní míšňí léze.

Dalšími klinickými testy byla např. spirometrie, která se využívá k hodnocení funkčnosti respiračního systému. Umožňuje změřit plicní objemy při statické i dynamické zátěži a pomocí výsledné křivky určit souvislost mezi průchodem vzduchu do dýchacích cest a objemem vzduchu po usilovném nádechu a výdechu (Kříž J., 2009).

#### **4.1.3.2 Dotazníkové šetření**

##### **SCI-SET (Spinal Cord Injury Spasticity Evaluation Tool)**

Tento dotazník se použil k hodnocení, do jaké míry spasticita ovlivnila každodenní činnosti jedince za posledních 7 dní. Skládá se z 35 položek a odpovědi jsou na 7 bodové škále, která se pohybuje od -3 (extrémně problematické) do +3 (extrémně výhodné).

##### **WHOQOL-BREF**

K hodnocení kvality života a celkové spokojenosti se využil dotazník WHOQOL-BREF, který je zkrácenou verzí pro hodnocení subjektivního vnímání kvality života lidí, vydaný Světovou zdravotní organizací. Skládá se z 26 otázek, které pokrývají čtyři hlavní oblasti života jako je fyzické zdraví, psychické zdraví, sociální vztahy a životní prostředí.

##### **NBSS/ NBDS**

Dalším nástrojem, který byl použitý k hodnocení spokojenosti s vlastní životní situací byl NBSS (Neurogenic Bladder Symptom Score), sledující symptomy neurogení dysfunkce močového měchýře a NBDS (Neurogenic Bowel Dysfunction Score), hodnotící neurogení střevní dysfunkce.

##### **IIEF-5**

K hodnocení kvality sexuálního života a určení úrovně sexuální dysfunkce byl použit dotazník IIEF-5 (5položková verze mezinárodního indexu erektilní funkce). Skládá z 5 otázek s maximálním skóre 25 bodů.

## **ADFSCI**

Pro hodnocení závažnosti a frekvence symptomů autonomní dysreflexie byl využit dotazník ADFSCI. Dotazník ADFSCI má 4 části, v první části se zabývá míšním poraněním, uvádí se zde úroveň léze, její kompletnost a stupeň dle ISNCSCI (International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury), ve druhé části je zaznamenávána medikace, ve třetí části se dotazník věnuje symptomům autonomní dysreflexie a čtvrtá část je pak věnována hypotenzi.

### **4.1.4 Použité nástroje a metody pro analýzu dat**

Veškerá data byla zaznamenána a zpracována pomocí počítačového softwaru Microsoft Excel 2016.

## 4.2 Výsledky

Shromážděná data jsou hromadně zaznamenána v tabulce č.2 a dále jsou jednotlivě popsány a zpracovány do přehledných grafů. Jsou zde uvedené výsledky, do jaké míry epidurální míšní stimulace ovlivnila vnímání a pohyblivost dolních končetin, autonomní nervový systém, trupovou stabilitu, spasticitu a celkovou kvalitu života jedince.

**Tabulka č.2: shrnutí výsledků – před a po implantaci**

měsíc vyšetření	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stoj					20	104		220		218
SCI-SET	-23			-13			-12			-8
Test trupové stability	16			16			16			16
Škála neuropatických bolestí	60			38			36			34
WHOQOL fyzické zdraví	20			22			22			26
WHOQOL prožívání	21			20			22			19
WHOQOL sociální vztahy	11			13			11			11
WHOQOL životní prostředí	31			30			30			30
NBSS	19			18			13			11
NBDS	14			14			11			14
IIEF-5	9			9			10			10
ADFSCI	77			60			30			44
Spirometrie	4,66			4,31			4,00			4,11

\*stoj zaznamenán v sekundách

V tabulce č.2 jsou uvedeny všechny parametry, které se po dobu devíti měsíců sledovaly. Vyšetření proběhlo čtyřikrát – před implantací elektrody (tj. nultý měsíc kontroly), kde jsou zaznamenány vstupní hodnoty. Dále po třech a šesti měsících pravidelného lokomotorického tréninku (tj. 3. a 6. měsíc kontroly) a na konci studie (tj. 9. měsíc kontroly). Z tabulky je patrné, že po terapii došlo ke zlepšení mezi vstupními a výstupními hodnotami téměř u všech měřených ukazatelů. Pouze u testu trupové stability a dotazníku pro hodnocení neurogení dysfunkce střev zůstaly hodnoty na konci studie konstantní.

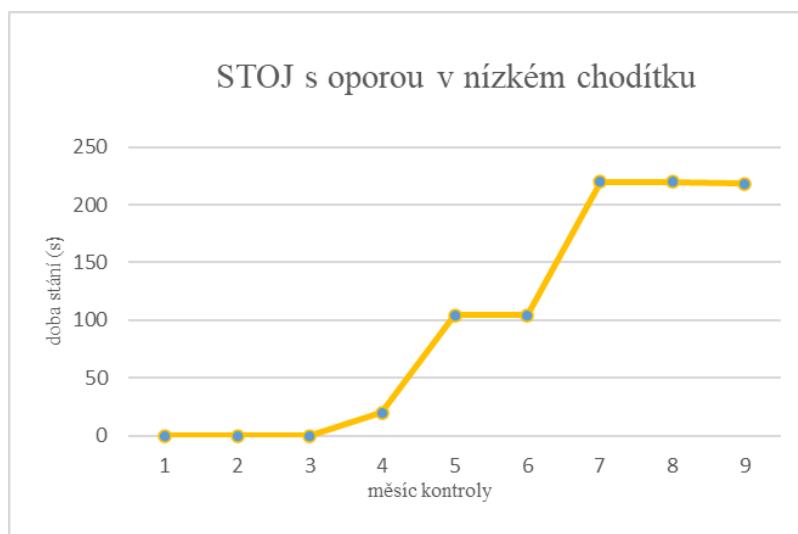
Prázdná šedě vybarvená políčka značí, že v daný měsíc neproběhlo žádné kontrolní měření. Pro hodnocení se použila sada klinických testů a dotazníkového šetření (viz. kapitola 4.1 metodika).

V každém grafu jsou na vodorovné ose uvedeny měsíce (0 - vstupní vyšetření, 9 - výstupní vyšetření), v nichž se konalo kontrolní vyšetření a na svislé ose jsou konkrétní hodnoty či počet bodů dosažených v jednotlivých testech či dotaznících.

#### 4.2.1 Stoj

Graf č.1 představuje postupný vývoj doby po kterou byl jedinec schopen samostatně stát v nízkém chodítku. Pro záznam hodnot byl použit spojnicový graf.

*Graf č.1 hodnocení stoje v nízkém chodítku*



Před operací nevykazoval jedinec žádnou schopnost volního pohybu na dolních končetinách ani samostatný stoj. Podle grafu č.1 byl první stoj zaznamenán již po třech měsících intenzivního lokomotorického tréninku, kdy byl jedinec schopen při zapnuté stimulaci se sám postavit ze sedu do stoje, a to pouze za využití opory v nízkém chodítku, v němž vydržel stát po dobu 20 sekund. Další měsíc se doba prodloužila na 104 sekund. Z grafu je jednoznačně viditelné, jak se doba ve stoji každým měsícem prodloužovala. V 6 a 8 měsíci neproběhlo

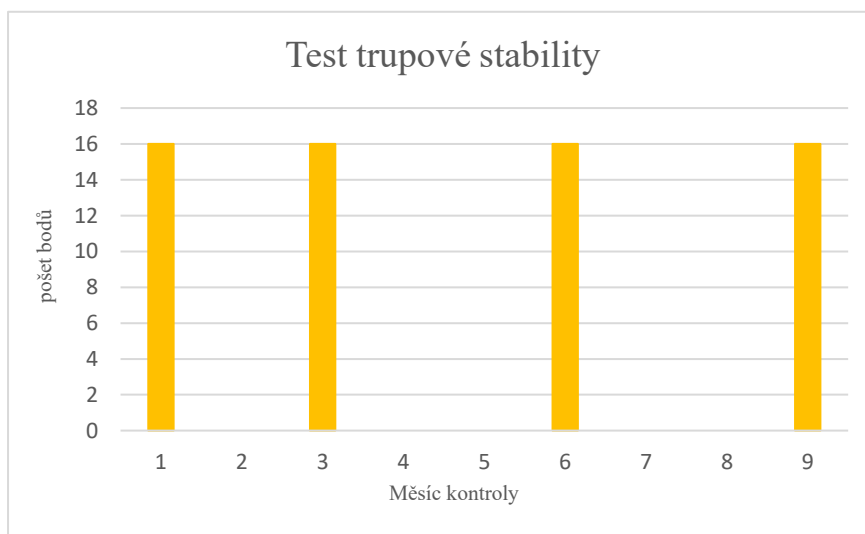
kontrolní testování stoje a z toho důvodu je doba stání oproti předchozímu měsíci beze změny. Na konci studie tedy po 9 měsících stimulace, dosahovala délka stoje v nízkém chodítku téměř 4 minuty. Rovněž bylo prokázáno lepší držení těla, postavení pánve, pokrčení kolen, a i sám jedinec udával pocit větší síly a jistoty v nohách. Taktéž se snížila potřebná opora o horní končetiny.

V průběhu studie se zkoušeli i různé kombinace programů, jako je například stoj na jedné noze. Pokus byl však zatím neúspěšný, kvůli softwarovým omezením stimulátoru a nedostatečné svalové síle dolních končetin.

#### 4.2.2 Test trupové stability

I přesto, že došlo k částečnému obnovení motorických funkcí na dolních končetinách, tak v rámci testování trupové stability nedošlo ke zlepšení bodového hodnocení.

Graf č.2 hodnocení trupové stability



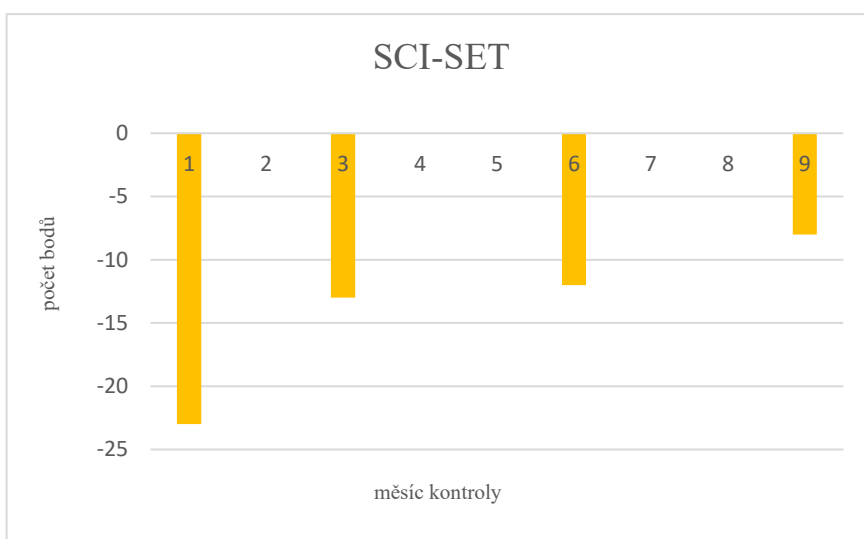
Z grafu č.2 je zřejmé, že eSCS neměla zatím vliv na trupovou stabilitu. Jak před zahájením stimulace, tak i po devíti měsících terapie se bodová škála pohybovala na konstantních 16 bodech. I když nedošlo v rámci testování k viditelným změnám, tak jedinec udával subjektivní zlepšení ve vnímání vlastního těla. Také udával lepší stabilitu v sedě i v rámci cvičení

s fyzioterapeutkou. Byla rovněž zlepšena celková stabilita pánve, aktivita břišních svalů a snížena bederní lordóza.

### 4.2.3 SCI-SET

Po devíti měsících od zahájení stimulace byl jedinec podroben opakovanému hodnocení pomocí dotazníku SCI-SET (Spinal Cord Injury Spasticity Evaluation Tool), které ukázalo významné zlepšení celkového stavu.

*Graf č.3 hodnocení vlivu spasticity na každodenní činnosti*



Na grafu č.3 je viditelné, že se příznaky spasticity, ovlivňující určitou oblast života, postupně každý měsíc zlepšovaly. Již po třech měsících od začátku terapie se původní hodnota -23, která naznačovala vysokou míru problematiky ve všech klíčových oblastech, změnila o 10 bodů. S každým dalším vyšetřením se dále míra problematiky pozitivně posouvala až k hodnotě -8 po devíti měsících sledování.

Tento pozitivní posun naznačuje, že jedinec vykazuje výraznější schopnost vykonávat každodenní aktivity a získávat nezávislost. Konkrétně se to projevuje lepší schopností pohybu, péčí o sebe, mobilitou a sociální interakcí. Tento výsledek potvrzuje pozitivní vliv eSCS a přináší naději dalšího zlepšení a zvýšení nezávislosti.



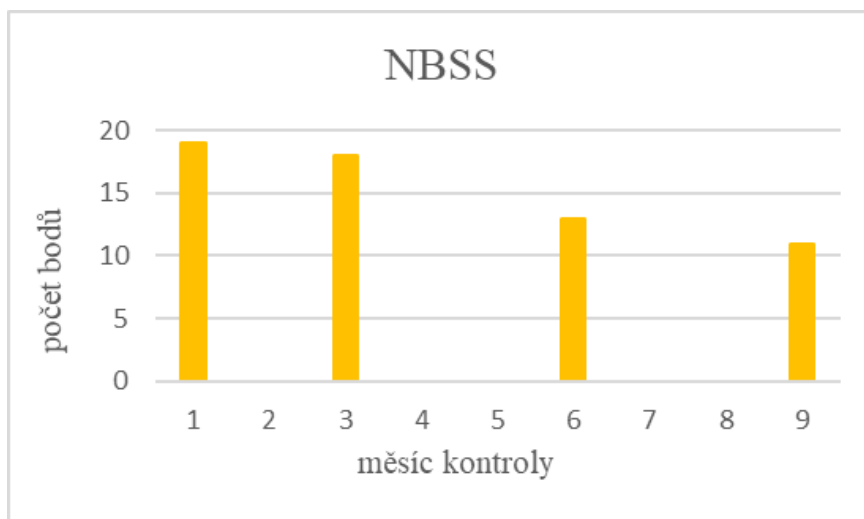
Pro hodnocení svalové spasticity byla také využita modifikovaná Ahworthova škála. Již dříve se u ostatních probandů pilotního projektu dokázalo pozitivně zlepšit celkové skóre spasticity. U námi sledovaného jedince se však ani při vstupním vyšetření nezaznamenala významná míra spasticity, a proto jsou výsledky tohoto hodnocení neprůkazné.

