

**Univerzita Karlova  
1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví  
Studijní obor: Fyzioterapie



**Július Smolej**

**Možnosti využití exoskeletálního obleku Ekso GT™ ve fyzioterapii  
u spinálních pacientů**

*The Possibilities of Using Exoskeletal Suit Ekso GT™ in Physiotherapy  
with Spinal Cord Injury Patients*

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: Mgr. Jakub Pětioký, DiS.

Praha, rok 2019

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych velice poděkovat vedoucímu bakalářské práce, panu Mgr. Jakubovi Pětiokému, DiS., za umožnění přístupu k exoskeletálnímu obleku Ekso GT™, jeho odborné vedení, cenné poznámky, a především ochotu a trpělivost odpovídat na mé otázky. Dále bych chtěl poděkovat panu Bc. Zdeňkovi Váňovi za pomoc s výběrem vhodných pacientů a paní Kateřině Bubníkové DiS., pod jejíž odborným dohledem jsem mohl pozorovat a také vést terapii na exoskeletálním obleku Ekso GT™. V neposlední řadě patří obrovské poděkování mé rodině, která mě po celou dobu studia podporovala a byla pevnou oporou.

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité literární zdroje. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 17. 11. 2019

Július Smolej

## **IDENTIFIKAČNÍ ZÁZNAM**

SMOLEJ, Július. *Možnosti využití exoskeletálního obleku Ekso GT<sup>TM</sup> ve fyzioterapii u spinálních pacientů. [The Possibilities of Using Exoskeletal Suit Ekso GT<sup>TM</sup> in Physiotherapy with Spinal Cord Injury Patients]*. Praha, 2019. 132 s., 40 příloh. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství. Vedoucí závěrečné práce Pětioký, Jakub

## **ABSTRAKT BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**Autor:** Július Smolej

**Vedoucí práce:** Mgr. Jakub Pětioký, DiS.

**Název bakalářské práce:**

Možnosti využití exoskeletálního obleku Ekso GT<sup>TM</sup> ve fyzioterapii u spinálních pacientů

### **Abstrakt bakalářské práce:**

Tématem této bakalářské práce jsou možnosti využití exoskeletálního obleku Ekso GT<sup>TM</sup> ve fyzioterapii u spinálních pacientů v rámci rehabilitačního pobytu v RÚ Kladruby. Zaměření práce je teoreticko-praktické.

Teoretická část práce pomocí literární rešerše reflektuje problematiku míšních poranění, jejich epidemiologii a etiologii, klinický obraz, vyšetření, jednotlivé fáze míšního poškození, léčbu a zdravotní důsledky. Dále teoretická část pojednává o možnostech rehabilitace pomocí hi-tech robotických technologií, zejména pomocí robotických systémů se zaměřením na dolní končetiny, mezi které se řadí také exoskelet Ekso GT<sup>TM</sup>.

Praktická část bakalářské práce je poté rozdělena na dva oddíly. První oddíl je tvořený kazuistikami pacientů na exoskeletu Ekso GT<sup>TM</sup>, jejichž cílem je zhodnocení terapeutického přínosu robotického přístroje. Druhý oddíl obsahuje vyhodnocení nasbíraných retrospektivních dat proběhlých terapií s exoskeletem Ekso GT<sup>TM</sup> za roky 2014-2019 pomocí excelových tabulek a grafického znázornění.

**Klíčová slova:** exoskelet, Ekso, robotické systémy, spinální poranění

## **ABSTRACT OF BACHELOR THESIS**

**Autor:** Július Smolej

**Vedoucí práce:** Mgr. Jakub Pětioký, DiS.

**Title of bachelor thesis:**

The Possibilities of Using Exoskeletal Suit Ekso GT™ in Physiotherapy with Spinal Cord Injury Patients

**Abstract of bachelor thesis:**

This bachelor thesis is focused on how exoskeletal suit Ekso GT™ can be utilized in physical therapy with spinal cord injury patients during their rehabilitation stay in RÚ Kladruby.

Theoretical part of the thesis is based on literature review and reflects issues of spinal injuries, their epidemiology, clinical manifestation, examination, separate phases of spinal damage, treatment and health consequences. Furthermore, the theoretical part of this thesis deals with possibilities of hi-tech robotic technologies and their usage in rehabilitation, especially focused on lower limbs, where exoskeletal suit Ekso GT™ belongs.

The practical part of this bachelor thesis is divided into two sections. First section consists of patient's case studies using exoskeletal suit Ekso GT™ that are supposed to assess therapeutic benefits in use of this robotic machine. The second section contains evaluation of retrospectively gathered information from therapies undergone with Ekso GT™ since 2014 until 2019. Evaluation will be shown graphically and using excel tables.

**Key words:** exoskeleton, Ekso, robotic systems, spinal cord injury



## Obsah

ÚVOD .....	10
1. TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1.1 Poranění míchy .....	12
1.1.1. Etiologie a epidemiologie.....	12
1.1.2 Klinický obraz .....	13
1.1.3 Rozdělení poranění míchy.....	14
1.1.4 Klinické vyšetření .....	18
1.1.5 Léčba .....	20
1.1.6 Zdravotní důsledky a komplikace míšní léze .....	21
1.2 Robotické systémy zaměřené na dolní končetiny.....	28
1.2.1 Vymezení pojmů .....	28
1.2.2 Historie .....	29
1.2.3 Druhy systémů.....	30
1.2.4 Ekso GT <sup>TM</sup> .....	32
2 PRAKTICKÁ ČÁST.....	41
2.1 Cíle práce .....	41
2.2 Metodologie práce .....	41
2.2.1 Literární rešerše.....	41
2.2.2 Sběr dat.....	41
2.2.3 Kritéria výběru pacienta .....	41
2.2.4 Praktický průběh realizace .....	42
2.3 Kazuistiky .....	43
2.3.1 Kazuistika č. 1 .....	43
2.3.2 Kazuistika č. 2 .....	48
2.4 Retrospektivní analýza dat.....	53
2.4.1 Cíl.....	53
2.4.2 Sběr dat.....	53
2.4.3 Analýza a zpracování dat .....	54
2.4.4 Zhodnocení výsledků .....	57
3 DISKUSE.....	59
4 ZÁVĚR.....	65
5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	67



6	SEZNAM TABULEK.....	75
7	SEZNAM GRAFŮ.....	75
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	76
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	78

# ÚVOD

Vzpřímené držení těla a bipedální chůze jsou dva z nejdůležitějších mezníků v oblasti lidské evoluce, biomechaniky a neurofyziologie. Uvolnění horních končetin z oporné funkce do funkce úchopové nám dává oproti ostatním živočišným druhům mnoho výhod. Dá se říci, že téměř jakákoliv fyziologická funkce v lidském těle je přizpůsobena vzpřímenému držení těla a bipedální chůzi, jako je například dýchání, trávení či vylučování. Lidská bipedální chůze má mimo jiné také obrovský vliv na naše každodenní sociální interakce a psychické zdraví (Onose, 2016).

Proto je poranění míchy, ať už se na něj díváme z různé perspektivy, jedno z nejzávažnějších zranění, se kterým se můžeme setkat a jenom málokterý úraz může změnit člověku život, právě tolik jako míšní léze. Přináší s sebou různě akcentované senzomotorické a autonomní poruchy funkce a výsledný klinický obraz pacienta není dán jenom neurologickou úrovní léze, ale také jejím rozsahem. Léze se může nacházet v určité výškové oblasti, kde postihuje buď celý míšní průřez a vzniká tak kompletní míšní léze nebo inkompletní míšní léze, kde zasahuje jen jeho část (Kříž, 2018; Ambler, 2011).

Příčinu míšních lézí poté dělíme na traumatické a netraumatické. Podle poslední statistiky České společnosti pro míšní léze ČLS JEP z roku 2018 vyplývá, že celkově nejčastější příčinou jsou v 26 % pády. Následují dopravní nehody, poté skoky do vody, sportovní nehody a další. Ačkoliv celkově nejčastější příčinou míšní léze bylo traumatické poškození vzniklé následkem pádu (26 %), neúrazová etiologie míšních lézí (55 %) převažuje nad tou úrazovou (45 %). V České republice je tomu tak dle dostupných dat poprvé od roku 2005 (Česká společnost pro míšní léze ČLS JEP, 2019).

Hlavním cílem rehabilitace spinálních pacientů, nezávisle na míře neurologického deficitu, je maximální možné neurologické zlepšení, kterého se snažíme dosáhnout intenzivní stimulací CNS. Snažíme se docílit, co nejvyšší úrovně motorických schopností, vertikalizace a lokomoce pacienta za účelem maximální soběstačnosti. Kromě klasických fyzioterapeutických metodik v posledních letech dochází v neurorehabilitaci k častějšímu využívání robotických systémů. K hlavním výhodám robotických systémů patří možnost asistovaného repetitivního pohybu s možností odlehčení či naopak ztížení pohybu pacienta, pohyb může probíhat pasivně, aktivně nebo také aktivně s odporem. Poskytují přesné dávkování zátěže, možnost vysokého počtu opakování a přesnější trajektorii pohybu. Jedná se

o cílenou rehabilitaci s měřitelnými výsledky, která poskytuje možnost multisenzorického biofeedbacku. Ten pacienta informuje o průběhu a úspěšnosti terapie a zvyšuje tak jeho motivaci. V neposlední řadě robotické systémy snižují fyzickou námahu fyzioterapeuta a poskytují přesnou evaluaci efektu terapie (Kříž, 2016; Vařeka, 2016).

Historie robotických systémů zaměřených na dolní končetiny sahá překvapivě až do roku 1890, kdy ruský vynálezce Nicholas Yagn nechal patentovat přístroj podobný exoskeletálnímu obleku. Jednalo se o jednoduchý systém dlouhých listových pružin, které byly paralelně připojeny k dolním končetinám a měli ruským vojákům usnadnit běh a pohyb v bojovém poli. Ve vývoji exoskeletů poté existuje několik mezníků, především v 60. a 70. letech minulého století, kdy výzkum exoskeletů zažívá rozmach (Ferris, 2017; Habib, 2014).

Do této kategorie také spadá exoskeletální oblek Ekso GT<sup>TM</sup>, jenž je jediným přístrojem svého druhu v České republice, dostupný pouze v RÚ Kladruby. Jedná se o přenosný, robotický, externí skelet, který umožňuje pacientům s poraněním míchy, poškozením mozku či jiným pacientům s neurologickým deficitem funkce dolních končetin vertikalizaci a bipedální chůzi. Ať už mají částečnou či úplnou ztrátu hybnosti, díky exoskeletu jsou schopni vertikalizace a lokomoce, dle jejich zdravotního stavu.

Tématem této bakalářské práce jsou možnosti využití exoskeletálního obleku Ekso GT<sup>TM</sup> ve fyzioterapii u spinálních pacientů v rámci rehabilitačního pobytu v RÚ Kladruby. Zaměření práce je teoreticko-praktické.

Teoretická část práce pomocí literární rešerše reflektuje problematiku míšních poranění, jejich epidemiologii a etiologii, klinický obraz, vyšetření, jednotlivé fáze míšního poškození, léčbu a zdravotní důsledky. Dále představuje vznik robotických systémů, jednotlivé druhy systémů a možnosti rehabilitace pomocí hi-tech robotických technologií, zejména se zaměřením na dolní končetiny, mezi které se řadí také exoskelet Ekso GT<sup>TM</sup>.

Praktická část bakalářské práce je poté rozdělena na dva oddíly. První oddíl je tvořený kazuistikami pacientů na exoskeletu Ekso GT<sup>TM</sup>, jejichž cílem je zhodnocení využití robotického přístroje v terapii u spinálních pacientů. Druhý oddíl obsahuje vyhodnocení nasbíraných retrospektivních dat proběhlých terapií s exoskeletem Ekso GT<sup>TM</sup> za roky 2014-2019 pomocí excelových tabulek a grafického znázornění.

# 1. TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Poranění míchy

### 1.1.1. Etiologie a epidemiologie

Příčinu míšních lézí můžeme dělit na traumatické a netraumatické. Při traumatickém poranění míchy velice často dochází také k poranění páteře. Nadměrná flexe, extenze, rotace či přímá komprese páteře může vést ke frakturám nebo luxacím obratlů, poškození ligamentozního aparátu a meziobratlových disků a tím také k poranění míchy. Avšak ne všechna poranění páteře jsou spojena s poraněním míchy. Poranění míchy pak rozlišujeme na penetrující (bodná a střelná poranění atd.) a nepenetrující (pády, autonehody, násilné činy atd.) Podle poslední statistiky z roku 2018 vyplývá, že celkově nejčastější příčinou jsou v 26 % pády. Následují dopravní nehody, poté skoky do vody, sportovní nehody a další. Z celkových 274 hospitalizovaných pacientů ve 47 % případech došlo k poškození cervikálního míšního segmentu, dále ve 34 % thorakálního a v 19 % lumbálního míšního segmentu. Z hlediska rozsahu míšní léze převažují léze inkompletní (AIS A 21 %, AIS B 7 %, AIS C 30 % a AIS D 42%) (Česká společnost pro míšní léze ČLS JEP, 2019; Haninec, 2017; Bednařík, 2010).

Ačkoliv celkově nejčastější příčinou míšní léze bylo traumatické poškození vzniklé následkem pádu (26 %), neúrazová etiologie míšních lézí (55 %) převažuje nad tou úrazovou (45 %). V České republice je tomu tak dle dostupných dat poprvé od roku 2005. Netraumatická etiologie bývá nejčastěji spojená s nádorovým, cévním, zánětlivým, degenerativním, demyelinizačním či jiným onemocněním (Česká společnost pro míšní léze ČLS JEP, 2019; Haninec, 2017, Wendsche, 2005).