Spolu se zlepšením lokomotorických funkcí došlo i ke zlepšení autonomních funkcí, jako je například vyprazdňování močového měchýře, motilita střev či sexuální funkce.

#### 4.2.4 NBSS

Dotazník NBSS (Neurogenic Bladder Symptom Score) byl využit v rámci hodnocení do jaké míry se za pomoci epidurální míšní stimulace ovlivnila schopnost vyprazdňování močového měchýře. Skládá se z 24 otázek a může v něm být dosaženo maximálního počtu 74 bodů.

*Graf č.5 hodnocení neurogenního močového měchýře*



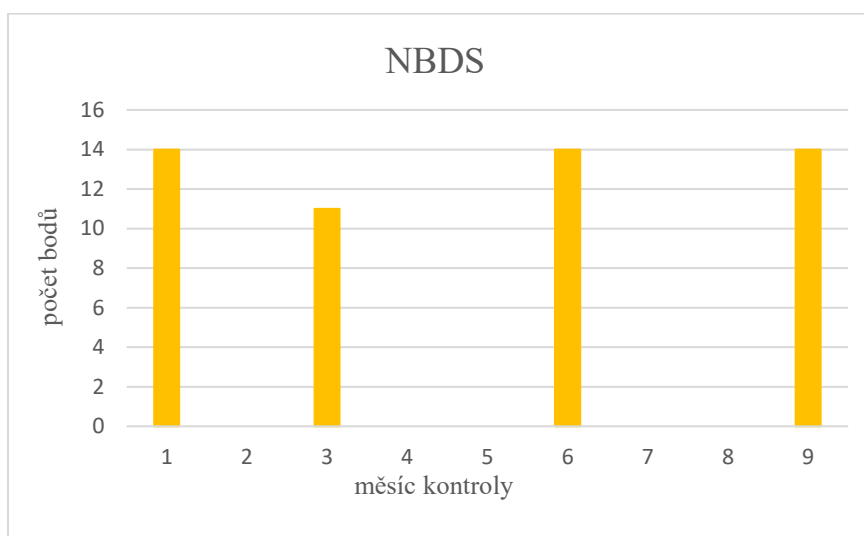
Na grafu č.5 jsou zaznamenány výsledky každého kontrolního vyšetření. Před zahájením stimulace, v rámci vstupního vyšetření, bylo dosaženo 19 bodů. Jak je vidět z grafu, tak se každým měsícem jednotlivé hodnoty snižovaly. Na konci studie, v rámci výstupního vyšetření, se toto skóre snížilo na 11 bodů.

Tyto výsledky nám potvrzují pozitivní účinek eSCS na autonomní nervový systém a možnost, jak zlepšit vnímání a ovládání močového měchýře.

#### 4.2.5 NBDS

Také byl použit dotazník pro hodnocení neurogení dysfunkce střev. Celkové hodnocení je mezi 0 až 47 body.

*Graf č.6 hodnocení neurogení dysfunkce střev*



Z grafu č.6 je zřejmé, že se za celé sledované období jednotlivé hodnoty téměř nelišily a dosahovaly celkového počtu 14 bodů, což značí střední závažnost střevní dysfunkce. Pouze v rámci kontroly ve 3 měsíci se hodnota snížila na 11 bodů. Na konci studie ale není zatím možné pozorovat výraznější zlepšení.

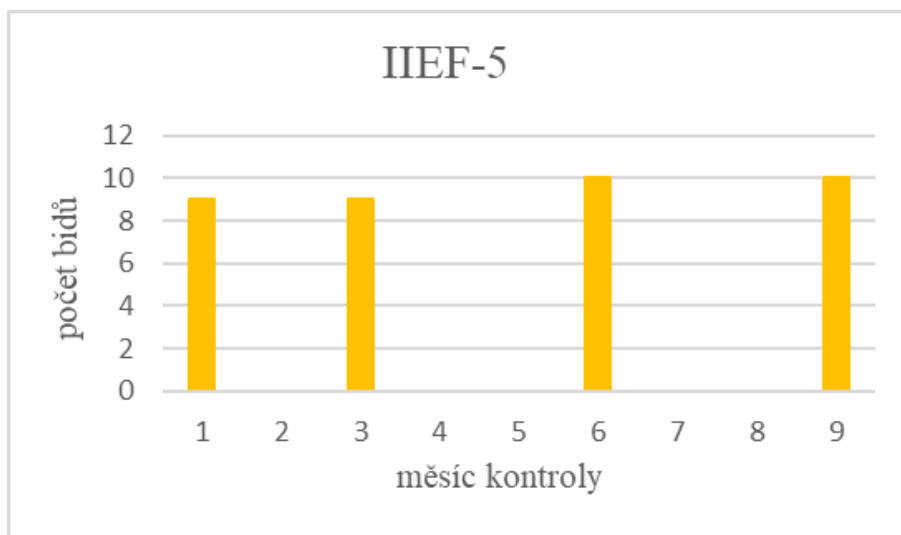
Dle studií by však do budoucna mohlo dojít ke snížení frekvence močové i střevní inkontinence (Kandhari et al., 2022).

#### 4.2.6 IIEF-5

Ve studii v rámci, které vznikla tato bakalářská práce, se poprvé publikovaly výsledky dvou jedinců, u kterých se pomocí eSCS podařilo ovlivnit schopnost ejakulace a zmírnit ejakulační dysfunkci (Rybka et al., 2023). I přesto, že v naší studii jedince hlásil subjektivní zlepšení, tak v rámci dotazíku IIEF-5 (International Index of Erectile Function), který hodnotí kvalitu sexuálního života

a sexuální dysfunkce, se nepodařilo zaznamenat viditelné zlepšení v bodovém hodnocení. Dotazník se přímo zaměřuje na erektilní funkce a kvůli kaudalnějšímu umístění erektilních center pod úroveň stimulované míchy, je velmi obtížné pomocí eSCS tyto centra ovlivnit.

*Graf č.7 hodnocení kvality sexuálního života a sexuální dysfunkce*

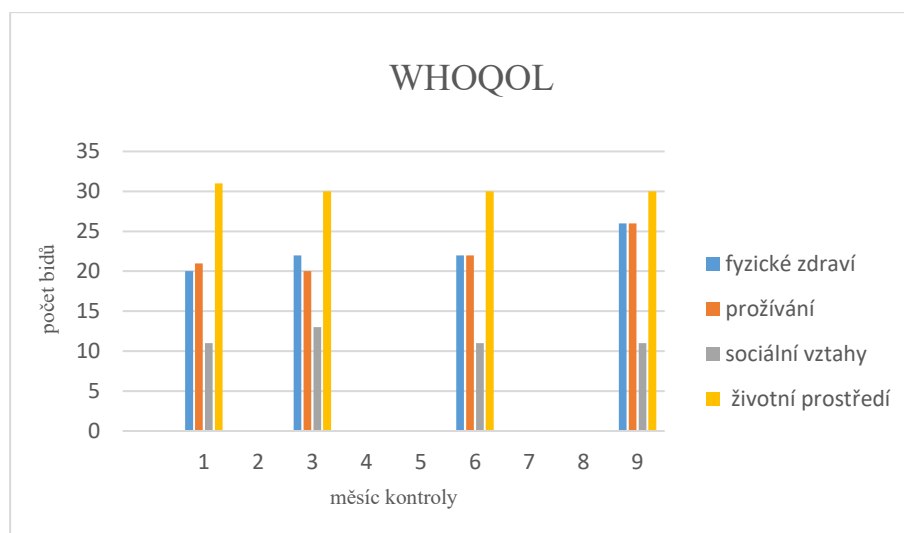


Na grafu č.7 je vidět, že se skóre dotazníku IIEF-5 zvýšilo z 9 bodů před zahájením stimulace na 10 po devíti měsících terapie.

#### 4.2.7 WHOQOL-BREEF

Pozitivních výsledků bylo dosaženo i u dotazníku WHOQOL-BREEF, který hodnotí celkovou kvalitu života.

Graf č.8 hodnocení kvality života

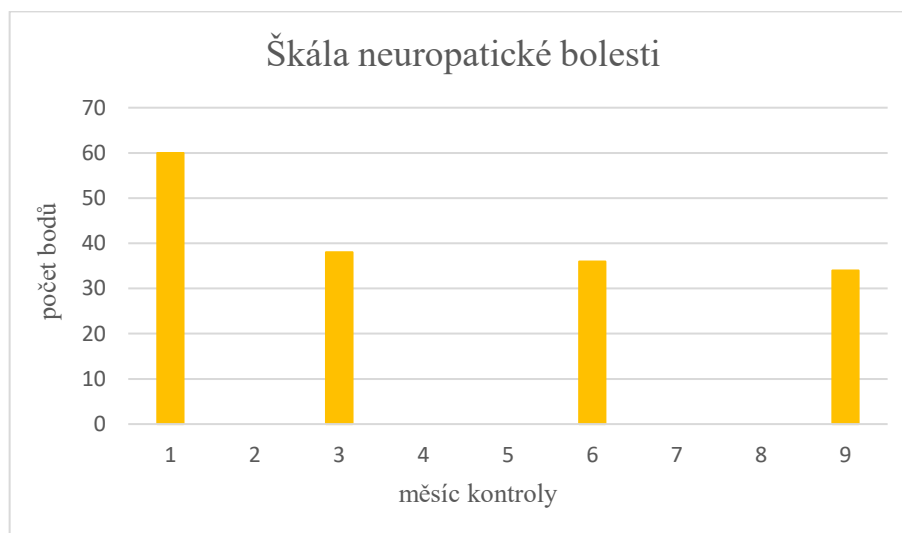


Na grafu č.8 jsou zaznamenány 4 základní oblasti, které se v rámci dotazníku sledují. Týkají se fyzického zdraví, prožívání, sociálních vztahů a životního prostředí. Největší zlepšení bylo zaznamenáno v oblasti fyzického zdraví (na grafu značené modrou barvou), kdy se počet bodů zvýšil z původních 20 na 26 a prožívání (na grafu značené oranžovou barvou), kdy se počet bodů navýšil z 21 na 26. U zbývajících dvou kritérii, které se pomocí dotazníku sledují, nedošlo k výraznějším změnám. Z jedním možných důvodů, je nedostatečně dlouhá doba, po kterou byl jedinec sledován.

#### 4.2.8 Škála neuropatické bolesti

Kromě zlepšení senzomotorických a autonomních funkcí, se rovněž dokázalo ovlivnit neuropatické bolesti. To mělo velmi pozitivní vliv na každodenní činnosti a pohodu jedince.

*Graf č.9 hodnocení neuropatických bolestí*

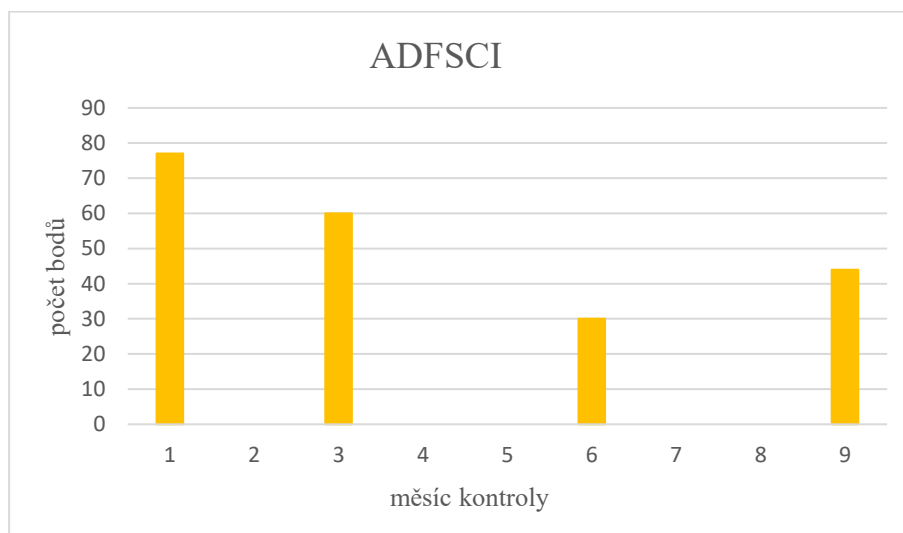


Z grafu č. 9 je patrné, že se před implantací škála bolesti pohybovala na hodnotě 60 bodů. Po devíti měsících terapie však poklesla téměř o polovinu na 34 bodů, z čehož vyplývá viditelné zlepšení. V momentě, kdy byl stimulátor aktivován, bylo dosaženo přibližně 40 až 50% snížení neuropatických bolestí.

#### 4.2.9 ADFSCI

Pro hodnocení závažnosti a frekvence symptomů autonomní dysreflexie byl využit dotazník ADFSCI (autonomic dysfunction following spinal cord injury) s rozsahem od 0 do 204 bodů.

*Graf č.10 hodnocení závažnosti a frekvence symptomů autonomní dysreflexie*



Při vstupním vyšetření se naměřila hodnota 77 bodů a na konci studie se snížila na výsledné skóre 44 bodů. Z grafu č.10 je tedy zřejmé, že i v rámci tohoto dotazníku došlo k výraznému zlepšení celkového bodového hodnocení.

## 5 DISKUZE

Výzkum probíhal na Klinice rehabilitace 2.LF UK a FN Motol a byl součástí již probíhající pilotní studie, zaměřující se na hodnocení efektu epidurální míšní stimulace na senzomotorické a autonomní funkce u 3 pacientů s chronickou hrudní míšní lézí. Do naší studie byl vybrán pouze jeden 32letý jedinec s kompletní míšní lézí v oblasti T3, který absolvoval vyšetření po dobu 9 měsíců.