### 1.1.2 Klinický obraz

Klinický obraz míšní léze nám anatomicky určuje výšková lokalizace (vertikální topika) a transversální rozsah (horizontální topika) patologického procesu. Léze se může nacházet v určité výškové oblasti, kde postihuje buď celý míšní průřez a vzniká tak kompletní míšní léze nebo inkompletní míšní léze, kde zasahuje jen část míšního průřezu (Ambler, 2011). Pro správnou diagnostiku je třeba si uvědomit, že mícha je kratší než páteřní kanál a míšní segmenty neodpovídají segmentům páteřním. Mícha je zakončena na pomezí páteřních segmentů L1-L2 kónickým zúžením – conus medullaris, ze kterého pokračují jen svazky míšních kořenů zvaných cauda equina. Pro určení postiženého segmentu užíváme jednoduché pravidlo dle Chipaulta. Podle kterého horní krční páteřní segment odpovídá segmentu míšnímu, trnové výběžky dolní Cp páteře míšnímu segmentu + 1, horní Th páteře míšnímu segmentu +2, dolní Th páteře míšnímu segmentu +3, a poté v úrovni trnového výběžku obratle Th11 se nacházejí míšní segmenty L2-L3, u Th12 míšní segmenty L4-5 a výšky trnu L1 segmenty sakrální a coccygeální. Poškození míchy se vždy projeví v určité míře na kvalitě motorických a senzitivních funkcí, ovlivněn je ale také autonomní nervový systém (Míšní syndromy, 2012; Ambler, 2008; Nevšímalová, 2005; Wendsche, 2005).

**Motorická dysfunkce** se manifestuje v podobě centrální (spastické) parézy při zasažení kortikospinálního traktu, anebo také jako periferní (chabá) paréza, pokud dochází k poškození motoneuronů v předních rozích míšních či v předních kořenech (Ambler, 2008; Wendsche, 2005).

**Senzitivní dysfunkce** opět závisí na lokalizace a míře poškození. Léze zadních míšních rohů způsobí poruchu všech kvalit citlivosti, které se projeví na ipsilaterální straně v rozsahu poškozeného segmentu. Při poškození jednotlivých drah naopak dochází ke ztrátě pouze některé ze senzitivních funkcí, u poškození zadních provazců zase ke stejnostranné poruše propriocepce a diskriminačního cití (Ambler, 2008; Wendsche, 2005).

K **autonomní dysfunkci** dochází při poškození centrálních drah ovlivňující pregangliové autonomní neurony, při lézi pregangliových sympatických neuronů lokalizovaných v nukleus intermediolateralis segmentů C8–Th3 nebo také při lézi pregangliových parasympatických neuronů v sakrální míše – segmenty S2–4. Klinicky

nejvýznamnější projevy autonomní dysfunkce jsou poruchy mikce a defekace, sexuálních funkcí, zornicové poruchy a poruchy vazomotoriky (Ambler, 2008; Wendsche, 2005).

### **1.1.3 Rozdělení poranění míchy**

Vůbec nejzávažnějším poraněním je kompletní přetětí míchy – transverzální míšní léze. Mezi další úrazy patří také míšní kontuze, míšní komprese a míšní komoce.

#### **Míšní komoce**

Jedná se o krátkodobé, plně reverzibilní postižení motorických, senzitivních a sfinkterových funkcí, které trvá minuty až hodiny. Projevit se také může syndrom pálivých rukou – tranzitorní zpravidla bilaterální a symetrické dysestézie a parestézie horních končetin, zejména rukou. Přesný mechanismus vzniku není známý, uvažuje se však o přechodném kondukčním bloku vedení bez trvalého poškození axonů. K míšní komoci nejčastěji dochází u sportovců, např. kontaktní sporty, atletika, vlivem hyperextenze páteře (Bednařík, 2010; Nevšimalová, 2005).

#### **Míšní kontuze**

V případě, míšní kontuze dochází k poškození tkáně přímo následkem traumatu, nebo sekundárně v důsledku krvácení. Mezi příčiny poškození míchy lze zařadit subluxaci s následnou úplnou repozicí, meziobratlovou ploténku nebo dislokovaný kostní fragment. Dalšími mechanismy může být střelná, bodná, případně sečná rána. Pokud trvá ztráta všech funkcí pod místem léze déle než 24 hodin, je zde vysoká pravděpodobnost ireverzibilního postižení (Bednařík, 2010; Nevšimalová, 2005).

#### **Míšní komprese**

Komprese míchy vzniká přímo a také v důsledku alterace krevního oběhu v postižené oblasti. Mezi příčiny útlaku řadíme kostní úlomek, spinální epidurální hematom nebo dislokovaný disk. Přítomna je prudká lokální bolest a po několika hodinách až dnech se projeví syndrom transverzální míšní léze (Bednařík, 2010; Nevšimalová, 2005).

## **Transverzální míšňí léze**

Transverzální míšňí léze lze rozdělit na částečné (inkompletní) a úplné (kompletní). V případě inkompletní míšňí léze je zachována některé kvalita hybnosti nebo cití. V rámci kompletní míšňí léze hovoříme o nejtěžším stupni poranění. U tohoto typu může být mícha zcela dilacerována či nekrotická v důsledku ischemie. Výskyt inkompletních lézí mírně převažuje nad kompletními (Ambler, 2011).

### **A. Kompletní míšňí léze**

Klinický obraz kompletní transverzální míšňí léze je určen podle místa postiženého segmentu, dochází však ke ztrátě všech kvalit citlivosti a kompletní ztrátě volní hybnosti pod místem léze. Míšňí léze nad cervikální intumescencí (nad segmentem C5) vede ke spastické kvadruplegii, podle některých autorů až pentaplegii, neboť ochrnutím je zasažena také inervace bránice ze segmentu C4 a pacient se tím pádem neobejde bez trvalé umělé plicní ventilace. Při postižení cervikální intumescence (C5-Th2) dochází ke smíšené paréze či plegii horních končetin s centrální (spastickou) paraparézou a paraplegii dolních končetin. Při lézi hrudního segmentu míchy Th3-Th10 nastává paraplegie dolních končetin a v místě lumbální intumescence (Th9-L2) vede ke smíšené paraplegii dolních končetin (Míšňí syndromy, 2012; Bednařík, 2010; Nevšimalová, 2005).

Při akutních transverzálních míšňích lézích, způsobených nejčastěji traumatickou etiologií, se rozvíjí tzv. míšňí šok. Jedná se o klinický syndrom, který je zpravidla přítomen u poranění krčních a hrudních míšňích segmentů. Pod místem léze nastává úplná svalová atonie, areflexie, ztráta volní hybnosti, anestezie všech kvalit a také atonie detruzoru močového měchýře s retencí a paradoxní ischurií. Přítomny jsou také trofické změny, především porucha inervace potních žláz a další neurotrofické změny, které mohou snadno vyústit ke vzniku dekubitů. Mechanismus míšňího šoku není dosud plně objasněn, prozatím se ale předpokládá, že je způsoben náhlou ztrátou centrálních eferentních výstupů, které prakticky kontinuálně facilitují vnitřní neuronální míšňí síť, nejspíše cestou retikulospinálních drah. Může přetrvávat dny až měsíce v závislosti na výši míšňí léze. Následně po odeznění šoku se postupně navrácí funkce míšňích struktur, avšak bez supraspinální kontroly s charakteristickým obrazem spastické plegie s poruchou sfinkterů a sexuálních funkcí, hyperreflexie a vybavitelným Babinského reflexem. Dále se rozvíjí míšňí automatismy, úplná ztráta volní hybnosti a anestezie je vyjádřena výši léze

(kvadruplegie, paraplegie apod.) (Míšní syndromy, 2012; Bednařík, 2010; Nevšimalová, 2005).

## **B. Inkompletní míšní léze**

Inkompletní míšní léze se málokdy klinicky vyskytují ve své plné formě a často dochází k jejich kombinacím a různému vyjádření jednotlivých symptomů. Bývají také alespoň částečně reverzibilní (Bednařík, 2010)

### **a. Syndrom hemisekce míšní (Brown-Séquard)**

Kompletní míšní hemisekce je velmi vzácná, mnohem častěji je vyjádřena jako inkompletní syndrom. Častou příčinou tohoto míšního postižení jsou traumata, např. střelná poranění páteře, nebo míšní tumory, převážně metastázy a roztroušená skleróza. Symptomy syndromu hemisekce míšní, jinak také nazývaného jako Brown-Séquardův syndrom, se liší svými projevy na straně míšní léze a kontralaterálně ke straně léze (Míšní syndromy, 2012; Ambler, 2008).

Ipsilaterálně, na straně míšní léze, pozorujeme poruchu hlubokého cití a hybnosti charakteru centrální parézy či plegie, společně s akcentací propioceptivních reflexů a přítomností iritačních pyramidových jevů. Tyto symptomy vznikají v důsledku porušení ipsilaterálních drah – kortikospinálního traktu a zadních míšních provazců (Ambler, 2008). Kontralaterálně ke straně míšní léze nacházíme poruchu algického a termického cití v důsledku poškození spinothalamického traktu (Míšní syndromy, 2012; Ambler, 2008).

### **b. Cervikomedulární syndrom**

Symptomy tohoto syndromu závisí na tíži a úrovni poranění, zahrnuje však oblast od prodloužené míchy do střední krční míchy. Příčinou mohou být fraktury horních krčních obratlů, atlantoaxiální dislokace, fraktury a dislokace dens axis či přímé poranění vertebrálních tepen. Nejzávažnější varianta je zástava dýchání, kvadruplegie, ztráta cití pod atlasem a hypotenze. Charakteristickým pro tento syndrom je tzv. Bellova zkřížená paréza, což je kvadruparéza s dominantnějším postižením horních končetin nežli dolních (Bednařík, 2010).



### ***c. Akutní centrální míšní syndrom***

Jedná se o poranění střední a dolní krční míchy s cervikální spondylózou, nejčastěji u starších osob vlivem pádu na čelo s následnou hyperextenzí páteře. Syndrom je charakteristický akcentovanější slabostí horních končetin nežli dolních, ostrůvkovitou poruchou čítí, dysestézií a areflexií. Prognóza poranění je horší u osob s hematomyelií, naopak u cca 50% lidí bez hematomyelie pozorujeme zlepšení a schopnost samostatné chůze. Postižené horní končetiny mají klinický obraz neobratných rukou, kdy se jedná o kombinaci parézy a silné poruchy propriocepce (Bednařík, 2010).

### ***d. Přední míšní syndrom***

Jedná se o syndrom, který je spojovaný s okluzí a. spinalis anterior nebo traumatem s klinickým obrazem plegie pod místem léze, lehčí poruchou taktilního čítí se zachovalým hlubokým čítím. Akutní ruptura meziobratlového disku či tříštivá zlomenina s dorzálním posunem úlomku bývají nejčastější příčiny. Návrat motorických funkcí u tohoto syndromu je nepříznivý (Bednařík, 2010).

### ***e. Zadní míšní syndrom***

Jedná se o destrukci zadní části míchy se zachováním ventrálně probíhajících spinothalamických drah. Klinický obraz bývá kompletní paraplegie, porucha proprioceptivního, vibračního a diskriminačního čítí se zachovaným vnímáním bolesti, termickým a povrchovým čítím. V případě postižení krční míchy jsou navíc přítomny bolesti a parestezie v krku, horních končetinách, trupu a také lehká paréza horních končetin (Bednařík, 2010).

### ***f. Syndrom míšního epikonu a konu***

Syndrom míšního epikonu zahrnuje oblast míšních segmentů L4-S2. Pozorujeme chabou nebo smíšenou paraparézu dolních končetin a poruchu citlivosti rovněž dolních končetin dle výšky léze.

Syndrom míšního konu zahrnuje oblast obratlů Th12-L1, která je náchylná k traumatům flekčně-distrakčního rázu a tříštivých zlomenin po pádu z výšky na dolní končetiny a hýždě. Jedná se o postižení oblasti S3-S5 míšních segmentů a dominují převážně poruchy sfinkterů, perianogenitálního čítí a erekce (Bednařík, 2010; Nevšímalová, 2005).

### **g. Syndrom kaudy**

Jedná se o kompresi lumbosakrálních kořenů pod úrovní obratle L2, nejčastěji způsobenou akutní hernií meziobratlového disku, komprese kostními úlomky následkem traumatu jsou méně časté. Syndrom kaudy se liší postižení epikonu a konu především svou neúplnou symptomatologií a asymetrickou poruchou hybnosti (chabá paréza DK), sfinkterů, cití a intenzivní asymetrickou bolestí radikulárního charakteru. Řeší se akutně chirurgickou dekompresí (Bednařík, 2010; Nevšimalová, 2005).

## **1.1.4 Klinické vyšetření**

### **Vyšetřovací postupy u pacientů po míšní lézi**

Abychom byli schopni, co nejlépe vyhodnotit změny v poúrazovém období, byla vytvořena specifická vyšetření pro pacienty s míšní lézí. Mimo základní vyšetřovací metody, které používáme po závažných úrazech, je u pacientů s míšní lézí zejména důležité neurologické vyšetření. Neurologické vyšetření nám umožňuje stanovit úroveň a rozsah míšní léze, zhodnotit zbylou funkční schopnost svalového aparátu a díky tomu zvolit vhodný léčebný rehabilitační proces. Proto se u spinálních pacientů používá mezinárodní standardizované neurologické vyšetření dle ISNCSCI (International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury) vytvořené Americkou asociací spinálního poranění (American Spinal Injury Association – ASIA) v roce 1982. Formulář ISNCSCI dříve zvaný ASIA protokol prošel za tu dobu mnohými revizemi. Poslední revize proběhla v roce 2013, kde kromě změny názvu protokolu, došlo také ke změně designu formuláře, některých formulací a také ke vzniku konceptu tzv. neklíčových svalů určených pro přesnější diagnostiku motoricky kompletní a inkompletní míšní léze (Kříž, 2014; Kříž, 2009b).