Tato práce je zaměřena na využití epidurální míšní stimulace (eSCS) k ovlivnění motorických a autonomních funkcí. Zkoumalo se, zda je možné po implantaci elektrody stimulovat jednotlivé segmenty v oblasti lumbosakrální míchy, které by umožnily navrátit dobrovolné pohyby dolních končetin a následně stoj. Rovněž se za využití sady klinických testů a dotazníků sledoval vliv na autonomní nervový systém, spasticitu, trupovou stabilitu či kvalitu života.

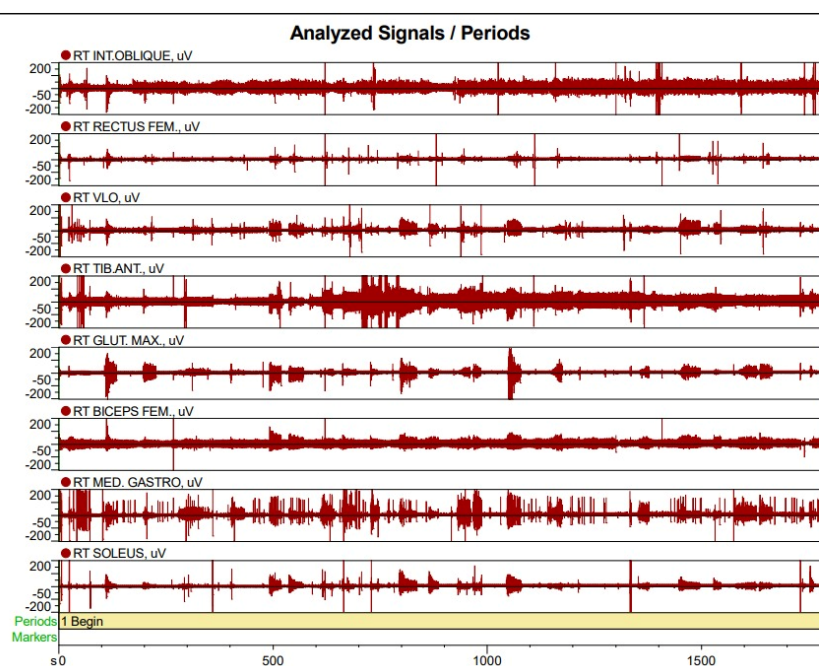
Při kompletním SCI dochází k narušení sestupných drah, což vede k přerušení interakce s mozkem a přijímání důležitých informací. Důsledkem je pak trvalá paralýza svalů a pod úrovní léze dochází k úplné ztrátě schopnosti ovládat veškeré motorické funkce a přijímat jakoukoli senzitivní informaci vedoucí z kůže, šlach a svalů. Tato ztráta následně představuje výrazné omezení ve vnímání a ovládnutí vlastního těla (Arber S., Costa R., 2018; Courtine & Sofroniew, 2019). Kromě toho se u jedinců s SCI vyskytuje autonomní dysfunkce jako je ovládnutí močového měchýře a střev, kardiovaskulární poruchy (ortostatická hypotenze nebo autonomní dysreflexie) či neuropatické bolesti, které navíc ovlivňují kvalitu života (Weidner N. et al., 2017).

Tento výzkum vychází z výsledků a poznatků předchozích studií (viz. kapitola 2.4.4. současný stav bádání), které naznačují potenciál eSCS a její možnost ovlivnit motorické a autonomní funkce u jedinců po poškození míchy.

V rámci cílů bakalářské práce byly stanoveny čtyři základní hypotézy. První hypotéza se týkala obnovení senzomotorických funkcí dolních končetin. a zněla takto: „*Implantace epidurálního míšního stimulatoru v kombinaci*

s intenzivním lokomotorickým tréninkem povede k obnovení senzomotorických funkcí dolních končetin pod úrovní neurologické léze.“ Dle našich výsledků se tato hypotéza potvrdila a efekt eSCS na motorické funkce dolních končetin byl pozorován již po pár týdnech každodenního intenzivního lokomotorického tréninku, který byl založený na bázi střídavého zapínání a vypínání stimulatoru, ve kterém bylo přednastaveno 15 stimulačních programů pro jednotlivé pohybové vzory v kotníku, kolenním a kyčelním kloubu. Pozitivní vliv nám potvrzují i záznamy z poly EMG vyšetření, kde se zaznamenala (vyšší) aktivita jednotlivých svalů, jako je m. iliopsoas, m.gluteus maximus (GL), m.rectus femoris (RF) m.vastus lateralis (VL), mediální hamstringy (MH), m.tibialis anterior (TA), m. triceps surae – m.soleus (SOL), m.gastrocnemius medialis (GM). Výsledky nám rovněž potvrzují viditelné zlepšení trofiky, a i sám jedinec hlásil pocitové zlepšení ve vnímání vlastních nohou a jejich síly.

**Obrázek č.3: Záznam EMG při zapnuté stimulaci v rámci výstupního vyšetření (29.1.2024)**





Již dříve se ukázalo, že epidurální elektrická stimulace míšních segmentů v oblasti bederní a křížové míchy umožňuje modulaci konkrétních motorických skupin dolních končetin (Capogrosso et al., 2013; Wenger et al., 2014). Garcia ve své studii udává, že elektrická stimulace může modulovat páteřní síť pod poraněním, a tím zlepšit interakci s motorickou kůrou zvýšením spinální excitability, zprostředkované stimulací senzoryckých aferentací ze supraspinálních center (García M. et al., 2020). Stejně tak (Angeli et al., 2014) prokázali, že neuromodulace podprahovou hodnotou způsobí excitabilitu lumbosakrálních páteřních okruhů, což vede k obnovení volního pohybu. Pozitivní výsledky prezentuje u čtyř ze čtyř jedinců s kompletní míšní lézí.

Na první hypotézu navázala druhá, v rámci, které se předpokládalo, že znovuobnovená hybnost pod úrovní léze bude mít funkční využití (například v obnovení stoje nebo chůze) a zněla takto: „*Implantace epidurálního míšního stimulatoru v kombinaci s intenzivním lokomotorickým tréninkem povede k dosažení samostatného stoje* „. Aby se dosáhlo samostatného stoje, bylo klíčové právě obnovení volní kontroly dolních končetin. V momentě, kdy bylo dosaženo určité úrovně kontroly a svalové síly, začalo se s vertikalizací do stoje. Již po 3 měsících stimulace byl zaznamenán první samostatný stoj, a to pouze s oporou v nízkém chodítku. Jedinec byl schopný při zapnuté stimulaci stát po dobu 20 sekund. Každý další měsíc se čas prodlužoval a na konci studie vydržel stát téměř 4 minuty. I druhá hypotéza se tedy potvrdila a navázala na řadu klinických studií, které v posledních letech publikovaly pozitivní účinky epidurální elektrické míšní stimulace (eSCS) na částečnou obnovu senzomotorických funkcí u lidí s nekompletní SCI. Je pozoruhodné, že dokonce i u lidí s chronickým kompletním SCI, prokázala eSCS možnost alespoň částečně obnovit funkci dolních končetin. Bylo zjištěno, že intenzivní lokomotorický trénink v kombinaci s epidurální míšní stimulací zlepšuje nebo obnovuje volní kontrolu pohybu dolních končetin, samostatně stát a chodit i u jedinců s chronickou SCI (Angeli et al., 2014; Wagner et al., 2018; Harkema et al., 2011; Lorach et al., 2023). Navíc nedávné výzkumy prokázaly, že epidurální stimulace

může obnovit také volní pohyb pod úrovní klinicky kompletní míšní léze (Choi et al., 2021; Peña Pino et al., 2020).

Kandhari et al, 2022 dokonce publikovali, že se díky stimulaci podařilo zlepšit i neurologická závažnost léze ze stupně AIS A na AIS C (Kandhari et al., 2022).

Nečekaně však klinická hodnocení také ukázala zlepšení dalších fyziologických funkcí včetně močového měchýře, sexuální funkce a regulace teploty. Jedním z možných vysvětlení tohoto zotavení je, že zbytková supraspinální spojení, která existovala, byla reaktivována nebo že se vytvořila nová supraspinální spojení s páteřními sítěmi (S. J. Harkema et al., 2018).

Díky těmto zjištěním byla stanovena naše třetí hypotéza, která zněla: *„Implantace epidurálního míšního stimulatoru bude mít pozitivní vliv na spasticitu a autonomní nervový systém.“* I v našem případě měla kombinace eSCS s lokomotorickým tréninkem vedle motorických funkcí vliv i na autonomní nervový systém, jako je funkce močového měchýře a střev, regulaci krevního tlaku, sexuální funkce a v neposlední řadě spasticitu. Potvrzením této hypotézy nám jsou výsledky z dotazníků jako je např. SCI-SET, NBSS, NBDS či IIEF. V každém z nich se zlepšilo bodové hodnocení v porovnání před a po implantaci, což mělo následně i pozitivní vliv na celkovou kvalitu života jedince.

Tyto výsledky jsou v souladu s pozorováním z předchozích studií. Nedávno bylo zjištěno, že u jedinců s dysfunkcí sympatického nervového systému může specificky nastavená eSCS stabilizovat krevní tlak (Rybka et al., 2023). Dále bylo mnohokrát zaznamenáno i zlepšení funkce močového měchýře. (Herrity et al., 2018) uvedli u pěti jedinců pozitivní vliv stimulace na schopnost močit. V jiné studii (Walter et al., 2018) zjistili účinek eSCS na dolní močové cesty a funkci střev u jedince s motorickým kompletním SCI. Navíc účastník udával zlepšení vnímání vyprazdňování a sníženou frekvenci inkontinence moči i stolice (Kandhari et al., 2022).

Čtvrtá hypotéza se zaměřila na trupovou stabilitu a zněla: „*Implantace epidurálního míšního stimulatoru bude mít pozitivní vliv na zlepšení trupové stability.*“ I přesto, že se tato hypotéza nepotvrdila, jelikož po ukončení studie zůstalo bodové skóre na stejné hodnotě, bylo pozorováno subjektivní zlepšení ve vnímání vlastního těla a stability v sedě i v rámci cvičení s fyzioterapeutkou. Byla rovněž zlepšena celková stabilita pánve, zapojení břišních svalů a snížena bederní lordóza.

Většina výzkumů sledující eSCS jsou zatím tzv. případovou studií, a proto jsou výsledky doposud omezené a získané jen z malého vzorku probandů. Avšak jak bude výzkum v této oblasti pokračovat, bude postupně dostatek dat pro následné větší studie a metaanalýzy, které vnesou do této problematiky více světla a porozumění principům míšních stimulací do větších detailů a konkrétností. Je třeba si uvědomit, že se opravdu zatím jedná o pilotní projekty a do budoucna je jistě třeba vyvíjet metodiky designů studií, které by byly schopné hodnotit sledované parametry u více jedinců, a tak poskytovaly ucelený soubor dat z dané oblasti. Jedná se však o velice náročný úkol, jelikož každá míšní léze je velice specifická a individuální a je k ní třeba také v terapii přistupovat. Proto je hledání univerzálně účinných léčebných postupů u tohoto typu poranění poměrně obtížné

Celkově lze však říci, že naše studie poskytuje cenné poznatky o využití epidurální míšní stimulace a jejích možnostech ovlivnění senzomotorických a autonomních funkcí u jedinců s kompletním poškozením míšní lézí. Tyto poznatky mají velký potenciál posunout léčebné postupy a zlepšit tak celkovou kvalitu života a funkční nezávislost.

## 5.1 Limity studie

I přes velké množství pozitivních výsledků má tato metoda i své určité limity. Jedním z limitů, které byly zaznamenány je možnost stimulovat pouze vybrané segmenty míchy a ovlivnit tak jen omezené množství funkcí. Aby mohlo dojít k ovlivnění motorických funkcí dolních končetin, je potřeba zvolit ideální oblast pro umístění elektrody. Z předchozích studií vyplývá, že nejvhodnější oblastí pro stimulaci je úroveň míšního konu, tedy segmenty L1-S1 (Mesbah et al., 2021). Limitujícím faktorem je tedy i heterogenita anatomie míchy a zranění každého jedince. Z tohoto důvodu je důležité ke každému jedinci přistupovat individuálně a pro každého vybrat vhodné stimulační parametry, jako je frekvence, umístění elektrody či jiná nastavení, aby se dosáhlo efektivního využití eSCS (Donovan et al., 2021).

Významným limitem se ukazují samozřejmě i softwarové možnosti stimulatoru, které umožňují pouze omezené sekvenční programy, což následně může ovlivnit lokomoční trénink jako je vertikalizace a nácvik stoje. S tím bezpochyby souvisí i následná omezení v možnosti izolovat jednotlivé pohyby. Při stimulaci jednoho míšního segmentu dochází k aktivaci všech svalů inervovaných z tohoto segmentu. Nedochází k účinné reciproční inhibici a koordinaci mezi agonisty a antagonisty, což může vést k situacím, kdy jsou například souběžně aktivovány svaly musculus gluteus maximus a hamstringy a tím následně dochází k složitějšímu nastavení extenze v kyčelním kloubu.

Dále může být problémem nutnost chirurgického zákroku v oblasti páteřního kanálu, kam je elektroda zaváděna. Operační výkon je vysoce invazivní a nese s sebou riziko komplikací, jako je například krvácení, infekce, alergické reakce, poškození nervů či může dojít i k dislokaci elektrody. Nejen operace, ale i následná rehabilitace může způsobit další komplikace, jako je riziko fraktury kyčelního kloubu, metatarzů nebo vzniku dekubitů, jak ukazuje nedávná studie (Chalif et al., 2024). Před samotnou implantací je tedy nezbytné provést důkladné předoperační vyšetření a zhodnotit míru rizika individuálně pro každého jedince.

Finanční náklady spolu s vysokou cenou celého programu představují další omezení. V současné době zatím není možné tuto terapeutickou metodu proplácet z veřejně dostupných prostředků a z tohoto důvodu se finanční podpora získává formou grantů. Kvůli tomu je proto omezen i počet účastníků, kterým by rovněž mohla být elektroda implantována.

Klíčovým faktorem je i spolupráce a motivace jedince. Dlouhodobý a pravidelný lokomoční trénink je velmi náročný jak z časového hlediska (domácího cvičení a kontroly v nemocnici), tak vyžaduje trpělivost ze strany pacienta i zdravotnického personálu.

Limity má zajisté i nedostatečná trupová stabilita, která může vést k přetěžování lumbální páteře a operovaných segmentů v této oblasti.

V neposlední řadě zůstává omezením i skutečnost, že ve studii sledujeme pouze jednoho jedince, a tudíž není možné porovnat výsledky a hodnotit tak účinnost a efektivitu terapeutické intervence s jinými probandi.

Nakonec, omezená doba sledování účastníka může limitovat schopnost porozumět dlouhodobým efektům stimulace a jejího vlivu na motorické či autonomní funkce.

Celkově lze konstatovat, že využití epidurální míšní stimulace k ovlivnění motorických a autonomních funkcí po kompletním poranění míchy přináší řadu výzev a omezení, které je třeba pečlivě zvážit. Přesto může být EMS pro vybrané pacienty významnou léčebnou možností s potenciálem zlepšit jejich kvalitu života a funkční nezávislost.

## 6 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce, bylo sledovat vliv epidurální míšní stimulace na senzomotorické i autonomní funkce. Teoretická část byla zaměřena na problematiku míšního poranění, organizaci péče a byly uvedeny základní informace o současném stavu výzkumu v oblasti neuromodulace – epidurální míšní stimulace. V praktické části poté byly využity jednotlivé klinické testy a dotazníky, pomocí níz se sledovaly změny týkající se spasticity, trupové stability, kardiovaskulárních funkcí, močového měchýře a střev, sexuálních funkcí či kvality života u jedince s kompletní míšní lézí.

Jedinci s kompletní míšní lézí mají omezené možnosti na zlepšení tělesných funkcí po delší době od poranění. Během posledního desetiletí se objevilo mnoho nových terapeutických možností, které by usnadnily obnovu motorických a autonomních funkcí u jedinců s kompletní míšní lézí. Mezi nimi se velmi slibně ukázala i epidurální míšní stimulace. Mnohé studie naznačují, že využití epidurální míšní stimulace, a to i v těch nejzávažnějších stavech senzomotorické kompletní SCI, může mít velmi pozitivní výsledky jak na motorické funkce, tak i autonomní nervový systém. Několik nedávných zjištění naznačují, že kombinace eSCS a lokomočního tréninku by mohla být velmi úspěšná pro obnovu stoje a chůze. Vliv na autonomní nervový systém pak může v pozitivním směru působit na vyprazdňování a snížit incidenci opakovaných infekcí močových cest, spasticitu a neuropatické bolesti. Nicméně stále platí, že využití eSCS je u kompletní míšní lézí poměrně komplikovanou záležitostí a dlouhodobé výsledky této metody je potřeba nadále dopodrobna prozkoumat. Důležité je zároveň poučit pacienta s SCI, že i přes technické pokroky moderní doby nelze očekávat nemožné. Avšak možnost ovlivnit alespoň část těchto funkcí a vrátit je ke stavu před úrazem by pro ně bylo velikou nadějí.

Celkově dle těchto (prvních) výsledků věříme, že míšní stimulace by mohla být do budoucna právě tou metodou, která má potenciál zlepšení motorických a autonomních funkcí a která může významně zlepšit vnímání kvality života jedinců s kompletním poraněním míchy.

## 7 REFERENCE

- Afferi, L., Pannek, J., Louis Burnett, A., Razaname, C., Tzanoulinou, S., Bobela, W., da Silva, R. A. F., Sturny, M., Stergiopoulos, N., Cornelius, J., Moschini, M., Iselin, C., Salonia, A., Mattei, A., & Mordasini, L. (2020). Performance and safety of treatment options for erectile dysfunction in patients with spinal cord injury: A review of the literature. *Andrology*, 8(6), 1660–1673. <https://doi.org/10.1111/andr.12878>
- Ambler Z. (2006). *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty].: Vol. 6.* Galén. ISBN 8072624334
- Angeli, C. A., Boakye, M., Morton, R. A., Vogt, J., Benton, K., Chen, Y., Ferreira, C. K., & Harkema, S. J. (2018). Recovery of Over-Ground Walking after Chronic Motor Complete Spinal Cord Injury. *New England Journal of Medicine*, 379(13), 1244–1250. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1803588>
- Angeli, C. A., Edgerton, V. R., Gerasimenko, Y. P., & Harkema, S. J. (2014). Altering spinal cord excitability enables voluntary movements after chronic complete paralysis in humans. *Brain*, 137(5), 1394–1409. <https://doi.org/10.1093/brain/awu038>
- Arber, S., & Costa, R. M. (2018). Connecting neuronal circuits for movement. *Science*, 360(6396), 1403–1404. <https://doi.org/10.1126/science.aat5994>
- Beneš V., Šlégr Z., & Strnad M. (1973). Elektrostimulace zadních míšních provazců při léčbě bolesti . *Časopis Lékařů Českých*.
- Bernhard, M., Gries, A., Kremer, P., & Böttiger, B. W. (2005). Spinal cord injury (SCI)—Prehospital management. *Resuscitation*, 66(2), 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2005.03.005>
- Bloemen-Vrencken, J. H. A., Post, M. W. M., Hendriks, J. M. S., De Reus, E. C. E., & De Witte, L. P. (2005). Health problems of persons with spinal cord injury living in the Netherlands. *Disability and Rehabilitation*, 27(22), 1381–1389. <https://doi.org/10.1080/09638280500164685>
- Capogrosso, M., Wagner, F. B., Gandar, J., Moraud, E. M., Wenger, N., Milekovic, T., Shkorbatova, P., Pavlova, N., Musienko, P., Bezard, E., Bloch, J., & Courtine, G. (2018). Configuration of electrical spinal cord stimulation through real-time processing of gait kinematics. *Nature Protocols*, 13(9), 2031–2061. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0030-9>
- Capogrosso, M., Wenger, N., Raspopovic, S., Musienko, P., Beauparlant, J., Bassi Luciani, L., Courtine, G., & Micera, S. (2013). A Computational Model for Epidural Electrical Stimulation of Spinal Sensorimotor Circuits. *The Journal*

of *Neuroscience*, 33(49), 19326–19340.  
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1688-13.2013>

Cardenas, D. D., Hoffman, J. M., Kirshblum, S., & McKinley, W. (2004a). Etiology and incidence of rehospitalization after traumatic spinal cord injury: A multicenter analysis. No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the author(s) or upon any organization with which the author(s) is/are associated. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(11), 1757–1763. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.03.016>

Cardenas, D. D., Hoffman, J. M., Kirshblum, S., & McKinley, W. (2004b). Etiology and incidence of rehospitalization after traumatic spinal cord injury: A multicenter analysis. No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the author(s) or upon any organization with which the author(s) is/are associated. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(11), 1757–1763. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.03.016>

Česká společnost pro míšňí léze. (2022). *statistika počtu pacientů na SRJ*. <https://www.spinalcord.cz/wp-content/uploads/2023/08/SRJ-2022.pdf>

Chalif, J. I., Chavarro, V. S., Mensah, E., Johnston, B., Fields, D. P., Chalif, E. J., Chiang, M., Sutton, O., Yong, R., Trumbower, R., & Lu, Y. (2024). Epidural Spinal Cord Stimulation for Spinal Cord Injury in Humans: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(4), 1090. <https://doi.org/10.3390/jcm13041090>

Chéhensse, C., Bahrami, S., Denys, P., Clément, P., Bernabé, J., & Giuliano, F. (2013). The spinal control of ejaculation revisited: a systematic review and meta-analysis of anejaculation in spinal cord injured patients. *Human Reproduction Update*, 19(5), 507–526. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmt029>

Choi, E., Gattas, S., Brown, N., Hong, J., Limbo, J., Chan, A., & Oh, M. (2021). Epidural electrical stimulation for spinal cord injury. In *Neural Regeneration Research* (Vol. 16, Issue 12, pp. 2367–2375). Wolters Kluwer Medknow Publications. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.313017>

Chopra, A. S., Miyatani, M., & Craven, B. C. (2018). Cardiovascular disease risk in individuals with chronic spinal cord injury: Prevalence of untreated risk factors and poor adherence to treatment guidelines. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 41(1), 2–9. <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1140390>

Čihák R. (2004). *Anatomie 1*. ISBN: 978-80-247-3817-8

Čihák Radomír. (1987). *Anatomie 1*. ISBN 978-80-247-3817-8



- Courtine, G., & Sofroniew, M. V. (2019). Spinal cord repair: advances in biology and technology. *Nature Medicine*, 25(6), 898–908. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0475-6>
- Darrow, D., Balsler, D., Netoff, T. I., Krassioukov, A., Phillips, A., Parr, A., & Samadani, U. (2019). Epidural Spinal Cord Stimulation Facilitates Immediate Restoration of Dormant Motor and Autonomic Supraspinal Pathways after Chronic Neurologically Complete Spinal Cord Injury. *Journal of Neurotrauma*, 36(15), 2325–2336. <https://doi.org/10.1089/neu.2018.6006>
- Decq P. (2003). *Pathophysiology of spasticity*. *Neurochirurgie*. 163–184. PMID: 12746691
- DIMITRIJEVIC, M. R., GERASIMENKO, Y., & PINTER, M. M. (1998). Evidence for a Spinal Central Pattern Generator in Humans <sup>a</sup>. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 860(1), 360–376. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09062.x>
- Doleža J. (2004). Traumatická léze míšni . *Urologie pro Praxi*. [https://www.urologiepropraxi.cz/artkey/uro-200404-0002\\_Traumaticka\\_leze\\_misni.php](https://www.urologiepropraxi.cz/artkey/uro-200404-0002_Traumaticka_leze_misni.php)
- Donovan, J., Forrest, G., Linsenmeyer, T., & Kirshblum, S. (2021). Spinal Cord Stimulation After Spinal Cord Injury: Promising Multisystem Effects. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 9(1), 23–31. <https://doi.org/10.1007/s40141-020-00304-1>
- Dufek, J. (1995). *Elektromyografie* ISBN-13:978-80-7013-208-1
- Faltýnková Z. (2012). Desatero moudrého vozičkáře. *Česká Asociace Paraplegiků – CZEPA*, 14.
- Gharibo, C., Laux, G., Forzani, B. R., Sellars, C., Kim, E., & Zou, S. (2014). State of the Field Survey: Spinal Cord Stimulator Use by Academic Pain Medicine Practices. *Pain Medicine*, 15(2), 188–195. <https://doi.org/10.1111/pme.12264>
- Gill, M. L., Grahn, P. J., Calvert, J. S., Linde, M. B., Lavrov, I. A., Strommen, J. A., Beck, L. A., Sayenko, D. G., Van Straaten, M. G., Drubach, D. I., Veith, D. D., Thoreson, A. R., Lopez, C., Gerasimenko, Y. P., Edgerton, V. R., Lee, K. H., & Zhao, K. D. (2018). Neuromodulation of lumbosacral spinal networks enables independent stepping after complete paraplegia. *Nature Medicine*, 24(11), 1677–1682. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0175-7>
- Gomes, C. M., Miranda, E. P., de Bessa, J., Bellucci, C. H. S., Battistella, L. R., Abdo, C. H. N., Bruschini, H., Srougi, M., & Mulhall, J. P. (2017). Erectile Function Predicts Sexual Satisfaction in Men With Spinal Cord Injury.

- Grahn, P. J., Lavrov, I. A., Sayenko, D. G., Van Straaten, M. G., Gill, M. L., Strommen, J. A., Calvert, J. S., Drubach, D. I., Beck, L. A., Linde, M. B., Thoreson, A. R., Lopez, C., Mendez, A. A., Gad, P. N., Gerasimenko, Y. P., Edgerton, V. R., Zhao, K. D., & Lee, K. H. (2017). Enabling Task-Specific Volitional Motor Functions via Spinal Cord Neuromodulation in a Human With Paraplegia. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(4), 544–554. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.02.014>
- Grassner, L., & Maier, D. (2016). Impact of surgery on the outcome after spinal cord injury – current concepts and an outlook into the future. *Neural Regeneration Research*, 11(12), 1928. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.197132>
- Háková, R., & Kříž, J. (2015). Spinal Shock – from Pathophysiology to Clinical Manifestation. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*, 78/111(3), 263–267. <https://doi.org/10.14735/amcsnn2015263>
- Harkema, S., Gerasimenko, Y., Hodes, J., Burdick, J., Angeli, C., Chen, Y., Ferreira, C., Willhite, A., Rejc, E., Grossman, R. G., & Edgerton, V. R. (2011). Effect of epidural stimulation of the lumbosacral spinal cord on voluntary movement, standing, and assisted stepping after motor complete paraplegia: A case study. *The Lancet*, 377(9781), 1938–1947. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60547-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60547-3)
- Harkema, S. J., Legg Ditterline, B., Wang, S., Aslan, S., Angeli, C. A., Ovechkin, A., & Hirsch, G. A. (2018). Epidural Spinal Cord Stimulation Training and Sustained Recovery of Cardiovascular Function in Individuals with Chronic Cervical Spinal Cord Injury. In *JAMA Neurology* (Vol. 75, Issue 12, pp. 1569–1571). American Medical Association. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.2617>
- Herman, R., He, J., D’Luzansky, S., Willis, W., & Dilli, S. (2002). Spinal cord stimulation facilitates functional walking in a chronic, incomplete spinal cord injured. *Spinal Cord*, 40(2), 65–68. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101263>
- Herrity, A. N., Williams, C. S., Angeli, C. A., Harkema, S. J., & Hubscher, C. H. (2018). Lumbosacral spinal cord epidural stimulation improves voiding function after human spinal cord injury. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26602-2>
- Hofstoetter, U. S., Danner, S. M., Freundl, B., Binder, H., Mayr, W., Rattay, F., & Minassian, K. (2015). Periodic modulation of repetitively elicited monosynaptic reflexes of the human lumbosacral spinal cord. *J Neurophysiol*, 114, 400–410. <https://doi.org/10.1152/jn.00136.2015>.-In