#### **A. Stanovení neurologické úrovně míšní léze**

První krok pro stanovení neurologické úrovně míšní léze je určení senzitivní úrovně a jako druhý krok je poté určení motorické úrovně (Kříž, 2009b; Kolář, 2012).

**Senzitivní úroveň** míšní léze stanovujeme pomocí tzv. klíčových bodů. Klíčový bod pak odpovídá míšnímu segmentu v daném dermatomu, ve kterém testujeme reakci na lehký dotyk a diskriminační cití (tupý vs. ostrý předmět). Senzitivní úroveň míšní léze je

poté nejkaudálnější segment, který má plně zachované obě modalit (Kříž, 2009b; Kolář, 2012).

**Motorickou úroveň** stanovíme pomocí tzv. klíčových svalů. Každý jednotlivý míšní segment má definované klíčové svaly na horní a dolní končetině, které jsou z něj inervovány. U každého z těchto svalů vyšetříme jeho svalovou sílu v předem definované specifické poloze a ohodnotíme na stupnici od 0-5, které odpovídají svalovému testu dle Jandy. Motorická úroveň léze je pak určena nejnižším segmentem, jehož klíčový sval má svalovou sílu nejméně na stupni 3 a všechny klíčové svaly nad ním stupeň 5. U segmentů C1-C4, Th2-L1, S2-S5 určíme motorickou úroveň podle hranice citlivosti (Kříž, 2009b; Kolář, 2012).

Přesná definice **NLI (Neurological Level of Injury)** neboli neurologické úrovně léze poté zní: „*NLI se vztahuje k nejkaudálnějšímu míšnickému segmentu s intaktní citlivostí a antigravitační svalovou silou (stupeň 3 nebo více), přičemž rostrálně je normální (intaktní) senzitivní a motorická funkce. NLI je nejkraniálnější ze senzitivních a motorických úrovní určených v krocích 1 a 2.*“ (Kříž, 2014)

## **B. Stanovení rozsahu míšní léze**

Stanovení rozsahu míšní léze, tedy ve smyslu kompletní či nekompletní léze, určíme dle škály AIS (ASIA Impairment Scale), která vychází z výše zmíněného formuláře ISNCSCI. Škála klasifikuje míšní léze dle stupňů od A po E:

- **AIS A** – značí kompletní míšní lézi bez motorické a senzitivní funkce v míšních segmentech S4-S5;
- **AIS B** – označuje kompletně motorickou a senzitivně inkompletní lézi. Zachovaná je citlivost pod neurologickou úrovní léze včetně segmentů S4-S5 (hluboký anální tlak, lehký dotyk, píchnutí špendlíkem), ale motorické funkce více než tři segmenty pod motorickou neurologickou úrovní bilaterálně nejsou přítomny;
- **AIS C** – nekompletní motorická léze se zachovanou motorickou funkcí více než ½ klíčových svalů pod neurologickou úrovní míšní léze se svalovou silou menší než 3. Pro přesnější určení stupně B a C mezinárodní standardy nyní dovolují motorické hodnocení neklíčových svalů více než tři úrovně pod motorickou úrovní;
- **AIS D** – nekompletní motorická léze se zachovanou motorickou funkcí ½ nebo více klíčových svalů pod neurologickou úrovní míšní léze se svalovou silou 3 a více.

- Abychom mohli pacienta označit stupněm C nebo D, musí být schopný volní kontrakce análního svěrače a mít zachovanou citlivost v sakrálních segmentech s přítomnou motorickou funkcí více než tři úrovně pod motorickou úrovní pro danou stranu těla;
- **AIS E** – normální fyziologická hybnost a citlivost ve všech segmentech, může však přetrvávat porucha autonomních funkcí v různém rozsahu.

(Kříž, 2014; Kříž, 2009b; Kolář, 2012)

### **1.1.5 Léčba**

#### **Spinální program a systém péče o spinální pacienty**

Dlouhotrvající snahy ve 20. století o centralizaci péče pro nemocné s míšním poraněním byly úspěšně završeny až po pádu komunistického režimu, kdy v roce 1992 v Brně byla slavnostně otevřena první spinální jednotka České republiky pod vedením prof. Petra Wendscheho. Následně v roce 2002 vláda vydala Metodické opatření MZ ČR, které stanovovalo síť zdravotnických pracovišť a jejich spádových oblastí pro zajištění komplexní péče při spinálním poranění. Díky tomuto opatření byly v letech 2003-2004 založeny další spinální jednotky – KN Liberec, FN sP Ostrava a FN Motol v Praze (Kolář, 2012; Kříž, 2012; Kříž 2013).

První nemocniční stadium bylo rozděleno na akutní (stadium IA.) a subakutní (stadium IB.). V akutním stadiu IA. trvající převážně 1.-2. týdny po vzniku onemocnění by měl být pacient hospitalizován na ARO nebo JIP spondylochirurgického pracoviště. V subakutním stadiu IB. zahrnující cca 2.-12. týden po vzniku onemocnění je pacient hospitalizovaný na již zmiňovaných specializovaných spinálních jednotkách. Pro II. stadium v rehabilitačních ústavech (RÚ Kladruby, RÚ Hrabyně, Hamzova odborná léčebna Luže-Košumberk) trvající cca 6.-26. týden od zranění byl definován termín spinální rehabilitační jednotky, kam by nemocní a zranění měli být převezeni přímo ze spinálních jednotek. V dnešní době je tedy plně zajištěna kontinuita péče pro pacienty s míšním poraněním (Kříž 2013; Kolář, 2012; Kříž, 2012; Wendsche, 2005).

Ve III. stadiu (tzv. terciálním), po propuštění z rehabilitačního ústavu je nadále potřeba trvalá péče – praktického lékaře, neurologa, rehabilitačního lékaře, urologa, gynekologa a dalších odborníků. Pacient je dále preventivně dispenzarován v ambulanci spinální jednotky, kde byl léčený. Spinální poranění doprovází řada sekundárních

komplikací, což je důvod, proč je systém péče o spinální pacienty takto nastaven (Kříž 2013; Kříž, 2012; Wendsche, 2005).

Nezbytnou roli v tomto období také mají neziskové organizace v různých regionech ČR, které nabízejí sociální služby, osobní asistenci, půjčování pomůcek, poradenství atd. Primárně na klienty po míšním poranění se zaměřují tři organizace, a to Česká asociace paraplegiků (CZEPA), Centrum Paraple, obojí sídlící v Praze a Paracentrum Fénix fungující v Brně. V této terciální fázi by pacient měl být, co nejméně limitován ve společenských, pracovních a sportovních aktivitách. Zajistit tak, co nejlepší kvalitu života se snaží všechny zúčastněné léčebné pracoviště a neziskové organizace (Kříž 2013; Kříž, 2012).

### **1.1.6 Zdravotní důsledky a komplikace míšní léze**

#### **A. Respirační systém**

Komplikace respiračního systému jsou jednou z nejčastějších příčin úmrtí pacientů s krční a horní hrudní míšní lézí do jednoho roku od úrazu. Čím vyšší úroveň míšní léze, tím je postižení horší a ubývají svaly, které se podílejí na dechovém stereotypu, tetraplegičtí pacienti tak používají k dýchání prakticky pouze bránici. Poruchy expektorace, atelektázy, bronchopneumonie nebo respirační insuficience mohou být výsledkem přidruženého traumatu hrudníku či respiračních obtíží v anamnéze. Respirační fyzioterapie je u těchto pacientů zcela esenciální. Pacienti s vysokou krční míšní lézí jsou ohroženou skupinou pro vznik respiračních komplikací, proto se u nich doporučuje pravidelné očkování proti chřipce, zakoupení a používání pomůcek pro respirační fyzioterapii (flutter, acapella) a dechová cvičení. A v případě infektu také včas zahájit antibiotikovou terapii (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

#### **B. Kardiovaskulární systém**

##### **Autonomní dysreflexie**

Velice závažným stavem je autonomní dysreflexie, která se vyskytuje pouze u pacientů s míšní lézí nad Th 6 segmentem. Jedná se o prudký nárůst krevního tlaku způsobeného neadekvátní reflexní vasokonstrikcí při podráždění pod místem léze. Vzhledem k přerušení míšních drah, kompenzační reflexní bradykardie a vasodilatace se

mohou projevit pouze nad úrovní míšní léze, nedokážou tedy zvýšený krevní tlak efektivně snížit a tělo není schopno samo vzniklou situaci zvládnout. Nejčastější vyvolávající příčinou je distenze močového měchýře při neprůchodném močovém katetru či epicystostomii, méně častými příčinami však mohou také být distenze střeva, urolitiáza, náhlá příhoda břišní, ale i jiná podráždění, jako jsou popálení, zánět, fraktury nebo sexuální aktivity. Klinickým příznakem je prudká pulsující bolest hlavy v okciputu nebo ve spáncích, zarudnutí a pocení nad místem léze, suchá a bledá kůže pod úrovní léze, zastřené vidění, úzkost a samozřejmě záchvatovitá hypertenze. Pokud včas nezareagueme, může docházet ke komplikacím hypertenzní krize, jako je mozkové či subarachnoidální krvácení, srdeční selhání, selhání ledvin či hypertenzní neuroretinopatie. Často jako první pomoc postačí pacienta jednoduše vertikalizovat, zásadní je však, co nejdříve odhalit příčinu a následně ji vyřešit. Pokud není možné příčinu stavu bezprostředně odhalit, můžeme tlak přechodně snížit antihypertenzivem s rychlým nástupem účinku, jako je nifedipin nebo captoril. Bolesti hlavy mohou přetrvávat i delší období po odeznění autonomní dysreflexie (Kolář, 2012; Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Ortostatická hypotenze**

Ortostatická hypotenze je definovaná jako snížení systolického tlaku při vertikalizaci minimálně o 20 mmHg. U pacientů s krční a horní hrudní míšní lézí vzniká přerušování vedení mezi hypothalamem, mozkovým kmenem a spinálními sympatickými centry porucha sympatické kontroly s převahou parasymptiku. Tím dochází ke snížení vasomotorického tonu, bradykardii a hypotenzi a zhoršenému návratu krve z periferie, zejména při vertikalizaci. Hodnota systolického tlaku se pohybuje mezi 80-100 mmHg a při sedu či stoji pak dochází k ortostatické hypotenzii. Bývá způsobena delší horizontální polohou v akutní fázi, zejména však plegií dolních končetin, případně trupu a s tím spojeným nedostatečným žilním návratem krve z periferie. Z tohoto důvodu je důležitá postupná vertikalizace do sedu s možností okamžitého záklonu nebo vertikalizace na nastavitelném vertikalizačním stole či polohovacím lůžku. Můžeme ji také mírnit kompresními punčochami nebo vasotoniky. Obvykle trvá i několik týdnů, než se pacient na vertikální polohu přizpůsobí. Příznaky ortostatické hypotenze se mohou projevit i chronických pacientů v terciálním stádiu při delší době strávené v horizontální poloze na lůžku po operačním zákroku či nemoci, většina pacientů ale tyto obtíže zná a jsou schopni se s nimi sami vypořádat (Kolář, 2012; Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

## **Tromboembolická nemoc**

Spinální pacienti mají zvýšené riziko vzniku tromboembolické nemoci (TEN), z důvodu snížení vasomotorického tonu společně s absencí svalové pumpy, a tím pádem oblenění (zpomalení) průtoku krve na plegických končetinách. Tento stav vyžaduje důslednou profylaxi heparinem a následně warfarinem. Nejohroženější skupinou jsou pacienti v akutním a subakutním stadiu. Nesmíme však ale zapomínat také na chronické pacienty, kde se může TEN rozvinout po dlouhodobější imobilizaci, např. po zlomeninách DK, operačních výkonech, nemoci, atd (Kolář, 2012; Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

## **Ischemická choroba srdeční**

Dříve byla nejčastější příčinou úmrtí pacientů s míšním poškozením urosepsy nebo dekubitální sepse. Avšak díky zkvalitnění léčebné a ošetrovatelské péče se dostává do popředí ischemická choroba srdeční (ICHS). Důvodem je snížená fyzická aktivita, hypercholesterolemie, obezita, kouření, porucha glukózové tolerance, ale také deprese a sociální izolace. Léčba i prevence je shodná se zdravou populací (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

## **C. Gastrointestinální systém**

### **Gastroezofageální reflux a vředová choroba gastroduodena**

U spinálních pacientů také vzniká riziko vzniku peptického nebo duodenálního vředu, vyskytují se však spíše ojediněle, a pokud k nim dochází tak převážně v akutním stadiu. Problémy mohou vzniknout při diagnostice, protože symptomy onemocnění jsou u pacientů s vysokou míšní lézí zmírněné a je pro ně obtížné přesně lokalizovat a charakterizovat bolest. Léčba je stejná jako u běžné populace (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Neurogení střevo**

Střevní dysfunkce neboli neurogení střevo se liší dle postižení horního či dolního motoneuronu. Může se jednat o ztrátu pocitu nutkání na stolicí, obstrukci, inkontinenci či nekoordinovanou evakuaci stolice (Kříž, 2009a).

Při lézi dolního motoneuronu je výrazně zpomalena peristaltika při normální až zvýšené resorbci vody. Vzniká tak tuhá a suchá stolice, a také riziko inkontinence, protože vnější anální sfinkter je hypotonický. Naopak při lézi horního motoneuronu, je vnější anální

sfincter hypertonický a riziko inkontinence je nízké, ačkoliv je peristaltika taktéž zpomalena (Kříž, 2009a).

K vyprázdnování se většinou využívají rektální stimulantia (čípky) aplikované po 2-3 dnech. I přesto může dojít k zácpě či dokonce k subileočnímu stavu (Kříž, 2009a).