- Hofstoetter, U. S., Freundl, B., Binder, H., & Minassian, K. (2018). Common neural structures activated by epidural and transcutaneous lumbar spinal cord stimulation: Elicitation of posterior root-muscle reflexes. *PLOS ONE*, *13*(1), e0192013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192013>
- Hofstoetter, U. S., Hofer, C., Kern, H., Danner, S. M., Mayr, W., Dimitrijevic, M. R., & Minassian, K. (2013). Effects of transcutaneous spinal cord stimulation on voluntary locomotor activity in an incomplete spinal cord injured individual. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*. <https://doi.org/10.1515/bmt-2013-4014>
- Holíbková A., & Laichman S. (2006). *Přehled anatomie člověka.: Vol. 4. ISBN-13:978-80-244-2615-0*
- Hudák R., Kachlík D., & kolektiv. (2013). *MEMORIX ANATOMIE*. Triton. ISBN9788073876746
- Ibrahim, E., Brackett, N. L., & Lynne, C. M. (2022). Penile Vibratory Stimulation for Semen Retrieval in Men with Spinal Cord Injury: Patient Perspectives. *Research and Reports in Urology, Volume 14*, 149–157. <https://doi.org/10.2147/RRU.S278797>
- Janda V. a kolektiv. (2004). *Svalové funkční testy*. Grada. ISBN: 978-80-247-0722-8
- Jazayeri, S. B., Beygi, S., Shokraneh, F., Hagen, E. M., & Rahimi-Movaghar, V. (2015). Incidence of traumatic spinal cord injury worldwide: a systematic review. *European Spine Journal*, *24*(5), 905–918. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3424-6>
- Kandhari, S., Sharma, D., Samuel, S., Sharma, G., Majumdar, P., Edgerton, V. R., & Gad, P. (2022). Epidural Spinal Stimulation Enables Global Sensorimotor and Autonomic Function Recovery After Complete Paralysis: 1<sup>st</sup> Study From India. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, *30*, 2052–2059. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3158393>
- Kaňovský P., Bareš M., & Dufek J. (2004). *Spasticita: patofyziologie, diagnostika a léčba*. Maxford. <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2015/01/03.pdf>
- Kellaway P. (1946). The part played by electric fish in the early history of bioelectricity and electrotherap. *Bull Hist Med*, 112–137.
- Khan, F. I., & Ahmed, Z. (2022). Experimental Treatments for Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cells*, *11*(21), 3409. <https://doi.org/10.3390/cells11213409>
- Kirshblum, S. C., Burns, S. P., Biering-Sorensen, F., Donovan, W., Graves, D. E., Jha, A., Johansen, M., Jones, L., Krassioukov, A., Mulcahey, M. J., Schmidt-Read, M., & Waring, W. (2011). International standards for neurological

classification of spinal cord injury (Revised 2011). *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 34(6), 535–546.  
<https://doi.org/10.1179/204577211X13207446293695>

- Kolář P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén. ISBN9788072626571
- Krassioukov, A., Eng, J. J., Warburton, D. E., & Teasell, R. (2009). A Systematic Review of the Management of Orthostatic Hypotension After Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(5), 876–885.  
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.01.009>
- Krishna, V., Andrews, H., Varma, A., Mintzer, J., Kindy, M. S., & Guest, J. (2014). Spinal Cord Injury: How Can We Improve the Classification and Quantification of Its Severity and Prognosis? *Journal of Neurotrauma*, 31(3), 215–227. <https://doi.org/10.1089/neu.2013.2982>
- Kříž J. (2009). Poškození míchy. In Kolář P. (Ed.), *Rehabilitace v klinické praxi* (1.vydání, pp. 352–356). Galén. ISBN9788072626571
- Kříž J. (2013). Spinální program v České republice – historie, současnost, perspektivy. *Neurologie pro Praxi*, 140–143.  
[https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-201303-0007\\_Spinalni\\_program\\_v\\_Ceske\\_republice-historie\\_soucasnost\\_perspektivy.php](https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-201303-0007_Spinalni_program_v_Ceske_republice-historie_soucasnost_perspektivy.php)
- Kříž J. (2019a). *Poranění míchy: příčiny, důsledky, organizace péče*. Galén. ISBN9788074924248
- Kříž J. (2019b). *Poranění míchy: příčiny, důsledky, organizace péče*. Galén. ISBN9788074924248
- Kříž J., & Chvostová Š. (2009). Vyšetřovací a rehabilitační postupy u pacientů po míšní lézi. *Neurologie pro Praxi*, 143–147.  
<https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2009/03/05.pdf>
- Kříž J., & Faltýnková Z. (2012). *Léčba a rehabilitace pacientů s míšní lézí: Příručka pro praktické lékaře*. Česká Asociace Paraplegiků - CZEPA .  
[https://czepa.cz/wp-content/uploads/2020/01/Lecba\\_a\\_rehabilitace\\_pro\\_pacienty\\_s\\_misni\\_lezi\\_CZEPA.pdf](https://czepa.cz/wp-content/uploads/2020/01/Lecba_a_rehabilitace_pro_pacienty_s_misni_lezi_CZEPA.pdf)
- Kříž J., Hlinková Z., & Slabý K. (2014). Změny v metabolismu po poranění míchy. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa*, 209–213.
- Kříž J., & Hyšperská V. (2009). Rizikové stavy u pacientů v chronické fázi po poškození míchy. *Neurologie pro Praxi*, 137–142.  
<https://www.solen.cz/pdfs/neu/2009/03/03.pdf>

- Kříž J., & Hyšperská V. (2014). Vývoj neurologického a funkčního obrazu po poranění míchy. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*, 186–195. <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2014-2/vyvoj-neurologickeho-a-funkcniho-obrazu-po-poraneni-michy-48190>
- Kříž J., & Rejchrt M. (2014). Autonomní dysreflexie – závažná komplikace u pacientů po poranění míchy. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*, 168–173. <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2014-2/autonomni-dysreflexie-zavazna-komplikace-u-pacientu-po-poraneni-michy-48186>
- Lance, J. W. (1980). The control of muscle tone, reflexes, and movement. *Neurology*, 30(12), 1303–1303. <https://doi.org/10.1212/WNL.30.12.1303>
- Li, S., Francisco, G. E., & Rymer, W. Z. (2021). A New Definition of Poststroke Spasticity and the Interference of Spasticity With Motor Recovery From Acute to Chronic Stages. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 35(7), 601–610. <https://doi.org/10.1177/15459683211011214>
- Lin, A., Shaaya, E., Calvert, J. S., Parker, S. R., Borton, D. A., & Fridley, J. S. (2022). A Review of Functional Restoration From Spinal Cord Stimulation in Patients With Spinal Cord Injury. *Neurospine*, 19(3), 703–734. <https://doi.org/10.14245/ns.2244652.326>
- Lorach, H., Galvez, A., Spagnolo, V., Martel, F., Karakas, S., Intering, N., Vat, M., Faivre, O., Harte, C., Komi, S., Ravier, J., Collin, T., Coquoz, L., Sakr, I., Baaklini, E., Hernandez-Charpak, S. D., Dumont, G., Buschman, R., Buse, N., ... Courtine, G. (2023). Walking naturally after spinal cord injury using a brain–spine interface. *Nature*, 618(7963), 126–133. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06094-5>
- Maynard, F. M., Bracken, M. B., Creasey, G., Jr, J. F. D., Donovan, W. H., Ducker, T. B., Garber, S. L., Marino, R. J., Stover, S. L., Tator, C. H., Waters, R. L., Wilberger, J. E., & Young, W. (1997). International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *Spinal Cord*, 35(5), 266–274. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100432>
- Megía García, A., Serrano-Muñoz, D., Taylor, J., Avendaño-Coy, J., & Gómez-Soriano, J. (2020). Transcutaneous Spinal Cord Stimulation and Motor Rehabilitation in Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 34(1), 3–12. <https://doi.org/10.1177/1545968319893298>
- Mesbah, S., Ball, T., Angeli, C., Rejc, E., Dietz, N., Ugiliweneza, B., Harkema, S., & Boakye, M. (2021). Predictors of volitional motor recovery with epidural stimulation in individuals with chronic spinal cord injury. *Brain*, 144(2), 420–433. <https://doi.org/10.1093/brain/awaa423>

- Meyer, C., Hofstoetter, U. S., Hubli, M., Hassani, R. H., Rinaldo, C., Curt, A., & Bolliger, M. (2020). Immediate effects of transcutaneous spinal cord stimulation on motor function in chronic, sensorimotor incomplete spinal cord injury. *Journal of Clinical Medicine*, 9(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/jcm9113541>
- Molnar, G., & Barolat, G. (2014). Principles of cord activation during spinal cord stimulation. *Neuromodulation*, 17(SUPPL. 1), 12–21. <https://doi.org/10.1111/ner.12171>
- Náhlovský J. et al. (2006). *Neurochirurgie*. Galén. ISBN8072623192
- Nair, K. P. S., Taly, A. B., Maheshwarappa, B. M., Kumar, J., Murali, T., & Rao, S. (2005). Nontraumatic spinal cord lesions: a prospective study of medical complications during in-patient rehabilitation. *Spinal Cord*, 43(9), 558–564. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101752>
- Pandyan, A., Gregoric, M., Barnes, M., Wood, D., Wijck, F. Van, Burridge, J., Hermens, H., & Johnson, G. (2005). Spasticity: Clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disability and Rehabilitation*, 27(1–2), 2–6. <https://doi.org/10.1080/09638280400014576>
- Peña Pino, I., Hoover, C., Venkatesh, S., Ahmadi, A., Sturtevant, D., Patrick, N., Freeman, D., Parr, A., Samadani, U., Balser, D., Krassioukov, A., Phillips, A., Netoff, T. I., & Darrow, D. (2020). Long-Term Spinal Cord Stimulation After Chronic Complete Spinal Cord Injury Enables Volitional Movement in the Absence of Stimulation. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2020.00035>
- Peterová V. (2005). *Páteř a mícha*. Galén. ISBN-13:978-80-7262-336-5
- Petrovický Pavel. (2008). *Klinická neuroanatomie CNS s aplikovanou neurologií a neurochirurgií*. Triton. ISBN-13: 978-80-7387-039-3
- Phillips, A. A., & Krassioukov, A. V. (2015). Contemporary Cardiovascular Concerns after Spinal Cord Injury: Mechanisms, Maladaptations, and Management. *Journal of Neurotrauma*, 32(24), 1927–1942. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.3903>
- Ragnarsson, K. T., Wuermsler, L.-A., Cardenas, D. D., & Marino, R. J. (2005). Spinal Cord Injury Clinical Trials for Neurologic Restoration: Improving Care Through Clinical Research. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 84(supplement), S77–S97. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000179522.82483.f0>
- Rejc, E., Angeli, C. A., Atkinson, D., & Harkema, S. J. (2017). Motor recovery after activity-based training with spinal cord epidural stimulation in a chronic

- motor complete paraplegic. *Scientific Reports*, 7(1).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-14003-w>
- Rejc, E., Angeli, C., & Harkema, S. (2015). Effects of lumbosacral spinal cord epidural stimulation for standing after chronic complete paralysis in humans. *PLoS ONE*, 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133998>
- Rich, S. E., Shardell, M., Margolis, D., & Baumgarten, M. (2009). Pressure Ulcer Preventive Device Use Among Elderly Patients Early in the Hospital Stay. *Nursing Research*, 58(2), 95–104. <https://doi.org/10.1097/NNR.0b013e31818fce8e>
- Rokyta R., et al. (2015). *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi* (1.). Grada. ISBN: 978-80-247-4867-2
- Rybka, V., Sediva, K., Spackova, L., Kolar, P., Bradac, O., & Kriz, J. (2023). Epidural spinal cord stimulation can facilitate ejaculatory response in spinal cord injury individuals: a report of two cases. *International Journal of Neuroscience*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/00207454.2023.2273772>
- Sayenko, D. G., Rath, M., Ferguson, A. R., Burdick, J. W., Havton, L. A., Edgerton, V. R., & Gerasimenko, Y. P. (2019). Self-Assisted Standing Enabled by Non-Invasive Spinal Stimulation after Spinal Cord Injury. *Journal of Neurotrauma*, 36(9), 1435–1450. <https://doi.org/10.1089/neu.2018.5956>
- SHEALY, C. N. (1969). DORSAL COLUMN ELECTROHYPALGESIA. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 9(2), 99–102. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.1969.hed0902099.x>
- Sheean, G. (2002). The pathophysiology of spasticity. *European Journal of Neurology*, 9(s1), 3–9. <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2002.0090s1003.x>
- Siddall, P. J., & Middleton, J. W. (2006). A proposed algorithm for the management of pain following spinal cord injury. *Spinal Cord*, 44(2), 67–77. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101824>
- Simpson, L. A., Eng, J. J., Hsieh, J. T. C., & Wolfe and the Spinal Cord Injury Re, D. L. (2012). The Health and Life Priorities of Individuals with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Journal of Neurotrauma*, 29(8), 1548–1555. <https://doi.org/10.1089/neu.2011.2226>
- Štulík J. (2010). *Poranění krční páteře*. Galén. ISBN9788072626854
- Tip-Pairote, T., Arj-Aumnuyvipat, P., Kunavongkrit, K., Yaothane, T., Promsri, A., Thirathammasit, N., Keephaiboon, M., & Wongsarapanchai, O. (n.d.). *CASE REPORT Neuromodulation through Epidural Electrical Stimulation in Spinal Cord Injury individuals. A Glimpse of Light at the End of Tunnel*.

- Vahr S., et al. (2014). *Catheterisation: Urethral intermittent in adults* . Arnhem: European Association of Urolog Nurses. <http://nurses.uroweb.org/guideline/catheterisation-urethral-intermittent-in-adults/>
- Wagner, F. B., Mignardot, J. B., Le Goff-Mignardot, C. G., Demesmaeker, R., Komi, S., Capogrosso, M., Rowald, A., Seáñez, I., Caban, M., Pirondini, E., Vat, M., McCracken, L. A., Heimgartner, R., Fodor, I., Watrin, A., Seguin, P., Paoles, E., Van Den Keybus, K., Eberle, G., ... Courtine, G. (2018). Targeted neurotechnology restores walking in humans with spinal cord injury. *Nature*, *563*(7729), 65–93. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0649-2>
- Walter, M., Lee, A. H. X., Kavanagh, A., Phillips, A. A., & Krassioukov, A. V. (2018). Epidural Spinal Cord Stimulation Acutely Modulates Lower Urinary Tract and Bowel Function Following Spinal Cord Injury: A Case Report. *Frontiers in Physiology*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01816>
- Wecht, J. M., & Bauman, W. A. (2018). Implication of altered autonomic control for orthostatic tolerance in SCI. *Autonomic Neuroscience*, *209*, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2017.04.004>
- Weidner N., Rüdiger R., & Tansey K.E. (2017). *Neurological Aspects of Spinal Cord Injury* (N. Weidner, R. Rupp, & K. E. Tansey, Eds.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46293-6>
- Wenger, N., Moraud, E. M., Raspopovic, S., Bonizzato, M., DiGiovanna, J., Musienko, P., Morari, M., Micera, S., & Courtine, G. (2014). Closed-loop neuromodulation of spinal sensorimotor circuits controls refined locomotion after complete spinal cord injury. *Science Translational Medicine*, *6*(255). <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3008325>



## **8 SEZNAM OBRÁZKŮ**

- Obrázek č.1** Mícha a míšní obaly
- Obrázek č.2** Obaly míchy
- Obrázek č.3** Záznam aktivity DK při zapnuté stimulaci na EMG
- Obrázek č.4** Záznam aktivity DK při zapnuté stimulaci na EMG
- Obrázek č.5** Stoj
- Obrázek č.6** Míšní stimulátor

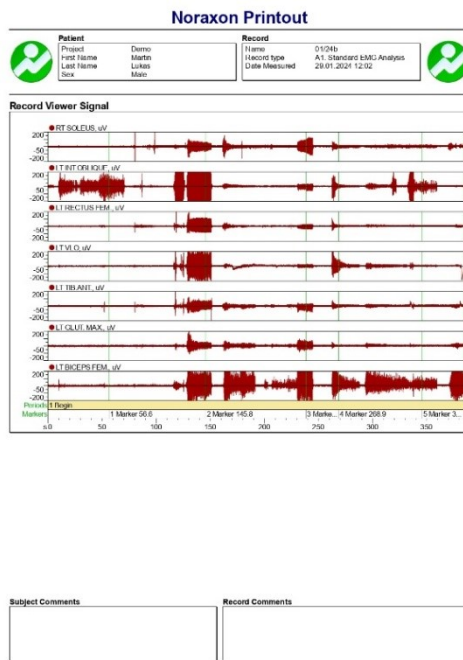
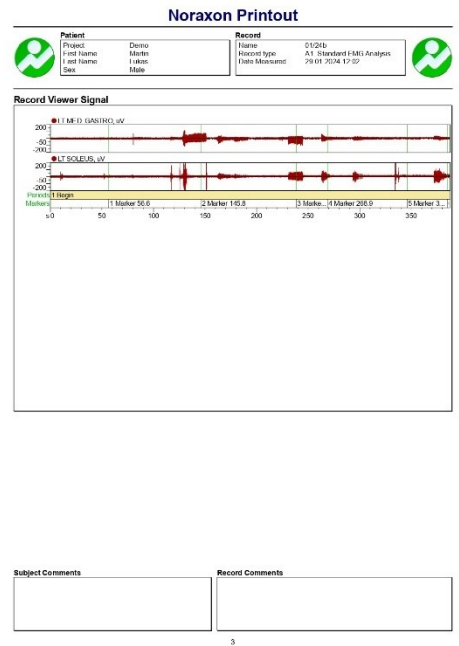
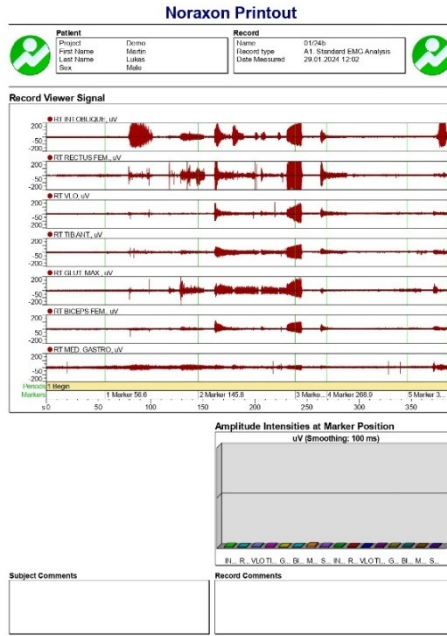
## **8.1 Obrázek 1: Mícha a míšňní kořeny**

(viz. kapitola 2.1 Anatomie míchy)

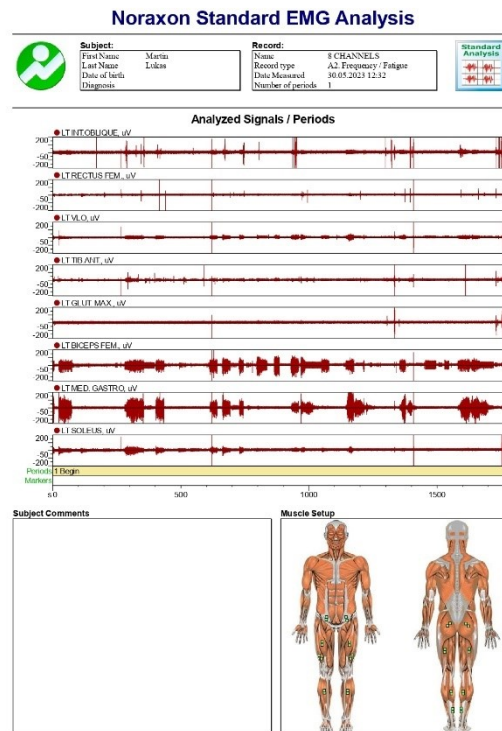
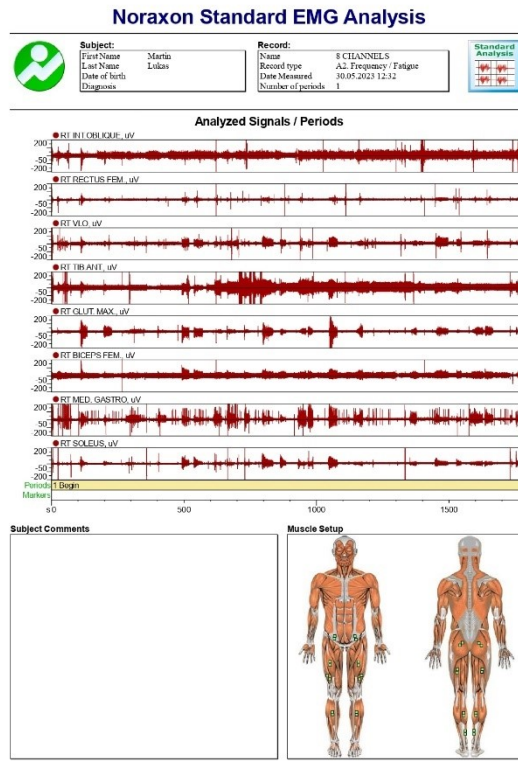
## **8.2 Obrázek 2: Obaly míchy**

(viz. kapitola 2.1 Anatomie míchy)

### 8.3 Obrázek 3: Záznam EMG (29.1.2024)



## 8.4 Obrázek 4: Záznam EMG (30.5.2023)



## 8.5 Obrázek č.5: Stoj



## 8.6 Obrázek č.6: Míšní stimulátor

(Dostupné z: <https://www.sages.org/publications/tavac/boston-scientific-precision-spinal-cord-stimulation-system/>)



## 9 SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha č.1</b>	Informovaný souhlas a informace pro pacienta
<b>Příloha č.2</b>	Souhlas etické komise Fakultní nemocnice Motol
<b>Příloha č.3</b>	Formulář ISNCSCI
<b>Příloha č.4</b>	Hodnocení spasticity (SCI-SET)
<b>Příloha č.5</b>	Skóre neurogenní střevní dysfunkce (NBDS)
<b>Příloha č.6</b>	Skóre symptomů neurogenního měchýře (NBSS)
<b>Příloha č.7</b>	Dotazník kvality života (WHOQOL-BREEF)
<b>Příloha č.8</b>	Test trupové stability u osob s míšní lézí
<b>Příloha č.9</b>	Škála neuropatické bolesti
<b>Příloha č.10</b>	Hodnocení spasticity (MAS)

## 9.1 Příloha 1: Informovaný souhlas a informace pro pacienta

### Informovaný souhlas pacienta u klinického hodnocení

Název a popis studie:

Využití epidurální míšní stimulace k ovlivnění motorických a autonomních funkcí po kompletním poranění míchy

Jméno pacienta:

Datum narození:

Pacient byl do studie zařazen pod číslem:

Vyšetřující:

1. Já, níže podepsaný (á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl (a) jsem podrobně informován (a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Lékař pověřený prováděním studie mi vysvětlil očekávané přínosy a případná zdravotní rizika, která by se mohla vyskytnout během mé účasti ve studii a vysvětlil mi, jak bude postupovat při výskytu jejího nežádoucího průběhu. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Informoval (a) jsem lékaře pověřeného studií o všech lécích, které jsem užíval(a) v posledních 28 dnech, i o těch, které v současnosti užívám. Bude-li mi nějaký lék předepsán jiným lékařem, budu ho informovat o své účasti v klinické studii a bez souhlasu lékaře pověřeného touto studií ho nevezmu.
4. Budu při své léčbě se svým lékařem spolupracovat a v případě výskytu jakéhokoliv neobvyklého nebo nečekaného příznaku ho budu ihned informovat.
5. Po celou dobu studie a další 4 týdny po jejím ukončení nebudu dárce krve.
6. Porozuměl (a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit, aniž by to jakkoliv ovlivnilo průběh mého dalšího léčení. Moje účast ve studii je dobrovolná.
7. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Do mé původní zdravotní dokumentace budou moci na základě mého uděleného souhlasu nahlédnout za účelem ověření získaných údajů zástupci sponzora, nezávislých etických komisí a zahraničních nebo místních kompetentních úřadů (v ČR Státní ústav pro kontrolu léčiv). Pro tyto případy je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, to je anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
8. S mou účastí ve studii není spojeno poskytnutí žádné odměny.
9. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já pak naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.
10. Převzal/a jsem podepsaný stejnopis tohoto informovaného souhlasu.

Podpis pacienta:



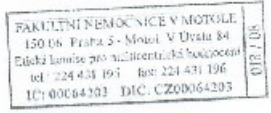
Podpis vyšetřujícího:

Datum:

Datum:



## 9.2 Příloha 2: Souhlas etické komise Fakultní nemocnice Motol

 FN MOTOL	<b>ETICKÁ KOMISE FAKULTNÍ NEMOCNICE V MOTOLE A 2. LÉKAŘSKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY V PRAZE</b> Ethics Committee of the University Hospital Motol and 2 <sup>nd</sup> Faculty of Medicine, Charles University in Prague	
	V úvalu 84, 150 06 Praha 5, telefon 224 431 195, fax 224 431 196 e-mail: etickakomise@fnmotol.cz, www.fnmotol.cz	
<b>STANOVISKO ETICKÉ KOMISE K VÝZKUMNÉMU PROJEKTU</b> <i>OPINION OF THE ETHICS COMMITTEE ON RESEARCH PROJECT</i>		
Název výzkumného projektu / <i>The title of the research project:</i>		
<b>Sledování vlivu epidurální míšní stimulace na senzomotorické a autonomní funkce u chronických pacientů s míšní lézí</b>		
Žadatelé a zkoušející / <i>Applicants and Investigators:</i> <b>Doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D., a MUDr. Vojtěch Rybka, Klinika rehabilitačního a tělovýchovného lékařství 2. LF a FN Motol, Úvalu 84, 150 06 Praha 5</b>		
<b>EK vydává / <i>EC issues</i></b> <b>souhlasné stanovisko / <i>favourable opinion</i></b>		
Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje podle jednacího řádu v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými předpisy / <i>The Ethics committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with Good Clinical Practice and valid legal regulations.</i>		
Datum přijetí / <i>Date of Submission:</i> <b>2. 11. 2021</b> Jednací č. / <i>Reference No.:</i> <b>EK-1302 /21</b> Datum jednání EK / <i>Date of EC Session:</i> <b>1. 12. 2021</b>		
<b>1. 12. 2021</b> ..... Datum / <i>Date</i>	<b>MUDr. Vratislav Šmelhaus</b> ..... předseda / <i>Chairman</i>	 ..... podpis předsedy EK / <i>Signature of Chairman</i>
		
Strana 1 ze 1 stran (1)		



## 9.4 Příloha 4: SCI-SET

### Hodnocení spasticity (SCI-SET)



Jméno pacienta: \_\_\_\_\_ Ročník \_\_\_\_\_ Jméno vyšetřujícího \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

Pro každou aktivitu zvolte odpověď, která nejlépe popisuje, jak ovlivnily příznaky spasticity popsanou oblast vašeho života **během posledních sedmi dnů**. Pokud hovoříme o příznacích spasticity, máme na mysli:

- nekontrolovanou, vůlí neovlivnitelnou svalovou kontrakci nebo pohyb (pomalý nebo rychlý; krátký nebo dlouhý),
- mimovolní opakovaný rychlý stah svalu (nahoru a dolů; do stran),
- zvýšené svalové napětí a
- to, co byste popsal/a jako „spasmy“.

Pokud na otázku nemůžete odpovědět, zakroužkujte prosím N/A.