### **Obezita**

Další častou komplikací u pacientů s míšním poraněním je nárůst hmotnosti (Beneš, 1987). Z důvodu snížení pohybové aktivity a tím menšího energetického výdeje, dochází ke změně metabolismu základních živin. Zpomaluje se nástup aerobní fáze při zátěži, mění se poměr HDL a LDL cholesterolu, dochází k převaze estrogenního vlivu na tukovou tkáň z důvodu snížení hladiny testosteronu. Obezita je rizikovým faktorem mnoha onemocnění, ne jenom u spinálních pacientů, ale rovněž běžné populace. Pokud těmto komplikacím chceme předcházet, dieta a pravidelný pohybový režim jsou více než na místě (Kříž, 2009a).

## **D. Urogenitální systém**

S poruchou autonomního nervového systému se pojí také problémy s vyprázdnováním močového měchýře. V akutní fázi míšní léze mají pacienti zavedený permanentní močový katétr (PMK). U mužů se však doporučuje, co nejdříve přejít na intermitentní katetrizaci (IK) z důvodu průběhu uretry a tím zvýšeného rizika vzniku striktur. Pokud tuto metodu katetrizace nemůžeme z různých důvodů použít, další metodou volby je tzv. suprapubická epicystomie (EPI). V současné době je však IK nejlepší a nejbezpečnější metodou pro dlouhodobou derivaci moči u neurogenního močového měchýře. Přesto ale existuje velké procento pacientů, kteří dlouhodobě používají PMK nebo EPI, přičemž právě u této skupiny lidí dochází často ke zdravotním komplikacím typu uroinfekce, urolitiázy a dokonce až k selhání ledvin (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Uroinfekce**

Může se jednat o závažnou komplikaci, neboť dokáže rychle přejít v septický stav. Vždy musíme nejdříve odlišit možnost uroinfekce a kolonizace dolních močových cest. Neurogenní močový měchýř bývá téměř vždy kolonizovaný bakteriemi. Infekci můžeme vyloučit v případě, že počet bakterií je menší než 10<sup>5</sup>/ml moči, leukocyturie je pod 100/ml



moči a pacient nevykazuje symptomy infekce – teplota, kalná, zapáchající moč (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Urolitiáza**

Urolitiáza je spojena s dlouhodobým zavedením PMK či EPI a opakovanými uroinfekcemi. V případě prevence je dobré zajistit pravidelné ultrazvukové kontroly a při zjištění zahájit dietni, farmakologickou nebo chirurgickou léčbu (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

## **C. Muskuloskeletální systém**

Vlivem absence pohybu nastává v muskuloskeletálním systému mnoho změn a případných komplikací. Dochází k úbytku svalové hmoty, která je nahrazována tukem, k odvápnění kostí, až k následné osteoporóze. Změnou postury a pohybových stereotypů může docházet k přetěžování určitých segmentů a rozvoji degenerativních změn (Kříž, 2009a).

### **Osteoporóza a zlomeniny**

K obrovské kostní resorpci dochází ihned bezprostředně po úraze a bývá doprovázená zvýšenými hodnotami kalcia a hydroxyprolinu v moči. K ustálení těchto hodnot dochází většinou po roce od úrazu, což je známkou toho, že se organismus adaptoval na vzniklý stav. Hlavním důsledkem osteoporózy je zvýšené riziko vzniku zlomenin. Nejčastější bývají fraktury dlouhých kostí na dolních končetinách, a to konkrétně distálního femuru a proximální tibie. Většinou jsou úrazového charakteru, ale také mohou vzniknout při špatné manipulaci při přesunech. Operační léčba by měla být metodou první volby, protože sádrová fixace na plegických končetinách může vyústit až v dekubity (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Přetěžování a degenerativní onemocnění**

Pro všechny spinální pacienty bývá časté chronické přetěžování ramenních kloubů z důvodu užívání mechanického vozíku. Avšak u tetraplegiků vlivem svalové dysbalance, následné decentrace a bolestivých stavů, může stav postoupit až k impingement syndromu, který je pak hůře řešitelný. Časté jsou také epikondylitidy flexorových a extenzorových svalových skupin. Je důležité, aby tyto obtíže nepřešly do chronicity, kdy se jejich léčba stává složitější (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

## **Paraartikulární osifikace**

Mohou vzniknout už v prvních týdnech od úrazu a postihují dlouhodobě imobilizované pacienty. Vazivová tkáň se mění na osteoblasty, které vytvářejí, v okolí velkých končetinových kloubech pod úrovní léze, amorfni kostí hmotu – paraartikulární osifikace (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

## **D. Kožní systém**

### **Dekubity**

Dekubity byly a stále jsou jednou z nejčastějších komplikací u pacientů po poranění míchy. V akutní fázi bývá na vině nedostatečná ošetrovatelská péče, kdežto v chronické fázi bývají na vině většinou pacienti, mohou však také vzniknout při dlouhodobé hospitalizaci pro jiné interní či chirurgické obtíže. I zdánlivě bezvýznamná oděrka či zarudnutí v prolongované pozici vleže nebo vsedě se může bez patřičné kontroly, péče a antidekubitních pomůcek rozvinout v dekubit. Vznikají nejčastěji v sakrální nebo gluteální oblasti, ale mohou se také objevit v oblasti trochanterů, kotníků či pat. Zcela zásadní je včasné odhalení a zahájení terapie, neboť léčba je nákladná, dlouhodobá a významně stěžuje aktivní rehabilitaci pacienta. Dekubity s rozsáhlým a hlubokým defektem vyžadují nekrektomii a plastickou operaci svalově-kožním lalokem. Avšak pokud je infekcí zasažena kost, může dojít k chronické osteomyelitidě a šance na vyléčení se zmenšuje (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Popáleniny, omrzliny**

Ztrátou citlivosti pod úrovní léze vzniká špatný tělesný odhad a hrozí trvalé riziko vzniku kožních oděrek, popálenin či omrzlin. Velice časté jsou popáleniny od horkých nápojů či jídel převážených na klíně nebo od radiátorů, krbu či od příliš horké vody při osobní hygieně. Stejně tak v zimě při nedostatečně teplém oblečení mohou vznikat omrzliny. Léčba je stejná jako u běžné populace, avšak vzhledem k poruše cévního zásobení a inervace může trvat déle (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

## **Nervový systém**

### **Spasticita míšní**

Po odeznění míšního šoku nastupuje u pacientů s centrální lézí tzv. spasticita. Definice spasticity není jednoduchá a během řady let prošla mnohými změnami. V současné době je však obecně přijímaná definice, která zní, že spasticita je charakterizována zvýšením tonického napínacího reflexu v závislosti na rychlosti pasivního protažení vznikajícího z abnormálního zpracování aferentního inputu na míšní úrovni. Projevy mohou být vyjádřeny v různé míře, jedná se však o svalový hypertonus, zvýšené šlachově-okosticové reflexy, pozitivní iritační pyramidové jevy, svalový klonus, flexorové a extenzorové spasmy. V chronickém stádiu bývají již pacienti na tyto projevy adaptováni, medikaci vysadí spontánně bez viditelného zhoršení a pasivním protažením končetin dokáží snížit spasticitu na přijatelnou mez. U inkompletních míšních lézí bývá spasticita výraznější (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Postrumatická syringomyelie**

U pacientů po spinálním poranění v chronické fázi může vzniknout stav zvaný syringomyelie. Jedná se o vznik cysty (syrinxu) v šedé hmotě míšní plnící se tekutinou, která může vyvolávat neuropatickou bolest v místě léze s postupnou progresí neurologického deficitu. Řešení je operační a spočívá v zavedení syringosubarachnoidálního nebo syringopleurálního shuntu (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Neuropatická bolest**

Další častou komplikací doprovázející pacienty po poranění míchy je neuropatická bolest. Od muskuloskeletárních či viscerálních bolestí se liší tím, že vychází přímo z postižených nervových struktur a je hůře řešitelná (Kříž, 2012; Kříž, 2009a).

### **Úžinové syndromy**

Jak u běžné populace, tak také u spinálních pacientů se můžeme setkat s úžinovými syndromy, které vznikají na podkladě chronického přetěžování kvůli změnám pohybovým stereotypům. Častá je iritace n. medianus vzniklá při pohybu na mechanickém vozíku (Kříž, 2009a).

## **Porucha termoregulace**

Další komplikací, se kterou se spinální pacienti potýkají je porucha termoregulace. Ta vychází z poruchy aferentního vstupu z kožních receptorů s následnou neschopností regulace vazokonstrikce či vazodilatace a pocení, vzniká tak riziko přehřátí organismus v létě. Projevuje se u pacientů s kompletní míšní lézí nad Th6 (Kříž, 2009a).

## **1.2 Robotické systémy zaměřené na dolní končetiny**

### **1.2.1 Vymezení pojmů**

Slovo robot se poprvé objevilo v roce 1920 v divadelní hře „Rossum’s Universal Robots“ neboli R.U.R. napsané Karlem Čapkem. Skutečným autorem slova, které dalo později základ celému vědnímu oboru byl ale bratr Josef Čapek. V minulosti, stejně jako tomu je v Čapkově divadelní hře, robotická zařízení (převážně v oblasti průmyslu) sloužily spíše k nahrazení lidské pracovní síly. V dnešní době, ačkoliv k tomuto účelu slouží robotická zařízení stále více, pozorujeme také nárůst trendu interakce mezi robotem a jeho operátorem (Vukobratovič, 2007; Vítečková, 2011)

Integrace lidí a robotických zařízení do jednoho systému za účelem vytvoření pomocných technologií v oblasti biomedicíny, průmyslu a dalších odvětvích, dala vzniknout kategorii tzv. osobně orientovaných robotů. Do této kategorie také spadají exoskelety a aktivní ortézy dolních končetin, přístroje, které pracují po boku lidské dolní končetiny a rozšiřují, doplňují, nahrazují či zlepšují jejich schopnosti (Vítečková, 2011).

V literatuře poté existuje několik definic těchto přístrojů. Z českých autorů Vítečková et al., definuje exoskelet společně s aktivními ortézami dolních končetin následovně. Aktivní ortéza dolních končetin je externí zařízení mechanické struktury, které má zlepšovat pohyblivost operátorů či pacientů poskytnutím fyzické podpory v jednom či více kloubech končetiny. Naopak termín exoskelet označuje zařízení, které zahrnuje většinu kloubních spojení dolní končetiny, má antropomorfní charakter a je přizpůsobeno k paralelní práci s lidským tělem. Rozlišovacím kritériem je tedy počet kloubních spojení, které dané zařízení zahrnuje. Aktivní ortézy dolních končetin nejčastěji pracují pouze s kolenním a hlezenním kloubem, kdežto exoskelet zahrnuje kloub kyčelní, kolenní a hlezenní (Vítečková, 2011).

Pro tuto práci je pravděpodobně nejvhodněji ucelená definice dle Miller et al., která říká, že: „Exoskelet je zařízení na předpis, které se skládá z externích, motory poháněných ortéz umístěných na paralyzovaných či oslabených končetinách za účelem vertikalizace, lokomoce, chůze do schodů a ze schodů a vykonávání ADL (Activity of Daily Living).“ (Miller, 2016)

Z hlediska etymologie termín exoskelet pochází z řečtiny, kdy *exo* značí externí či vnější a *skeletos* vysušené tělo čili kostru. Termín se používá také v biologii pro označení vnější chitínové kostry členovců (Arthropoda) (Fosch-Villaronga, 2019).

## 1.2.2 Historie

První zmínky o přístroji podobném exoskeletu existují již od roku 1890, kdy Nicholas Yagn patentoval přístroj pro ruské vojáky. Jednalo se o jednoduchý systém dlouhých listových pružin, které byly paralelně připojeny k dolním končetinám a měli vojákům usnadnit běh a pohyb v bojovém poli. Avšak až s vývojem výpočetní technologie bylo možno provést komplexní přepočty pro kontrolu a stavbu přenosného robotického zařízení. Ve vývoji exoskeletů poté existuje několik mezníků, především v 60. a 70. letech minulého století, kdy výzkum exoskeletů zažívá rozmach (Ferris, 2017; Habib, 2014).

První fungující exoskelet zvyšující výkonnost přezdívaný Hardiman (odvozeno z „Human Augmentation Research and Development Investigation“ a Man z Manipulator) byl zkompletován v letech 1965-1971 týmem v General Electric Research (Schenectady, NY) společně s Cornell univerzitou za finanční podpory americké armády. Hardiman byl celotělový exoskelet, enormně hydraulicky silný, schopný zvýšit lidskou sílu 25krát násobně (Ferris, 2017; Habib, 2014).

Ve stejné době probíhaly také průkopnické výzkumy v Mihailo Pupin Institutu v Bělehradě pod vedením profesora Miomira Vukobratoviče. Profesor Vukobratovič a jeho tým v roce 1969 jako první vyvinuli aktivní asistivní exoskelet dolních končetin s antropomorfním pohybem pro osoby s paraplegií. Přístroj umožňoval řízenou flexi/extenzi kyčle, kolene i kotníku a také abdukci/addukci kyčle (Ferris, 2017; Habib, 2014).

Dalším mezníkem na poli výzkumu exoskeletů bylo financování několika výzkumných projektů (BLEEX, Sarcos, MIT Exoskeleton) agenturou amerického ministerstva obrany DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency). Z nich byl

nejvýznačnější projekt zvaný BLEEX (Berkeley Lower Extremity Exoskeleton) započatý v roce 2001. Jednalo se o první nosný a energeticky nezávislý exoskelet s vlastním zdrojem energie. BLEEX byl složený ze dvou částí: exoskeletu dolních končetin a zádové části určené pro těžká břemena. Pro „stínování“ operátora obsahoval exoskelet 45 senzorů a podporoval 7 stupňů volnosti v kloubech (3 v kyčli, 1 v koleni a 3 v kotníku), z toho 4 byly aktivně ovládané, jednalo se o pohyby flexe/extenze a abdukce/addukce v kyčli a flexe/extenze v kolenním a kyčelním kloubu (Ferris, 2017; Habib, 2014).