Extremně problematické	Středně problematické	Mírně problematické	Bez efektu	Mírně výhodné	Středně výhodné	Extremně výhodné
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

JAK OVLIVNILY BĚHEM **POSLEDNÍCH SEDMI DNŮ** PŘÍZNAKY SPASTICITY:

1. vaše sprchování?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
2. vaše oblékání/svlékání?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
3. vaše přesuny (do a z lůžka, vozíku, auta, atd)?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
4. vaši polohu vsedě (ve vozíku)?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
5. přípravu jídla?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
6. příjem jídla?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
7. pití?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
8. vaši jemnou motoriku (psaní, používání počítače, atd)?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
9. vaši schopnost vykonávat domácí práce?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
10. vaše koníčky/rekreační aktivity?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
11. vaše potěšení ze sociálních aktivit?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
12. vaši schopnost stoje/zátěže vlastní vahou?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
13. vaši schopnost chůze?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
14. vaši stabilitu/rovnováhu?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
15. vaši svalovou únavu?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
16. pohyblivost vašich kloubů?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
17. vaši běžnou léčbu/cvičení?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
18. vaše manuální ovládání vozíku?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
19. vaši sílu pro ovládání vozíku?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
20. vaši polohu vleže (na lůžku, atd)?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
21. vaši schopnost změnit polohu na lůžku?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
22. vaši schopnost usnout?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A
23. kvalitu vašeho spánku?	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	N/A

	Extremně problematické	Středně problematické	Mírně problematické	Bez efektu	Mírně výhodné	Středně výhodné	Extremně výhodné	
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
24. váš sexuální život?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
25. váš pocit mrzutosti?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
26. váš pocit rozpačitosti?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
27. váš pocit sociální pohody?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
28. váš pocit fyzické pohody?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
29. vaši bolest?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
30. vaši obavu z pádu?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
31. vaši obavu ze zranění?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
32. vaši obavu z nechtěného zranění jiné osoby?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
33. vaši schopnost koncentrace?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
34. vaše pocity ovládnání svého těla?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A
35. vaši potřebu požádat o pomoc?					-3	-2	-1	0 +1 +2 +3 N/A

Počet (+) položek: _____	Negativní skóre: _____
Počet (-) položek: _____	Pozitivní skóre: _____
Počet (0) položek: _____	<b>Celkové skóre:</b> _____
	Použitelné položky: _____
	<b>Průměrné skóre:</b> _____

## 9.5 Příloha 5: NBDS

### Skóre neurogenní střevní dysfunkce (NBDS)



Jméno pacienta: \_\_\_\_\_ Ročník: \_\_\_\_\_ Jméno vyšetřujícího: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_  
(Zadejte skóre pro jednotlivé funkce do odpovídajícího čtverce)

1. Jak často se vyprazdňujete?  
0. denně  
1. 2-6x týdně  
6. méně než 1x týdně
  2. Kolik času potřebujete pro každé vyprazdňování?  
0. méně než 30 minut  
3. 31-60 minut  
7. více než 1 hodinu
  3. Pociťujete dyskomfort, bolesti hlavy nebo pocení v průběhu vyprazdňování?  
0. ne  
2. ano
  4. Užíváte medikaci (tablety) k léčbě zácpy?  
0. ne  
2. ano
  5. Užíváte medikaci (kapky nebo sirup) k léčbě zácpy?  
0. ne  
2. ano
  6. Jak často používáte digitální evakuaci?  
0. méně než 1x týdně  
6. jednou nebo vícekrát týdně
  7. Jak často máte únik stolice?  
0. méně než 1x měsíčně  
6. 1-4x měsíčně  
7. 1-6x měsíčně  
13. denně
  8. Užíváte medikaci k léčbě úniků stolice?  
0. ne  
4. ano
  9. Zažíváte nekontrolovaný únik plynů?  
0. ne  
2. ano
  10. Máte problémy s kůží kolem konečníku?  
0. ne  
3. ano
- CELKOVÉ SKÓRE (0-47)

Závažnost střevní dysfunkce

- Skóre 0-6: velmi mírná  
Skóre 7-9: mírná  
Skóre 10-13: střední  
Skóre 14+: závažná

## 9.6 Příloha 6: NBSS

### Skóre symptomů neurogenního měchýře (NBSS)



Jméno pacienta: \_\_\_\_\_ Ročník \_\_\_\_\_ Jméno vyšetřujícího \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_  
(Zadejte skóre pro jednotlivé funkce do odpovídajícího čtverce)

1. **Jak obvykle vyprazdňujete močový měchýř?**
  3. mám zavedený permanentní močový katétr nebo epicystostomii
  2. používám zevní (kondomový) katétr
  1. používám jednorázový katétr
  0. močím spontánně
2. **Jak často máte únik moči (včetně úniku kolem katétru nebo stomie)?**
  4. více než 1x denně
  3. asi jednou denně
  2. několikrát týdně
  1. zřídka
  0. nikdy – nemám úniky moči
3. **Jak velký je únik moči během dne (včetně úniku kolem katétru nebo stomie)?**
  4. vyžaduje 3 nebo více vložek
  3. vyžaduje dvě vložky
  2. vyžaduje jednu vložku
  1. je minimální a nevyžaduje vložku
  0. žádný – nemám úniky moči
4. **Množství moči uniklé během dne (včetně úniku kolem katétru nebo stomie) je:**
  4. velké (oblečení / vložky jsou promočené)
  3. střední (oblečení / vložky jsou mokré)
  2. malé (oblečení / vložky jsou vlhké)
  1. minimální
  0. žádné – nemám úniky moči
5. **Množství moči uniklé během spánku (včetně úniku kolem katétru nebo stomie) je:**
  4. velké (podložka / vložky jsou promočené)
  3. střední (podložka / vložky jsou mokré)
  2. malé (podložka / vložky jsou vlhké)
  1. minimální
  0. žádné – nemám úniky moči
6. **Změnil únik moči množství tekutin, které vypijete?**
  3. ano – průběžně omezují příjem tekutin
  2. ano – někdy omezím příjem tekutin
  1. ne – únik moči neovlivňuje můj příjem tekutin
  0. ne – nemám úniky moči
7. **Způsobil Vám únik moči kožní problémy?**
  3. ano – při řešení kožních problémů využívám lékaře
  2. ano – kožní problémy zvládnou vyřešit sama/sám
  1. ne – únik moči mi nezpůsobil žádné kožní problémy
  0. ne – nemám úniky moči
8. **Omezují úniky moči Vaše oblíbené aktivity?**
  3. ano – omezuje všechny mé aktivity
  2. ano – omezuje některé mé aktivity
  1. ne – nemožuje žádné mé aktivity
  0. ne – nemám úniky moči
9. **Objevuje se náhlé nutkání na močení (nebo spasmus močového měchýře)?**
  3. mnohokrát denně
  2. několikrát denně
  1. zřídka
  0. nikdy
10. **Když potřebujete močit nebo se jednorázově vycévkovat:**
  2. musím to provést okamžitě, jinak může dojít k úniku moči
  1. mohu to odložit jen o pár minut, jinak může dojít k úniku moči
  0. mohu počkat, až to bude vhodné, aniž by došlo k úniku moči
  3. na močení nemyslím, mám zavedený permanentní katétr nebo epicystostomii
11. **Jak často se během nočního spánku musíte obvykle vymočít, vycévkovat nebo připojit sáček:**
  4. třikrát nebo vícekrát
  3. dvakrát
  2. jednou
  1. zřídka
  0. nikdy
12. **Jaký je obvykle během dne interval mezi močením nebo použitím močového katétru:**
  3. méně než hodinu
  2. asi 1-2 hodiny
  1. více než 2, ale méně než 3 hodiny

0. více než 3 hodiny
- 13. Jaká se nejdelší doba během dne, po kterou můžete zůstat v suchu bez úniku moči:**
4. méně než hodinu  
3. asi 1-2 hodiny  
2. asi 2-3 hodiny  
1. více než 3 hodiny  
0. to není můj případ, nemám žádný únik moči
- 14. Způsobuje Vám močení nebo používání močového katétru bolest nebo dyskomfort:**
3. většinou  
2. někdy  
1. zřídka  
0. nikdy
- 15. Když se vymočíte nebo vycévkujete, pocitujete stále močový měchýř nevyprázdněný?**
2. ano – většinou se to stane  
1. ano – někdy se to stává  
0. ne – to se mi po vymočení/vycévkování nestává  
3. to není můj případ, necítím svůj močový měchýř nebo mám zavedený katétr nebo epicystostomii
- 16. Když močíte, proud moči je obvykle:**
2. přerušovaný  
1. slabý  
0. silný  
3. to není můj případ, mám zavedený katétr nebo epicystostomii
- 17. Když močíte, musím se namáhat nebo tlačit na močový měchýř, abyste jej vyprázdnil(a)?**
2. ano – většinou to tak provádím  
1. ano – někdy to tak provádím  
0. ne – během močení to neprovádím  
3. to není můj případ, mám zavedený katétr nebo epicystostomii
- 18. Jak často máte infekci močových cest s příznaky (např. bolest, zápach moči, horečka)?**
4. každý měsíc nebo i častěji  
3. 1x každých několik měsíců  
2. několikrát do roka  
1. přibližně jednou ročně nebo méně  
0. nikdy
- 19. Infekce močových cest ve Vašem případě:**
4. často vyžadují přijetí k hospitalizaci  
3. vyžadují pokaždé užívání antibiotik  
2. lze léčit v domácím prostředí v případě potřeby antibiotiky  
1. lze léčit bez antibiotik  
0. nevyskytují se
- 20. Jak často jste měl(a) ledvinové kameny?**
3. více než jednou ročně  
2. méně než jednou ročně  
1. dávno  
0. nikdy
- 21. Jak často jste měl(a) kameny v močovém měchýři?**
3. více než jednou ročně  
2. méně než jednou ročně  
1. dávno  
0. nikdy
- 22. Potřebujete užívat pravidelnou medikaci na močení nebo močový měchýř?**
3. ano – ale neberu ji  
2. ano – způsobuje mi však výrazné vedlejší účinky  
1. ano – způsobuje mi minimální nebo žádné vedlejší účinky  
0. ne – nepotřebuji žádné léky na močový měchýř
- 23. Myslím si, že léky, které užívám na močení nebo močový měchýř, jsou:**
3. ne příliš účinné  
2. částečně účinné  
1. účinné  
0. neužívám léky na močový měchýř
- 24. Pokud by Váš močový měchýř fungoval po zbytek života tak jako dnes, jak byste se cítil(a)?**
4. nespokojen(a)  
3. většinou nespokojen(a)  
2. smíšeně stejně spokojený/á a nespokojený/á  
1. většinou spokojen(a)  
0. spokojen

**CELKOVÉ SKÓRE (0-81)**

## 9.7 Příloha 7: WHOQOL-BREEF

### Dotazník kvality života WHOQOL-BREEF



Jméno pacienta: \_\_\_\_\_ Ročník \_\_\_\_\_ Jméno vyšetřujícího \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_  
(Zadejte skóre pro jednotlivé funkce do odpovídajícího čtverce)

Následující otázky se ptají na to, jak jste vnímal kvalitu svého života, zdraví a jiných oblastí Vašeho života. Přečtěte si jednotlivé otázky spolu s možnými odpověďmi. Vyberte prosím odpověď, která se Vám zdá nevhodnější. Pokud si nejste jistá/ý, jak na otázku odpovědět, obvykle je nejlepší ta odpověď, která Vás napadne jako první.

Myslete prosím na své zásady, očekávání, potěšení a zájmy. Prosíme, abyste přemýšleli o svém životě v **1 měsíci před vstupem do léčby**.

1. Jak byste zhodnotil/a kvalitu svého života?	velmi špatná	špatná	ani špatná ani dobrá	dobrá	velmi dobrá
	1	2	3	4	5

2. Jak jste spokojen/a se svým zdravím?	velmi nespokojen/a	nespokojen/a	ani spokojen/a ani nespokojen/a	spokojen/a	velmi spokojen/a
	1	2	3	4	5

Následující otázky zjišťují, **do jaké míry** jste v posledních 4 týdnech prožíval/a určité situace.

	vůbec ne	trochu	středně	hodně	maximálně
3. Do jaké míry Vám bolest brání v tom, co potřebujete dělat?	1	2	3	4	5
4. Jak moc potřebujete nějakou léčbu, abyste mohl/a fungovat v každodenním životě?	1	2	3	4	5
5. Jak moc Vás těší život?	1	2	3	4	5
6. Nakolik se Vám zdá, že Váš život má smysl?	1	2	3	4	5
7. Jak dobře jste schopen/a se soustředit?	1	2	3	4	5
8. Jak bezpečně se cítíte ve svém každodenním životě?	1	2	3	4	5
9. Jak zdravé je prostředí, ve kterém žijete?	1	2	3	4	5

Následující otázky zjišťují, v **jakém rozsahu** jste dělal/a nebo mohl/a provádět určité činnosti v posledních čtyřech týdnech.

	vůbec ne	spíše ne	středně	většinou ano	zcela
10. Máte dost energie pro každodenní život?	1	2	3	4	5
11. Dokážete akceptovat svůj tělesný vzhled?	1	2	3	4	5
12. Máte dost peněz k uspokojení svých potřeb?	1	2	3	4	5
13. Máte přístup k informacím, které potřebujete pro svůj každodenní život?	1	2	3	4	5
14. Máte možnost věnovat se svým zálibám?	1	2	3	4	5

	velmi špatně	špatně	ani špatně ani dobře	dobře	velmi dobře
15. Jak se dokážete pohybovat mimo domov?	1	2	3	4	5



Další otázky se zaměřují na to, jak jste byl/a **šťastný/á** nebo **spokojený/á** s různými oblastmi svého života v posledních čtyřech týdnech.

	velmi nespokojen/a	nespokojen/a	ani spokojen/a ani nespokojen/a	spokojen/a	velmi spokojen/a
16. Jak jste spokojen/a se svým spánkem?	1	2	3	4	5
17. Jak jste spokojen/a se svou schopností provádět každodenní činnosti?	1	2	3	4	5
18. Jak jste spokojen/a se svým pracovním výkonem?	1	2	3	4	5
19. Jak jste spokojen/a sám/sama se sebou?	1	2	3	4	5
20. Jak jste spokojen/a se svými osobními vztahy?	1	2	3	4	5
21. Jak jste spokojen/a se svým sexuálním životem?	1	2	3	4	5
22. Jak jste spokojena s podporou, kterou Vám poskytují přátelé?	1	2	3	4	5
23. Jak jste spokojena s podmínkami v místě, kde žijete?	1	2	3	4	5
24. Jak jste spokojen/a s dostupností zdravotní péče?	1	2	3	4	5
25. Jak jste spokojena s dopravou?	1	2	3	4	5

Následující otázka se týká toho, **jak často** jste prožíval/a určité věci během posledních čtyřech týdnů.

	nikdy	někdy	středně	celkem často	neustále
26. Jak často prožíváte negativní pocity, jako je např. rozmrzelost, beznaděj, úzkost nebo deprese?	1	2	3	4	5

Následující tabulka by měla být vyplněna po ukončení rozhovoru.