### **1.2.3 Druhy systémů**

Exoskelety a aktivní ortézy dolních končetin rozlišujeme na tři základní kategorie: zvyšující výkonnost, rehabilitační a asistivní (Vítečková, 2011).

#### **A. Exoskelety zvyšující výkonnost**

Tato kategorie zahrnuje přístroje, které jsou určené pro zdravé operátory a slouží k usnadnění namáhavé práce a zvýšení její efektivity (Vítečková, 2011).

#### **B. Rehabilitační exoskelety**

Cílem rehabilitačních exoskeletů je amplifikace motorických schopností dolních končetin a asistence pohybu pacienta v potřebné míře pro minimalizování jejich funkčního deficitu. Dělí se pak ještě na tři kategorie, a to: stacionární zařízení, kompletní mobilní zařízení, částečné mobilní zařízení (Vítečková, 2011).

#### **C. Asistivní exoskelety**

Asistivní exoskelet má poskytovat dostatečnou mechanickou i řídicí flexibilitu pro vykonávání potřeb ADL (Activity of Daily Living – všední denní činnosti), a to především chůzi, chůzi do schodů a ze schodů, vertikalizaci, posazení a další. Dělí se poté do dvou dalších kategorií na: úplné exoskelety a částečně aktivní ortézy (Vítečková, 2011).

Blíže se zaměříme na asistivní exoskelety a konkrétně na kategorii úplných exoskeletů. Momentálně existuje několik přístrojů, které jsou volně dostupné k zakoupení, avšak pouze některé z nich mají certifikaci FDA (Food and Drug Administration) pro distribuci v USA a CE v Evropě (Mekki, 2018; NICE, 2017).

## **EksoGT™**

Exoskelet firmy Ekso Bionics Inc. je vzhledem k tématu podrobněji rozebrán v samostatné kapitole níže (viz kapitola Ekso GT™).

## **ReWalk™**

ReWalk™ je exoskelet původně navržený v Izraeli firmou Argo Medical Technologies. Už od začátku byl robot designovaný ve dvou provedeních, a to jako osobní a rehabilitační zařízení. Exoskelet pohání dvojice motorů v kyčelních a kolenních kloubech a řídicí jednotka je uložena v batohu, který má pacient (operátor) na sobě. Chůze je generovaná pomocí senzorů umístěných na hrudi, které sledují úhel mezi trupem a dolními končetinami a regulují tak postavení dolních končetin, nebo skrze dálkové ovládání, podobné hodinkám, na zápěstí. Systém ReWalk™ umožňuje pacientovi posazení, postavení a chůzi. Velkým přínosem exoskeletu ReWalk™ oproti ostatním, je ten, že je schopný chůze do schodů i ze schodů. Dostupné modely k prodeji jsou *ReWalk Personal (Th7-L5)* – osobní a komunitní využití a *ReWalk Rehabilitation (T4-L5)* – rehabilitační zařízení (Lajeunesse, 2016; Rojek et al., 2015; ReWalk, 2019; Vítečková, 2011).

## **Indego™**

Systém Indego™ podobně jako ReWalk™ nabízí dvojí verze exoskeletu – Indego Personal určený pro klienty s úrovní míšní léze Th3-L5 a Indego Therapy pro pacienty s míšní lézí C7-L5 v rámci ambulantní či rehabilitační léčby. Výrobce ještě uvádí, že exoskelet je vhodný pro pacienty po CMP a obecně pro osoby s neurologickým deficitem dolních končetin. Od ostatních zmiňovaných systémů se liší především tím, že je založený na modulárním designu a je volně rozložitelný a operátor se s ním také posadí do vozíku (Lajeunesse, 2016; Indego, 2019).

## **HAL for Medical Use**

Celým názvem Hybrid Assistive Limb for Medical Use vyráběný japonskou firmou Cyberdyne Inc. je trochu jiný exoskelet než předchozí zmiňované. Systém HAL existuje ve dvou provedeních, a to jako celotělový exoskelet zvyšující výkonnost, a poté jako asistivní exoskelet dolních končetin určený pro osoby s neurologickým deficitem (HAL for Medical Use). HAL je naprosto odlišný ve způsobu řízení a ovládání, nežli je tomu u ReWalk™, Indego™ a také Ekso™. Chůze je iniciována myoelektrickými

potenciály, snímané senzory, které má pacient (operátor) připevněné na tzv. ZPP (Zones of Partial Preservation), volně přeloženo jako zóny parciální prezervace. Amplifikací minutového bioelektrického signálu z dolních končetin a jeho zpracováním exoskelet umožňuje volný pohyb u pacientů s nekompletní a kompletní míšní lézí dle výšky léze a zachování zón parciální prezervace. Tento mechanismus tak umožňuje pacientům mít kontrolu nad vlastním pohybem a určovat chůzové parametry. Exoskelet je tedy výhradně řízen pacientem (operátorem) a jeho myšlenkou k vykonání pohybu (Ghaddar, 2019; Grasmücke, 2017; Nitschke, 2014).

## **1.2.4 Ekso GT™**

### **A. Historie vzniku**

Exoskelet Ekso GT, známý také pod starším názvem eLEGS (Exoskeleton Lower Extremity Gait System) je nositelný exoskeletální oblek druhé generace firmy Ekso Bionics, dříve Berkeley Bionics (Rupal, 2016). Vývoj obleku vznikl ve spolupráci s University of California, Berkeley, která je známá především svým armádním projektem BLEEX (Berkeley Lower Extremity Exoskeleton) (viz kapitola Historie). Firma Berkeley Bionics byla založena pro komerční využití technologií University of California, Berkeley, která později od univerzity získala všechny patenty exoskeletu BLEEX a navázala na jeho vývoj. Na trh poté uvedla několik jeho variant – ExoHiker, ExoClimber a kombinaci obou variant, exoskelet pro americkou armádu HULC (Human Universal Load Carrier) (Vitečková, 2011).

První generaci přístroje zvaný eLEGS firma představila v roce 2010. Na rozdíl od BLEEX či HULC se nejednalo o exoskelet zvyšující výkonnost, ale asistivní exoskelet určený pro rehabilitační a lékařská zařízení, který umožňoval paraplegikům a ostatním lidem s pohybovým deficitem dolních končetin se opět postavit a chodit (Berkeley Robotics & Human Engineering Laboratory, 2010). V roce 2011 firma započala klinická testování v rehabilitačních zařízeních a nemocnicích v USA a v Evropě. Následně pak v roce 2012 Ekso získalo CE certifikaci pro volnou distribuci v Evropě a FDA certifikaci pro USA. V roce 2016 poté firma s novým modelem Ekso GT™ získala FDA certifikaci pro spinální pacienty s rozsahem míšní léze od segmentu C7-L5, ale také pro hemiplegické pacienty po CMP. Tím se Ekso GT™ stal prvním exoskeletem s certifikací FDA určeným pro rehabilitaci



pacientů po CMP (NICE, 2017; Esquenazi, 2017; Gardner, 2017; Berkeley Robotics & Human Engineering Laboratory, 2010).

## **B. Základní popis**

Ekso GT<sup>TM</sup> je exoskeletální, samonosný oblek, který terapeut může díky jeho antropomorfickému tvaru nasadit na pacienta. Skládá se z několika hlavních komponentů. Horní část obleku tvoří torzo, které si pacient nasadí jako batoh na záda a pomocí ramenních a hrudních popruhů přizpůsobí své postavě. K torzu jsou připojeny hliníkové femurální a tibiální ortézy, přes které se přenáší váha pacienta do chodidlové části. Ortézy jsou navzájem spojeny kloubními spojeními v oblasti kyčelního, kolenního a hlezenního kloubu. Hlezenní kloub je pasivní a pro větší odolnost vyrobený z titanu. Kdežto kyčelní a kolenní klouby pomocí servomotorů uvádějí exoskelet v pohyb. Každý z těchto kloubů je nezávisle kontrolován různými senzory, které jsou propojené s přenosnou řídicí jednotkou, která se nachází batožinové části obleku. Informace jsou získané z více než 35 různých senzorů (např. akcelerometry, gyroskopy, tlakové senzory, rychlostní senzory atd.), které jsou rozmístěné po celém přístroji a slouží k aferentnímu vyhodnocení. Robotický systém nahrazuje nedostatečnou nervosvalovou funkci a napomáhá dolním končetinám k chůzi. Veškerý pohyb je iniciován buď prostřednictvím specifických činností pacienta nebo použitím externího ovladače. Přístroj je individuálně tělesně nastavitelný, přesto má však určité výškové a váhové omezení, váží kolem 28 kg a maximální rychlost chůze je 1,6 m/s (Gagnon, 2018; Esquenazi, 2017).

## **C. Funkce Ekso GT**

### **Robotický asistovaný trénink lokomoce**

Funkce exoskeletálního obleku jsou vertikalizační a lokomoční. Robotický asistovaný trénink dolních končetin umožňuje především asistovaný repetitivní pohyb s možností odlehčení či naopak ztížení pohybu pacienta, pohyb může probíhat pasivně, aktivně nebo také aktivně s odporem. Poskytuje přesné dávkování zátěže, možnost vysokého počtu opakování a přesnější trajektorii pohybu. Zároveň poskytuje možnost multisenzorického biofeedbacku, který pacienta informuje o průběhu a úspěšnosti terapie. Systém nabízí celkově přesnější evaluaci terapie podle sledovaných parametrů. V neposlední řadě se jedná o zjednodušení práce fyzioterapeuta, kde by v mnoha případech trénink chůze musel probíhat ve vícero osobách a takto stačí pouze dohled jednoho

terapeuta. Pacienti k chůzi využívají pomocných zařízení, jako je chodítko, francouzské berle či hole. Používají se k usnadnění přenášení váhy a udržování stability při chůzi, avšak schopní jedinci mohou terapii podstoupit také bez pomocných zařízení. Příklad klade na pacienty požadavky v udržování rovnováhy, přenášení váhy na dolní končetiny a iniciování kroku (s výjimkou prvního kroku) (Kříž, 2016; Vařeka, 2016).

### **Režim chůze**

Příklad umožňuje nastavení čtyř režimů chůze:

*FirstStep<sup>TM</sup>* – fyzioterapeut ovládá provádění kroků dálkovým ovladačem, když pacient dosáhne vyrovnaného přenesení váhy;

*ActiveStep<sup>TM</sup>* – pacient ovládá kroky pomocí tlačítek připojených k pomocnému zařízení (chodítko, berle atd.), kdy Příklad v tomto semi-pokročilém režimu využívá vstupní informace ze senzorů k vytvoření bezpečné chůze, např. při přenosu váhy z pravé stojné končetiny na levou, Příklad sleduje pomocí senzoru, zdali došlo také k pohybu a opoře pravé horní končetiny s berlí;

*ProStep<sup>TM</sup>* – provádění kroku se děje automaticky, když Příklad detekuje, že pacient dosáhl potřebné laterální vychýlení;

*ProStep Plus<sup>TM</sup>* – pacient vyvolává pohyb přenesením váhy a předozadním a laterálním vychýlením nezátížené dolní končetiny a Příklad pomáhá dokončit pohyb, dle nastavení terapie (Sale, 2016).

### **Variabilní asistence**

Variabilní asistence, komerčně uváděna jako SmartAssist technologie je softwarové řešení, které nabízí k autorově znalosti pouze exoskelet Ekso GT<sup>TM</sup>. Variabilní asistence umožňuje nastavení podpory Příklad pro každou dolní končetinu zvlášť, od plné podpory po čistě samostatnou volnou chůzi. Díky tomuto nastavení je exoskelet přístupný vícero diagnózám, např. pro terapii hemiplegických pacientů po CMP (Ekso Bionics, 2016).

*Bilateral Max Assist* – Příklad užívá maximální úroveň podpory chůze, avšak pro provedení kroku je potřeba schopnost pacienta aktivně udržet rovnováhu a přenést váhu z

jedné dolní končetiny na druhou s výjimkou prvního, iniciačního kroku, který provádí terapeut;

*Adaptive Assist* – pacient se snaží svou maximální zbylou svalovou silou provést krok a přístroj tuto jeho sílu automaticky detekuje a dorovná podle potřeby pro plynulou chůzi;

*Fixed Assist* – přístroj pracuje v předem nastavené fixní podpoře (0-100%) bilaterálně, unilaterálně nebo pro každou dolní končetinu v jiné hodnotě. Hodnota podpory je určena informacemi z terapie získané během Adaptive Assist, aby terapeut mohl sledovat efekt tréninkového režimu v rehabilitačním procesu (Neuron Rehabilitační, 2016).

### **Biofeedback**

Biofeedback se v rehabilitaci používá už přes padesát let k facilitaci pohybu během terapie. Jedná se o metodu poskytující biologickou informaci pacientovi v reálném čase, která by mu jinak byla neznámá (Giggins, 2013). Ekso GT<sup>TM</sup> pacientovi konkrétně poskytuje audio biofeedback neboli zvukovou biologickou zpětnou vazbu, která ho informuje, zdali přenášení váhy při iniciaci kroku provádí správně vzhledem k sagitální a frontální rovině (Neuron Rehabilitační, 2016).