	Rovnice po vypočtení skóre v jednotlivých částech/oblastech	Hrubé skóre	Transformované skóre	
			4-20	0-100
27. <b>Oblast 1</b>	$(6-Q3) + (6-Q4) + Q10 + Q15 + Q16 + Q17 + Q18$	a. =	b:	c:
28. <b>Oblast 2</b>	$Q5 + Q6 + Q7 + Q11 + Q19 + (6-Q26)$	a. =	b:	c:
29. <b>Oblast 3</b>	$Q20 + Q21 + Q22$	a. =	b:	c:
30. <b>Oblast 4</b>	$Q8 + Q9 + Q12 + Q13 + Q14 + Q23 + Q24 + Q25$	a. =	b:	c:

Bergner, M., Bobbitt, R.A., Carter, W.B. et al. (1981). The Sickness Impact Profile: Development and final revision of a health status measure. *Medical Care*, 19, 787-805.

Dragomírečká, F. & Bartoňová, J. (2006a). WHOQOL-BREF. WHOQOL-100. Příručka pro uživatele české verze dotazníku kvality života Světové zdravotnické organizace. Praha: Psychiatrické centrum Praha. ISBN: 80-85121-82-4.

## 9.8 Příloha 8: Test trupové stability

Společnost Praha

### Test trupové stability u osob s míšňí lézí

Jméno pacienta: \_\_\_\_\_ Ročník \_\_\_\_\_ Jméno vyšetřujícího \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_  
(Zadejte skóre pro jednotlivé funkce do odpovídajícího čtverce)

Výchozí poloha: vsedě s chodidly na podložce, kolena pokrčená o 90°, bez podpory trupu, ruce opřené o stehna.  
 Subjekt se pokusí o test třikrát. Hodnocen je nejlepší pokus. Pozorovatel může poskytnout biofeedback mezi testy.  
 Mohou být dány verbální nebo neverbální (demonstrační) pokyny.

Položka	Popis testu	Popis hodnocení	Skóre
<b>Statická rovnováha</b>			
1	Setrvat v základní pozici po dobu 10s	Pád Potřebuje oporu horních končetin Setrvá v pozici 10s	0 1 2
2	Překřížit pravou dolní končetinu přes levou	Pád Potřebuje oporu horních končetin pro setrvání v pozici Setrvá v pozici 10s	0 1 2
3	Překřížit levou dolní končetinu přes pravou	Pád Potřebuje oporu horních končetin pro setrvání v pozici Setrvá v pozici 10s	0 1 2
<b>Dynamická rovnováha</b>			
1	Dotknout se špičky nohy	Nezvládne Potřebuje oporu horní končetiny Zvládne bez opory	0 1 2
2	Položit se na záda a vrátit se do výchozí polohy	Nezvládne test Potřebuje oporu horních končetin Zvládne bez opory	0 1 2
3	Otočit se na pravý bok	Nezvládne Zvládne	0 1
4	Otočit se na levý bok	Nezvládne Zvládne	0 1
<b>Dynamická rovnováha se zapojením horních končetin do aktivity <i>průhlednosti</i></b> Z výchozí polohy je jedna horní končetina držena ve flexi v rameni 90°, s nataženým loktem, pronací předloktí, zápěstím v neutrální poloze a nataženými prsty. Jako terč použijeme karton ve tvaru kruhu o průměru 10 cm.			
1	Terč je v úrovni středu těla, ve výšce glenohumerálního kloubení, 10 cm od špičky prstů, dotknout se pravou rukou terče	Nezvládne Potřebuje oporu o kontralaterální HK Zvládne bez opory	0 1 2
2	Opakovat postup pro levou ruku	Nezvládne Potřebuje oporu o kontralaterální HK Zvládne bez opory	0 1 2
3	Terč je umístěn 45° vpravo od pozice 1, dotknout se pravou rukou terče	Nezvládne Potřebuje oporu o kontralaterální HK Zvládne bez opory	0 1 2
4	Terč je umístěn 45° vlevo od pozice 1, dotknout se pravou rukou terče	Nezvládne Potřebuje oporu o kontralaterální HK Zvládne bez opory	0 1 2
5	Terč je umístěn 45° vpravo od pozice 1, dotknout se levou rukou terče	Nezvládne Potřebuje oporu o kontralaterální HK Zvládne bez opory	0 1 2
6	Terč je umístěn 45° vlevo od pozice 1, dotknout se levou rukou terče	Nezvládne Potřebuje oporu o kontralaterální HK Zvládne bez opory	0 1 2

## 9.9 Příloha 9: Škála neuropatické bolesti

### Škála neuropatické bolesti



Jméno pacienta: \_\_\_\_\_ Ročník \_\_\_\_\_ Jméno vyšetřujícího \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_  
(Zadejte skóre pro jednotlivé funkce do odpovídajícího čtverce)

**Instrukce:** Bolest může mít mnoho podob, a proto tento dotazník hodnotí několik různých aspektů bolesti: **horko/chlad, tupost/ostrost, intenzitu**, celkovou **nepříjemnost** a úroveň **povrchové** či naopak **hluboké** bolesti.

Rozlišení různých aspektů bolesti můžeme srovnat s vnímáním chuti – lidé se dokážou shodnout na tom, jak sladký je koláč („*intenzita* sladkosti“), ale někteří ocení koláč raději sladší, další naopak méně sladký. Stejně tak lidé dokážou rozlišit hlasitost hudby, a jestli je hudba tišší nebo hlasitější, ale neshodnou se v pocitech, které v nich různá hlasitost hudby vyvolává (někteří preferují poslech tišší hudby, jiní naopak hlasitější). Stručně řečeno, *intenzita* vjemu nemusí souhlasit s tím, jaký pocit v nás daný vjem vyvolává. Zvuk může být nepříjemný, přitom zároveň tichý (např. škrabot netů po tabuli). Zvuk může být tichý a tlumený, ale i hlasitý a tlumený.

Vnímání bolesti je velmi podobné. Jsme schopni rozlišit mnoho různých aspektů bolesti – např. *jak moc* nás něco zrovna bolí, nebo *jak moc* je pro nás bolest *nepříjemná* či *obtěžující*. Ačkoliv má často intenzita bolesti velký vliv na subjektivní vnímání úrovně nepříjemnosti dané bolesti, někteří lidé jsou schopni snést vyšší intenzitu bolesti než jiní, aniž by ji popisovali jako obtěžující.

V následujícím dotazníku jsou stupnice k ohodnocení různých aspektů bolesti. Někdo může vnímat bolest jako pálivou, ale nikoliv tupou, jiný nemusí pociťovat žádné pocity tepla, ale vnímá bolest jako velmi tupou. Je běžné, že některé stupnice ohodnotíte velmi vysoko, jiné naopak velmi nízko. Prosíme, vyplňte dotazník tak, aby co nejvíce odpovídal Vámi vnímaným bolestivým pocitům.

1. Na stupnici níže ohodnoťte **intenzitu** Vaší bolesti. Zakřížkujte hodnotu, která nejvíce odpovídá intenzitě Vámi pociťované bolesti.

Bez bolesti

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **intenzivní** bolest, jakou si dokážu představit

2. Na stupnici níže ohodnoťte, jak **ostrá** je Vaše bolest. Slovní spojení, která jsou nejčastěji používána pro vyjádření „ostré“ bolesti jsou např. „jako nůž“, „jako jehla“, „jako bodnutí“, nebo „jako elektrický šok“.

Není ostrá

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **ostrá** bolest, jakou si dokážu představit („jako nůž“)

3. Na stupnici níže ohodnoťte, jak **pálivá** je Vaše bolest. Slovní spojení, která jsou nejčastěji používána pro vyjádření velmi „pálivé“ bolesti jsou např. „hořící“, nebo „v jednom ohni“.

Není pálivá

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **pálivý** pocit, jaký si dokážu představit („jako v ohni“)

4. Na stupnici níže ohodnoťte, jak **tupá** je Vaše bolest. Slovní spojení, která jsou nejčastěji používána pro vyjádření „tupé“ bolesti jsou např. „jako tupá bolest zubu“, nebo „jako otláčenina“.

Není tupá

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **tupá** bolest, jakou si dokážu představit

5. Na stupnici níže ohodnoťte, jak **studená** je Vaše bolest. Slovní spojení, která jsou nejčastěji používána pro vyjádření „studené“ bolesti jsou např. „jako led“, nebo „mrazivý pocit“.

Není studená

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **studený** pocit, jaký si dokážu představit („jako led“)

6. Na stupnici níže ohodnoťte, jak **citlivá** je Vaše kůže na dotek. Slovní spojení, která jsou nejčastěji používána pro vyjádření zvýšené citlivosti kůže, jsou např. „jako spálená kůže“, nebo „jako odřená kůže“.

Není citlivá

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce na dotyk **citlivá** kůže, jak si dokážu představit

7. Na stupnici níže ohodnoťte, jak **svědivá** je Vaše bolest. Slovní spojení, které je nejčastěji používáno pro vyjádření „svědivé“ bolesti je „jako kousnutí od komára“.

Není svědivá

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **svědivý** pocit, jaký si dokážu představit („jako kousnutí od komára“)

8. Které z následujících tvrzení nejlépe popisuje **dobu trvání** Vaší bolesti? Prosím zaškrtněte pouze jednu z možností:

Cítím chronickou bolest přetrvávající **po celý den s občasným zhoršením** této bolesti (tzv. průlomová bolest, tj. přechodné vzplanutí bolesti silné intenzity při základní bolesti)

Popište charakter chronické bolesti přetrvávající po celý den: \_\_\_\_\_

Popište charakter zhoršení bolesti (průlomové bolesti): \_\_\_\_\_

Cítím jediný typ bolesti přetrvávající **po celý den**.

Popište tuto bolest: \_\_\_\_\_

Cítím jediný typ bolesti pouze **někdy**. Jindy nepocítuji žádnou bolest.

Popište tuto občasnou bolest: \_\_\_\_\_

9. Již jste popsal/a různé vlastnosti Vaší bolesti. Nyní prosím uveďte, jak moc je pro vás Vaše bolest nepříjemná. Slovní spojení, která jsou nejčastěji používána pro vyjádření vysoké úrovně nepříjemnosti bolesti, jsou např. „sklíčující“, nebo „netolerovatelná“. Mějte na paměti, že bolest může být sice slabé intenzity, ale i přesto velmi nepříjemná, naopak může být bolest vysoké intenzity, přesto tolerovatelná. Na stupnici níže ohodnoťte, jak **nepříjemná** je Vaše bolest.

Není nepříjemná

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **nepříjemná** bolest, jakou si dokážu představit („netolerovatelná“)

10. Na závěr ohodnoťte intenzitu Vaší **hluboké** bolesti oproti **povrchové** bolesti. Ohodnoťte zvlášť hlubokou bolest (vnitřní, hůře lokalizovatelnou) a povrchovou bolest (na povrchu, lépe lokalizovatelnou). Toto hodnocení je poměrně složité, ale prosíme o nejlepší odhad. Zakřížkujte hodnotu, která nejvíce odpovídá intenzitě Vámi pocíťované hluboké a povrchové bolesti.

Není hluboká

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **intenzivní hluboká** bolest, jakou si dokážu představit

Není povrchová

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nejvíce **intenzivní povrchová** bolest, jakou si dokážu představit

## 9.10 Příloha 10: Hodnocení spasticity (MAS)

### Hodnocení spasticity a svalové dráždivosti (MAS, MES)



Jméno pacienta: \_\_\_\_\_ Ročník \_\_\_\_\_ Jméno vyšetřujícího \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

#### Vyšetřovací algoritmus

1. Umístěte pacienta do supinační polohy, tedy do uvolněné polohy vleže na zádech s nataženými horními i dolními končetinami, hlavu možno podložit. Před vyšetřením je nutné, aby pacient setrval v uvedené poloze nejméně 5 min.
2. Stiskněte kožní řasu palcem a ukazovákem (analogie Küblerovy řasy) 1x na vnitřní straně střední třetiny stehna a 1x na vnitřní straně střední třetiny bérce.
3. Uchopte dolní končetinu pod proximálním lýtkem a za patu a proveďte pohyb do maximální flexe v kyčelním a kolenním kloubu. Poté proveďte pohyb zpět do plné extenze. Každý z těchto pohybů proveďte za 1 s.
4. Zaznamenejte svalovou dráždivost pomocí škály MES
  - Žádná motorická odpověď (spasmus či klonus) na senzitivní podnět ani pasivní pohyb – **MES 0**
  - Motorická odpověď buď na senzitivní podnět, nebo na pasivní pohyb – **MES 1**
  - Motorická odpověď na senzitivní podnět i pasivní pohyb – **MES 2**
  - Výrazná motorická odpověď na senzitivní podnět i pasivní pohyb – **MES 3**
  - Generalizovaná motorická reakce (motorická odpověď se přenáší i na druhou DK, kde přesahuje 1/3 rozsahu pohybu, případně na trup či HKK) – **MES 4**
5. Zaznamenejte svalovou hypertonií pomocí škály MAS
  - Pohyb volný v celém průběhu – **MAS 0**
  - Mírné zvýšení tonu na konci rozsahu pohybu – **MAS 1**
  - Mírné zvýšení tonu po polovinu rozsahu pohybu – **MAS 1+**
  - Výraznější zvýšení tonu v celém průběhu pohybu, pasivní pohyb snadný – **MAS 2**
  - Zřetelné zvýšení svalového tonu, pasivní pohyb obtížný – **MAS 3**
  - Trvalé abnormální postavení, pasivní pohyb výrazně omezený – **MAS 4**

#### Tabulka hodnocení MAS + MES

	vpravo	vlevo	komentář
MES			
MAS			

## 10 SEZNAM ZKRATEK

ČSL JEP	Česká společnost pro míšňí lézi
WHO	World Health Organization
CZEPA	Česká asociace paraplegiků
SJ	Spinální jednotka
ISNCSCI	International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury
ASIA	American Spinal Injury Association
AIS	Asia Impairment Scale
NLI	Neurological level of injury
SCI	Spinal cord injury
SCS	Spinal cord stimulation
TsSCS	Transcutaneous Spinal Cord Stimulation
eSCS	Epidural Spinal Cord Stimulation
FBSS	Failed back surgery syndrome
CRPS	Complex regional pain syndrome
CNS	Centrální nervová soustava
Hz	Hertz
ARO	Anesteziologicko – resuscitační oddělení
JIP	Jednotka intenzivní péče