## **D. Ekso<sup>TM</sup> z pohledu Evidence Based Medicine**

### **Spasticita**

Zlepšení spasticity u terapie s exoskelety se předpokládalo na základě výhod popsaných při terapii s BWSTT zařízením (Body-Weight Support Treadmill Training) jako je např. Lokomat. Existují však studie, které tento vztah zkoumaly přímo. Stampacchia (2016) vyšetřoval 21 pacientů (AIS A, B, nebo D) před a po skončení jedné 40 minutové terapie chůze v exoskeletálním obleku Ekso. Spasticita byla měřena pomocí Modifikované Ashworthovy škály (MAS) u flexorů a extenzorů kyčelních, kolenních a hlezenních kloubů a dále ještě pomocí Penn Spasm Frequency Scale. Subjektivní vnímání spasticity bylo zhodnoceno NRS škálou (Numeric Rating Scale). Srovnáním výsledků před a po Ekso terapii bylo pozorováno významné snížení ve všech třech oblastech, pacienti uváděli globální změny po terapii a vysoké skóre pozitivního vnímání. Studie došla k závěru, že pacienti terapii exoskeletem dobře tolerují a má pozitivní efekt ve smyslu snížení spasticity.

Naopak Kressler (2014) neshledal žádné změny ve smyslu snížení spasticity po absolvování 18 terapií u 3 pacientů (AIS A). Avšak počáteční hodnota spasticity všech 3 subjektů byla velmi nízká (0-1 MAS). Studie uvádí, že jeden pacient měl bilaterální klonus hlezenního kloubu, který se v průběhu a na konci terapie zmírnil.

Zmíněné studie byly založeny na malém vzorku pacientů nebo subjektivním vnímání, což může poukazovat na pozitivní efekt Ekso terapie ve smyslu snížení spasticity u některých jedinců, avšak finální závěry z toho usuzovat nelze (Makki, 2018; Stampacchia, 2016; Kressler, 2014).

### **Bolest**

Neuropatická bolest je jedním ze zdravotních komplikací, jak je uvedeno výše (viz Zdravotní důsledky a komplikace míšní léze) a dovede být obtížně léčitelná a mnohdy bývá refrakterní. Z tohoto důvodu je zajímavý vliv Ekso terapie, kdy Kressler et al. (2014) uvádí, že u všech 3 pacientů došlo ke snížení neuropatické bolesti.

Ve studii z roku 2016 popsané výše, Stampacchia (2016) popisuje také vztah mezi spasticitou a bolestí, kdy u 12 pacientů z 21 došlo ke statisticky významnému snížení skóre bolesti (NRS).

Bohužel výpovědní hodnota je celkově omezena na případové studie nebo studie o malém vzorku pacientů. Můžeme však z nich přinejmenším usuzovat potenciální pozitivní účinek (Stampacchia, 2016; Kressler, 2014).

### **Posturální stabilita**

Svaly trupu jsou kritické pro kontrolu posturální stability. Nedávné studie odhalily zbylou funkční svalovou aktivitu u pacientů s kompletní míšní lézí v oblasti cervikálního a thorakálního segmentu. Tyto zjištění pak vybízejí k oslovení této zbylé svalové síly skrze rehabilitaci, a právě robotická asistovaná chůze může poskytovat prostředky pro podporu aktivace trupového svalstva. Na základě těchto zjištění se Alamro (2018) snaží charakterizovat a porovnat aktivaci trupového svalstva u pacientů s vysokou thorakální kompletní míšní lézí za pomoci dvou různých exoskeletálních přístrojů, a to Lokomatu a obleku Ekso.

Probandi měli za úkol splnit 3 rychlostně stejné chůzové podmínky – chůzi v Lokomatu, chůzi v obleku Ekso a chůzi v Ekso na chodícím páse. Povrchová EMG byla snímána bilaterálně na m. rectus abdominis, mm. obliqui externi a m. erector spinae.

Větší aktivita trupového svalstva pomocí EMG byla zjištěna u chůze v obleku Ekso, nežli u Lokomatu. Rozdíl mezi chůzí v Ekso na chodícím páse a po chodbě byl minimální. Míra aktivace sledovaných svalů během terapie s Lokomatem byla téměř shodná s kontrolní hodnotou v supinační poloze při maximální volní kontrakce sledovaných svalů.

Výsledky studie jsou, že asistovaná chůze v exoskeletu Ekso vyvolává větší míru aktivace trupových svalů v porovnání s Lokomatem. Zdá se, že aktivní způsob chůze na základě přenášení váhy u exoskeletu Ekso vede k lepší posturální aktivaci svalů (Alamro, 2018).

Primárním cílem rehabilitace u spinálního poranění je dosažení maximální funkční soběstačnosti a mobility. Chisholm (2017) se proto zaměřila na vztah posturální stability a terapie s exoskeletálním oblekem EksoGT<sup>TM</sup> a BWSTT terapií na Lokomatu, neboť udržení posturální stability během sedu je důležité pro zvládnutí běžných denních činností. Cílem tréninku bylo potvrdit, zda posturální stabilita ve stoji zlepšuje také posturální stabilitu v sedu. Studie potvrdila, že chůze v EksoGT<sup>TM</sup> aktivuje svalstvo trupu také u pacientů s kompletní míšní lézí s NLI Th6 a to ve větší míře nežli chůze v Lokomatu. Potvrdila také zlepšenou posturální stabilitu při vykonávání statických a dynamických balančních cvičení po tréninku chůze v EksoGT<sup>TM</sup>.

Chisholm (2017) tak společně s Alamro (2018) vybízí k zamyšlení nad rehabilitační strategií u pacientů s kompletní míšní lézí, kdy aktivní způsob chůze na základě přenášení váhy u EksoGT<sup>TM</sup> může vést k lepší posturální aktivaci svalů, a tím pádem také ke zlepšení posturální stability a následně ADL (Alamro, 2018; Chisholm, 2017).

### **Rychlost chůze**

Louie (2015) se ve svém systematickém přehledu a korelační studii zaměřil na rychlost chůze během terapie s exoskeletem u pacientů s míšním poraněním. Rychlost chůze je důležitým ukazatelem, který může přispět k celkovému využití přístroje, neboť při nízké

rychlosti je exoskelet využitelný pouze k terapeutickým účelům, kdežto při vyšší dosažené rychlosti jej můžeme použít také jako komunitní pomůcku místo mechanického vozíku.

Vzdálenosti a rychlostní požadavky pro chůzi ve veřejném prostoru se široce různí. Forrest (2014) stanovuje ve své studii prahovou hodnotu 0,44 m/s pro omezenou komunitní chůzi, kdežto Salbach (2014) uvádí průměrnou rychlost potřebnou k přejití přechodu pro chodce od 0,44 m/s do 1,32 m/s. Průměrná rychlost pacientů s kompletní míšní lézí v systematickém přehledu Louie (2015) byla 0,25 m/s a pro inkompletní míšní léze 0,28 m/s. Průměrná rychlost při terapii s exoskeletem Ekso zavzatých studií do tohoto systematického srovnání byla 0,14 m/s. Ze srovnání dále vyšlo najevo, že věk, datum úrazu, neurologická úroveň léze a počet terapií mají vliv na rychlost chůze. Rychlost chůze je důležitý parametr, který určuje využitelnost exoskeletů ve veřejném prostoru (Forrest, 2014; Salbach, 2014, Louie, 2015).

### **Fyzická aktivita**

Případová studie Gorgey (2017) se snažila určit, zdali užití exoskeletálního obleku Ekso™ u spinálních pacientů může zlepšit parametry fyzické aktivity jako je doba chůze, počet kroků a doba stání. Dále byly sledovány parametry VO2Max (L/min), energetický výdej (kcal/min) a složení těla pomocí DXA (duální rentgenové absorpciometrie). Dohromady čtyři probandi, tři (1 C5 AIS A and 2 T4 AIS A) s kompletní míšní lézí a jeden (C5 AIS D) s inkompletní míšní lézí se zúčastnili testování. Celkem absolvovali jedenkrát týdně od 10 do 15 týdnů terapii na exoskeletu Ekso™. Na konci testování došlo ke zvýšení počtu kroků z nejmenší hodnoty 59 kroků na nejvyšší 2 284, probandi byli schopni roboticky asistované chůze po dobu 26 až 59 minut. Hodnota VO2Max se zvýšila z klidové hodnoty 0,27 L/min na 0,55 L/min a u jednoho probanda došlo také k mírnému snížení celkové tukové složky. Gorgey (2017) shrnuje poznatky a říká, že lokomoční trénink pomocí exoskeletu Ekso™ může zvýšit parametry fyzické aktivity pomocí zvýšení počtu kroků a doby chůze. A poukazuje na možnost zvýšení úrovně funkční nezávislosti i u pacientů s kompletní míšní lézí (Gorgey, 2017).

Escalona (2018) se snažil determinovat kardiorespirační požadavky během sezení, stání a chůze s exoskeletálním oblekem a ověřit zdali chůze s EksoGT™ ústí alespoň v mírně intenzivní cvičení. Studie se zúčastnilo 13 probandů s chronickou kompletní míšní lézí AIS A a B s nejnižší NLI C6. Výsledky studie potvrdily, že chůzí s exoskeletálním

oblekem minimálně dvakrát týdně po dobu 20 minut mohou jedinci s kompletní míšní lézí dosáhnout mírně intenzivního cvičení pro udržení jejich celkové fyzické kondice.

### **Kostní denzita**

Dle intervenční studie Karelis (2017) mobilita odkázaná na mechanický vozík po poranění míchy, bez dostatečné pohybové kompenzace, může vyústit v sedavý způsob života a komplikace, které k němu patří. Ty bývají asociovány se 3-4% měsíčním úbytkem kostní denzity v dolních končetinách v prvním roce od úrazu, což vede ke zvýšenému riziku fraktur. Navíc z důvodu nedostatku pohybu pacienti se spinálním poraněním snadněji získávají na váze, v průměru až 2kg ročně, kdy 40-66% jedinců trpí nadváhou nebo obezitou. Kromě toho také dochází k úbytku svalové hmoty, vedoucí postupně až k atrofii. A poté naopak ke zvýšení intramuskulární tukové tkáně. Cílem studie bylo prozkoumat vliv lokomočního tréninku pomocí exoskeletálního obleku Ekso na složení těla a kostní denzitu.

Pět dospělých probandů mělo za úkol absolvovat šestitýdenní lokomoční trénink třikrát týdně s maximální cvičební dobou 60 minut. Složení tkání bylo měřeno pomocí DXA (duální rentgenové absorpciometrie) a pQCT (periferní kvantitativní počítačová tomografie).

Výsledky studie ukazují, že lokomoční trénink v exoskeletálním obleku Ekso<sup>TM</sup> může mít pozitivní vliv na složení těla. Došlo ke značnému navýšení LBM (lean body mass) neboli netukové složky zahrnující svaly, proteiny, enzymy a celkovému snížení tukové složky. Mimo jiné také došlo ke zvýšení hodnoty kostní denzity tibie o 14,5%, což sice není statisticky významné, může to však ukazovat určitý klinický potenciál (Karelis, 2017).

### **Užití v akutní a subakutní fázi míšního poranění**

Jednou z podmínek Ekso terapie je stabilní míšní poranění. Delgado (2019) se tak snažil evaluovat bezpečnost a užití Ekso terapie právě u pacientů s AIS A, B, C, i D v akutní a subakutní fázi míšního poranění (datum zranění < 6 měsíců). Z celkového počtu 12 probandů, 9 probandů dokončilo potřebný počet terapií. Z toho nadpoloviční část tvořili probandí s motoricky inkompletní míšní lézí. Během terapie Delgado (2019) zaznamenával tzv. nepříznivé události. Nejčastější nepříznivou událostí byla ortostatická hypotenze a porucha kožní integrity. Vysledoval také, že se zvyšujícím počtem absolvovaných terapií, klesl počet nepříznivých událostí. Závěrem vydal doporučení pro bezpečné začlenění

akutních a subakutních pacientů do Ekso terapie, kdy při současném monitoringu je užití bezpečné.

Ke stejným závěrům dochází také McIntosh (2019) s 11 probandy AIS A-D se 3-15 týdny starým zraněním, kdy probandi dosáhli významného zlepšení v testu 6MWT a symptomy ortostatické hypotenze se zlepšovaly s každou další terapií.



## **2 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **2.1 Cíle práce**

1. Cílem kazuistické části této bakalářské práce je zhodnocení terapeutického přínosu exoskeletálního obleku Ekso GT<sup>TM</sup> u 2 pacientů po poranění míchy.
2. Vyhodnocení výsledků terapie na exoskeletálním obleku Ekso GT<sup>TM</sup> za roky 2014-2019.

### **2.2 Metodologie práce**

#### **2.2.1 Literární rešerše**

Literární zdroje v teoretické a praktické části bakalářské práce byly vyhledávány skrze databáze GoogleScholar, discovery službu Univerzity Karlovy – UKAŽ a ResearchGate. Knižní zdroje byly vypůjčeny z knihovny 1. lékařské fakulty UK. Klíčová slova určená pro vyhledání potřebných zdrojů v českém jazyce byla následující: exoskelet, Ekso, robotické systémy, spinální poranění a v anglickém jazyce: exoskeleton, Ekso, robotic gait therapy, locomotion, spinal cord injury

#### **2.2.2 Sběr dat**

Sběr dat probíhal v datech 24. 7.-11. 8. 2017 a 30. 1.-13. 2. 2019 v RÚ Kladruby na základě rozhovoru s pacientem, vstupního a výstupního kineziologického vyšetření, pozorování a řízení Ekso terapie pod odborným dohledem školeného fyzioterapeuta.

#### **2.2.3 Kritéria výběru pacienta**

Prvním kritériem pro výběr pacientů byla diagnóza stabilního spinálního poranění. Dalším kritériem bylo splnění indikačních podmínek pro terapii v exoskeletu (viz Příloha č. 36). A to zejména rozsah pohybu v kyčelním a kolenním kloubu, kdy flexe v kyčelním kloubu bilaterálně nesmí být menší než 110 stupňů. Dále nutnost dosažení neutrální dorziflexe v talokrurálním kloubu a žádné výrazné kontraktury ani spasticita omezující pohyb v ostatních kloubech DKK.

## **2.2.4 Praktický průběh realizace**

Jedná se o roboticky asistovanou terapii dostupnou v České republice pouze v RÚ Kladruby. Sběr dat a terapie proběhly na tomto pracovišti v rámci letní prázdninové praxi 24. 7.-11. 8. 2017 a 30. 1.-13. 2. 2019. Doba terapie včetně přípravy je 60 minut a tato procedura nahrazuje individuální fyzioterapeutickou jednotku v rámci komplexního rehabilitačního programu. Skutečná délka terapie je pak ovlivněna stavem a únavou pacienta. Terapie probíhají dvakrát či třikrát týdně dle rehabilitačního programu pacientů.

### **Testování pacientů**

Ačkoliv je terapie s Ekso GT<sup>TM</sup> vhodná pro vícero diagnóz, pacient musí splňovat určité parametry a zdravotní podmínky. Z tohoto důvodu se kromě klasického kineziologického rozboru u pacientů provádí také speciální testování sestavené výrobcem. Testování zahrnuje především vyšetření svalové síly, ROM, spasticity a antropometrické měření pro individuální nastavení přístroje. Dále zohledňuje mobilitu, kožní integritu a kognitivní schopnosti pacienta potřebné k ovládnutí přístroje. V případě splnění testovacích podmínek je pacient vyhodnocený jako vhodný kandidát pro terapii s exoskeletálním oblekem (viz Příloha č. 1 – Ekso patient evaluation a Příloha č. 2 – Foto – Průběh testování).

### **Průběh terapie**

Doba trvání terapie je 60 minut i s přípravou. Příprava zahrnuje instruktáž a nastavení obleku pro daného pacienta. Je potřeba se především přesvědčit, zdali pacienta nějaká část obleku neškrťe a netlačí, zejména na paretických/plegických končetinách. Snažíme se vyvarovat jakémukoli narušení kožní integrity, neboť pacient by pak mohl být vyloučen z terapie z důvodu sekundárních komplikací. Stejně tak, pokud se pacient zraní při nějaké jiné činnosti, nemůže poté absolvovat terapii s exoskeletálním oblekem. Příklad se nastavuje dle získaných údajů z testování. Jakmile je oblek připraven, pacient se přesune na židli, na níž je přístroj usazen. Poté se pacient do nastaveného obleku zajistí a připevní. Pacienti běžně k terapii používají kompenzační pomůcky dodávané výrobcem, jedná se o francouzské hole, chodítka či hůl. Kompenzační pomůcka je vybrána vzhledem k funkčnímu stavu pacienta. Oba testovaní pacienti používali k chůzi chodítka. V momentě, kdy je pacient pevně a stabilně připevněn, můžeme začít terapii.

Terapie začíná vertikalizací pacienta. K té dochází pomocí dálkového ovládání. Poté se přeptáme pacienta, zdali změnou polohy nepocítuje obtíže. Pokud je vše v pořádku můžeme pokračovat v chůzi. Terapeut skrze ovladač iniciuje první krok a poté již pacient může chodit sám v závislosti na nastavení. První terapie však probíhá za maximální podpory robotiky a v režimu chůze *FirstStep<sup>TM</sup>*, kdy fyzioterapeut ovládá provádění kroků dálkovým ovladačem, když pacient dosáhne vyrovnaného přenesení váhy. Jakmile se pacient naučí přístroj ovládat, je možné přejít na pokročilejší nastavení.

## 2.3 Kazuistiky

Do této bakalářské práce byli vybráni původně tři pacienti – 2 muži a 1 žena. Avšak pacientka (žena, ročník 1981) se v průběhu pobytu při osobní hygieně popálila vodou a nemohla tak dokončit minimální počet 4 terapií s exoskeletálním oblekem. Hlavní homogenní znaky vybraných pacientů jsou pohlaví a stabilní kompletní motorická i senzitivní léze AIS A traumatickou etiologií. Rozdíl je ve výšce míšní léze a datu úrazu, kdy pacient č. 1 má lézi C7 AIS A (5/2014) a pacient č. 2 lézi Th11 AIS A (4/2006).

Vzhledem k tématu bakalářské práce je v následující kapitole zaznamenáno vstupní a výstupní vyšetření se zaměřením na Ekso terapii. Kompletní kazuistiky jsou uvedeny v přílohách na konci práce (Příloha č. 5–6).

### 2.3.1 Kazuistika č. 1

Pacient č. 1 je muž, ročník narození 1980, datum úrazu 24. 5. 2014, s diagnózou paraparézy HKK a paraplegie DKK s neurologickou míšní lézí C7 AIS A.

#### **Antropometrie:**

V rámci vyšetření byla také provedena speciálně uzpůsobená antropometrie pro individuální nastavení exoskeletu Ekso GT<sup>TM</sup>.

#### Popis měření:

*Šířka pánve:* zachováváme neutrální postavení pánve a kyčelních kloubů a měříme v oblasti velkých trochanterů;

*Délka stehna:* kyčelní kloub je v 90 st. flexi s maximálně flektovaným kolenním kloubem a pacient abdukuje v kyčli k protilehlému koleni opačné dolní končetiny;

*Délka lýtka:* kyčelní kloub je ve flexi nad 90 st., tak aby kolenní kloub byl výše nežli kyčelní, chodidlo s botami, které poté budou využity na terapii, jsou položeny na bedně, metr vložíme pod patu a vertikálně srovnáme s tibí.

Měření	Pozice	Naměřená hodnota
<i>Šířka pánve</i>	Vleže na zádech	35 cm
<i>Délka stehna</i>	Vleže na zádech	LDK 53 cm / PDK 53,2 cm
<i>Délka lýtka</i>	Vsedě	LDK 58,1cm / PDK 58 cm

Tabulka č. 2.3.1.1 (archiv autora)

### Rozsah pohybů v kloubech (ROM)

ROM bylo vyšetřeno dle v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso GT™. Kompletní goniometrické měření dle zápisu SFTR je v příloze č. 5.

Vyšetřovaný kloub	LDK		PDK	
	ROM	Hodnocení	ROM	Hodnocení
<b>Ramenní kloub</b>				
<i>EXT</i>	40 st.	v normě	40 st.	v normě
<b>Loketní kloub</b>				
<i>EXT</i>	0 st.	v normě	0 st.	v normě
<b>Zápěstí</b>				
<i>EXT</i>	70 st.	v normě	70 st.	v normě
<b>Kyčelní kloub</b>				
<i>EXT</i>	15 st.	v normě	15 st.	v normě
<i>FLX</i>	120 st.	v normě	120 st.	v normě
<b>Kolenní kloub</b>				
<i>EXT</i>	0 st.	v normě	0 st.	v normě
<i>FLX</i>	130 st.	v normě	130 st.	v normě
<b>Hlezenní kloub</b>				
<i>plantar. FLX</i>	40 st.	v normě	40 st.	v normě
<i>dorz. FLX</i>	0 st.	v normě	0 st.	v normě
<i>FLX kolene s dorz. FLX</i>	0 st.	v normě	0 st.	v normě

Tabulka č. 2.3.1.2 (archiv autora)

### Spasticita:

Spasticita byla vyšetřena dle Modifikované Ashworthovy škály (MAS) v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso GT™.

MAS	LDK	PDK
<i>Flexory zápěstí</i>	0	0
<i>Extenzory zápěstí</i>	0	0
<i>Flexory lokte</i>	0	0
<i>Extenzory lokte</i>	0	0
<i>Flexory kyčle</i>	1	1
<i>Extenzory kyčle</i>	1	1

<i>Adduktory kyčle</i>	1+	1+
<i>Flexory kolene</i>	1	1
<i>Extenzory kolene</i>	1	1
<i>Plantární flexory hlezna</i>	1	1
<i>Dorzální flexory hlezna</i>	1	1

Tabulka č. 2.3.1.3 (archiv autora)

### Svalový test

Modifikované hodnocení svalové síly HKK a DKK v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso GT™. Kompletní svalový test dle Jandy je k dispozici v příloze č. 5.

<b>Ramenní kloub</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
<i>FLX</i>	4+	4+
<i>EXT</i>	4+	4+

<b>Loketní kloub a předloktí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
<i>FLX</i>	4+	4+
<i>EXT</i>	4	4

<b>Zápěstí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
<i>EXT</i>	3	3+

<b>Hrubý úchop</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
	3	3+

<b>Kyčelní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
<i>FLX</i>	0	0
<i>EX</i>	0	0
<i>ABD</i>	0	0

<b>Kolenní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
<i>EXT</i>	0	0

<b>Hlezenní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
<i>PF</i>	0	0
<i>DF</i>	0	0

Tabulka č. 2.3.1.4 (archiv autora)

## **SCIM (Spinal Cord Independence Measure)**

SCIM neboli Spinal Cord Independence Measure je škála speciálně vytvořená pro hodnocení disability spinálních pacientů. Obsahuje 4 hlavní hodnotící okruhy – sebeobsluha, dýchání a ovládání svěračů, mobilita (místnost a toaleta) a mobilita (interiér a exteriér) (Kříž, 2009). Vstupní skóre pacienta bylo 60 bodů z celkových 100. Kompletní test je k dispozici v příloze č. 5.

### **Závěr vstupního vyšetření**

Pacient při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepocíťoval žádné obtíže, avšak jako největší obtíž udává spasticitu dolních končetin po probuzení a nízký tlak rovněž po ránu.

Aspekčně pozorujeme mírnou hypotrofii HKK s výraznějším projevem na DKK, a poté především poruchu napřímění páteře. Trup je ve vertikální poloze pasivní, pozorujeme mírné kyfotické zakřivení bederní a hyperkyfotické zakřivení hrudní páteře s protrakcí ramen a hlavy. Pro stabilní sed je potřeba zevní opora či opora o HKK. Pacient není schopen stabilního sedu bez opory HKK.

Vyšetření pasivních kloubních rozsahů je v normě a bez omezení. Svalová síla krku a HKK dle Jandy je na st. 4 nebo 5, avšak akrálně svalová síla klesá s akcentací na levé straně. Trup a DKK jsou plegické. Mírné svalové zkrácení nacházíme v m. pectoralis major, m. trapezius a m. levator scapulae bilaterálně.

Při neurologickém vyšetření jsme ozřejmili spasticitu DKK, která je na stupni 1 a v případě adduktorů kyčle na stupni 1+.

Ačkoliv má pacient diagnózu spastické tetraplegie jeho svalová síla, ROM a spasticita nejsou pro pacienta překážkou v terapii. Dle parametrů hodnocení byl pacient shledán jako vhodný kandidát pro terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT<sup>TM</sup>. Pomůcky potřebné k terapii je chodítka a rukavice k zajištění levé ruky z důvodu nižší svalové síly a úchopu.

## Záznam proběhlých terapií

Tabulky č. 2.3.1.4-5 zobrazují průběh terapií a naměřené hodnoty během terapie.

Pacient č. 1	1. terapie	2. terapie	3. terapie	4. terapie
<i>Podpora asistence robotiky</i>	Adapt	Adapt	Adapt	Adapt 85
<i>Kompenzační pomůcka</i>	Chodítko	Chodítko	Chodítko	Chodítko
<i>Režim chůze</i>	Pro	Pro	Pro	Pro
<i>Doba stoje</i>	0:19:20	0:32:15	0:22:34	0:31:22
<i>Doba chůze</i>	0:16:59	0:29:23	0:20:38	0:28:56
<i>Počet kroků</i>	541	966	695	937

Tabulka č. 2.3.1.5 (archiv autora)

Pacient č. 1	5. terapie	6. terapie	7. terapie
<i>Podpora asistence robotiky</i>	Adapt	Adapt	Adapt
<i>Kompenzační pomůcka</i>	Chodítko	Chodítko	Chodítko
<i>Režim chůze</i>	Pro	Pro	Pro
<i>Doba stoje</i>	0:28:38	0:35:46	0:25:18
<i>Doba chůze</i>	0:26:23	0:32:58	0:23:38
<i>Počet kroků</i>	902	1157	739

Tabulka č. 2.3.1.6 (archiv autora)

## Závěr výstupního vyšetření

Pacient č. 1 při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepocíťoval žádné obtíže a taktéž nepřerušil žádnou z terapií na exoskeletálním obleku Ekso GT™.

Průběh terapií ukazuje nižší sledované hodnoty na třetí a poslední, sedmé terapii. Kratší délka terapie a nižší počet kroků byly z důvodu únavy, kterou v daný den pacient č. 1 pocíťoval. Chůze tak pro něj byla v exoskeletu namáhavější a ušel tedy méně kroků. Přesto je patrné zlepšení vůči první a poslední terapii. Pacient toleroval větší zátěž ve vertikále, delší vertikalizaci, chůzi v obleku Ekso GT™, s aktivní spoluprací systému a aktivním přenášením těžiště.

Aspekčně nedošlo k žádné viditelné změně oproti vstupnímu vyšetření. Došlo však k navýšení skóre v testování soběstačnosti pomocí testu SCIM z původních 60 na 62 bodů v oblasti mobility na lůžku a prevenci dekubitů. Palpačně se zvýšila posunlivost a protažitelnost fascií a snížil tonus dolních končetin. Snížení tonu také potvrzuje vyšetření pomocí MAS, kdy došlo ke snížení ve všech svalech. Dále došlo ke zvýšení svalové síly v oblasti ramenního a loketního kloubu a protažení zkrácených svalů.

Subjektivně pacient č. 1 pociťoval zlepšení kondice, protažení a snížení spasticity. Terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT™ hodnotí velice kladně a je to také jeden z důvodů, proč se opakovaně do RÚ Kladrub vrací na rekondiční pobyt.

### 2.3.2 Kazuistika č. 2

Pacient č. 2 je muž, ročník narození 1987, datum úrazu 1. 4. 2006, s diagnózou chabé paraplegie DKK s neurologickou míšní lézí Th11 AIS A.

#### Antropometrie:

V rámci vyšetření byla také provedena speciálně uzpůsobená antropometrie pro individuální nastavení exoskeletu Ekso™.

#### Popis měření:

*Šířka pánve:* zachováváme neutrální postavení pánve a kyčelních kloubů a měříme v oblasti velkých trochanterů;

*Délka stehna:* kyčelní kloub je v 90 st. flexi s maximálně flektovaným kolenním kloubem a pacient abdukuje v kyčli k protilehlému kolenu opačné dolní končetiny;

*Délka lýtky:* kyčelní kloub je ve flexi nad 90 st., tak aby kolenní kloub byl výše nežli kyčelní, chodidlo s botami, které poté budou využity na terapii, jsou položeny na bedně, metr vložíme pod patu a vertikálně srovnáme s tibií.

Měření	Pozice	Naměřená hodnota
<i>Šířka pánve</i>	Vleže na zádech	37,4 cm
<i>Délka stehna</i>	Vleže na zádech	LDK 60 cm / PDK 59,5 cm
<i>Délka lýtky</i>	Vsedě	LDK 63,2 cm / PDK 63,4 cm

Tabulka č. 2.3.2.1 (archiv autora)

#### Rozsah pohybů v kloubech (ROM)

ROM bylo vyšetřeno dle v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso GT™. Kompletní goniometrické měření dle zápisu SFTR je v příloze č. 6.

Vyšetřovaný kloub	LDK		PDK	
	ROM	Hodnocení	ROM	Hodnocení
<i>EXT</i>	40 st.	v normě	40 st.	v normě



<b>Loketní kloub</b>				
<i>EXT</i>	0 st.	v normě	0 st.	v normě
<b>Zápěstí</b>				
<i>EXT</i>	70 st.	v normě	70 st.	v normě
<b>Kyčelní kloub</b>				
<i>EXT</i>	5 st.	v normě	5 st.	v normě
<i>FLX</i>	120 st.	v normě	120 st.	v normě
<b>Kolenní kloub</b>				
<i>EXT</i>	10 st.	v normě	10 st.	v normě
<i>FLX</i>	120 st.	v normě	120 st.	v normě
<b>Hlezenní kloub</b>				
<i>plantar. FLX</i>	40 st.	v normě	40 st.	v normě
<i>dorz. FLX</i>	0 st.	v normě	0 st.	v normě
<i>FLX kolene s dorz. FLX</i>	0 st.	v normě	0 st.	v normě

Tabulka č. 2.3.1.2 (archiv autora)

### Spasticita:

Spasticita byla vyšetřena dle Modifikované Ashworthovy škály (MAS) v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso GT<sup>TM</sup>.

<b>MAS</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
<i>Flexory zápěstí</i>	0	0
<i>Extenzory zápěstí</i>	0	0
<i>Flexory lokte</i>	0	0
<i>Extenzory lokte</i>	0	0
<i>Flexory kyčle</i>	0	0
<i>Extenzory kyčle</i>	0	0
<i>Adduktory kyčle</i>	0	0
<i>Flexory kolene</i>	0	0
<i>Extenzory kolene</i>	0	0
<i>Plantární flexory hlezna</i>	0	0
<i>Dorzální flexory hlezna</i>	0	0

Tabulka č. 2.3.2.3 (archiv autora)

### Svalový test

Modifikované hodnocení svalové síly HKK a DKK v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso GT<sup>TM</sup>. Kompletní svalový test dle Jandy je k dispozici v příloze č. 6.

<b>Ramenní kloub</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
<i>FLX</i>	5	5
<i>EXT</i>	5	5

<b>Loketní kloub a předloktí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
<i>FLX</i>	5	5
<i>EXT</i>	5	5

<b>Zápěstí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
<i>EXT</i>	5	5

<b>Hrubý úchop</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
	5	5

<b>Kyčelní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
<i>FLX</i>	0	0
<i>EXT</i>	0	0
<i>ABD</i>	0	0

<b>Kolenní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
<i>EX</i>	0	0

<b>Hlezenní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
<i>PF</i>	0	0
<i>DF</i>	0	0

Tabulka č. 2.3.2.4 (archiv autora)

### **SCIM (Spinal Cord Independence Measure)**

SCIM neboli Spinal Cord Independence Measure je škála speciálně vytvořená pro hodnocení disability spinálních pacientů. Obsahuje 4 hlavní hodnotící okruhy – sebeobsluha, dýchání a ovládání svěračů, mobilita (místnost a toaleta) a mobilita (interiér a exteriér) (Kříž, 2009). Vstupní skóre pacienta bylo 72 bodů z celkových 100. Kompletní test je k dispozici v příloze. 6.

#### **Závěr vstupního vyšetření**

Pacient č. 2 při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepocíťoval žádné obtíže. Do RÚ Kladrub přijel za účelem rekondičního pobytu.

Aspekčně je nejvíce patrné flekční držení kyčelních a kolenních kloubů, anteverze pánve, inspirační postavení hrudníku, elevace ramen bilaterálně a protrakce ramen a hlavy. Z hlediska soběstačnosti je pacient samostatný, pouze v omezených případech musí užit kompenzačních pomůcek či upravené prostředí. Soběstačnost blíže hodnotí test SCIM,

jehož vstupní skóre bylo 72/100 bodů. Palpačně nacházíme kůži, podkoží a fascie posunlivé a protažitelné až na mírně sníženou posunlivost a protažitelnost fascie v oblasti C/Th přechodu. Jizva po operaci je klidná, zhojená, nebolestivá, posunlivá a protažitelná. Rovněž palpujeme zvýšené svalové napětí v šíjových svalech. Svaly HKK a DKK jsou v normotonii.

Dále vyšetření pasivních kloubních rozsahů ozřejmilo omezenou pohyblivost v kyčelním a kolenním kloubu do extenze bilaterálně. Svalová síla je snížena v oblasti trupu s maximální hodnotou 3+. Svalová síla krku a HKK dle Jandy je na stupni 5. Dolní končetiny jsou plegické. Mírné svalové zkrácení nacházíme ve svalech m. pectoralis major, m. trapezius, m. levator scapulae, m. sternocleidomastoideus, a také ve flexorech kyčelního a kolenního kloubu bilaterálně. Vyšetření spasticity bylo bez pozitivního nálezu.

### Záznam proběhlých terapií

Tabulka č. 2.3.2.5 zobrazuje průběh terapií a naměřené hodnoty během terapií.

<b>Pacient č. 2</b>	<b>1. terapie</b>	<b>2. terapie</b>	<b>3. terapie</b>	<b>4. terapie</b>
<i>Podpora asistence robotiky</i>	Max	Adapt	Adapt	Adapt 90
<i>Kompenzační pomůcka</i>	Chodítko	Chodítko	Chodítko	Chodítko
<i>Režim chůze</i>	First	Pro	Pro	Pro
<i>Doba stoje</i>	0:06:37	0:31:50	0:30:39	0:21:43
<i>Doba chůze</i>	0:03:16	0:26:28	0:24:52	0:19:36
<i>Počet kroků</i>	69	831	783	688

Tabulka č. 2.3.2.5 (archiv autora)

### Závěr výstupního vyšetření

Pacient č. 2 při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepocíťoval žádné obtíže.

První terapie byla ukončena dříve z důvodu diskomfortu v zařízení. Došlo totiž k menší oděrci v oblasti pravého kyčelního kloubu, pravděpodobně těsnějším nasazením přístroje. Oděrku jsme poté každou terapii sledovali, zdali nedochází k nežádoucím změnám. Pacient č. 2 měří 200 cm a váží 93 kg, pohybuje se tak na hranici nosnosti a velikosti exoskeletálního obleku. Právě v důsledku vyšší váhy a větší výšky pacienta č. 2 během terapií docházelo k rychlejšímu vybíjení baterií přístroje, nežli je obvyklé.

Aspekční vyšetření je bez výrazných odchylek od vstupního vyšetření. Mobilita, lokomoce a soběstačnost jsou beze změny oproti vstupnímu vyšetření. Hodnocení testu

SCIM je stejné jako při vstupním testování – 72/100 bodů. Dále došlo ke snížení svalového napětí v oblasti šíjového svalstva a protažení m. pectoralis major, m. trapezius, m. levator scapulae, m. sternocleidomastoideus bilaterálně. Svalová síla a spasticita je beze změny. Rovněž pozorujeme zlepšení rozsahu pohybu v kolenních kloubech o 5 stupňů.

Subjektivně pacient č. 2 pocíťoval zlepšení kondice, posílení spodního břicha a protažení zkrácených svalů. Terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT<sup>TM</sup> hodnotí kladně, avšak více preferuje individuální fyzioterapeutickou cvičební jednotku.

## **2.4 Retrospektivní analýza dat**

### **2.4.1 Cíl**

Cílem retrospektivní analýzy dat je zodpovědět na následující otázky:

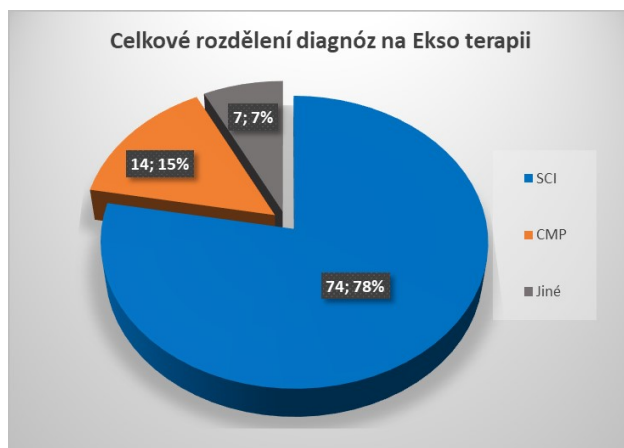
1. Kolik pacientů podstoupilo terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT™ k poslednímu sběru dat v letech 2014-2019?
2. Jaké bylo jednotlivé zastoupení diagnóz na Ekso terapii?
3. Kolik pacientů z celkového počtu se spinálním poraněním dle klasifikace ISNCSCI absolvovalo 4 a více terapií s exoskeletálním oblekem Ekso GT™?
4. Jaké jsou výsledky terapií jednotlivých patientských skupin dle rozsahu míšňí léze na exoskeletálním obleku Ekso GT™ při srovnání první a poslední terapie ve sledovaných parametrech?

### **2.4.2 Sběr dat**

Sběr dat probíhal v RÚ Kladruzech během letní prázdninové praxe v datech 24. 7.-11. 8. 2017 a 30. 1.-13. 2. 2019. Cílovou skupinou byli všichni pacienti, kteří absolvovali Ekso terapii v letech 2014-2019 (k datumu posledního sběru dat). Záznamy veškerých terapií byly poskytnuty vedoucím této bakalářské práce. Bližší analýza poté byla provedena se zaměřením na spinální pacienty vzhledem k tématu práce. Kritéria výběru spinálních pacientů byly absolvované 4 a více terapií, neboť pokud jich bylo méně, pacient program přerušil nebo nesplnil vstupní podmínky terapie. Další kritérium bylo diagnostické určení rozsahu míšňí léze dle AIS vycházející z ISNCSCI jakožto standardizovaného mezinárodního vyšetření a rovněž kompletní záznam z proběhlých terapií. Parametry hodnocení terapie byla doba chůze, počet kroků a míra podpory asistence robotiky.

### 2.4.3 Analýza a zpracování dat

Celkový počet pacientů, kteří absolvovali Ekso terapii včetně testování je 95 lidí. Z toho 74 pacientů s diagnózou SCI (78%), 14 pacientů s diagnózou CMP (15%) a 7 pacientů s jinou diagnózou nežli SCI či CMP (7%) (viz Graf č. 2.4.1).



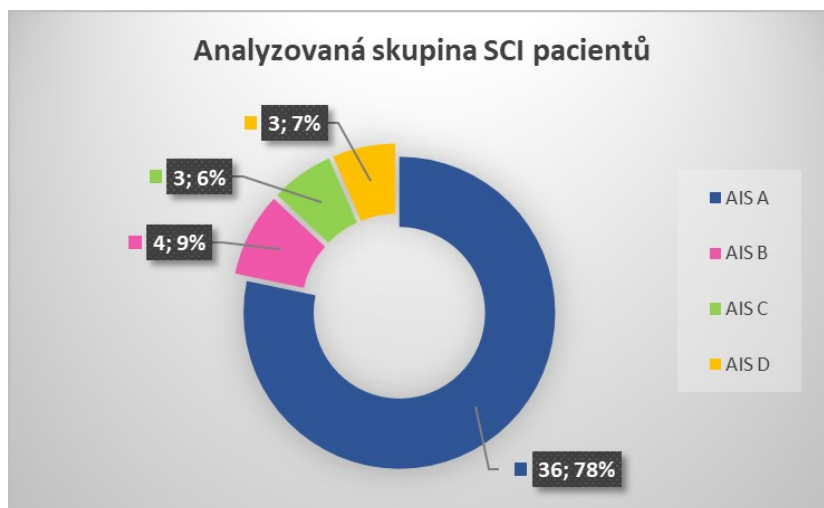
Graf č. 2.4.1 Celkové rozdělení diagnóz na Ekso terapii (archiv autora)

Dále z celkového počtu spinálních pacientů pouze 60 z nich (81%) bylo diagnostikováno dle ISNCSCI klasifikace a zbylých 14 (19%) nikoliv (graf č. 2.4.2).



Graf č. 2.4.2 Spinální pacienti na Ekso terapii (archiv autora)

Graf č. 2.4.3 poté ukazuje analyzovanou skupinu SCI pacientů, kteří byli diagnostikováni dle ISNCSCI klasifikace a absolvovali 4 a více terapií. Celkový počet je 46 pacientů. Graf č. 2.4.3 dále zobrazuje rozdělení pacientů dle rozsahu míšňí léze. Nejvyšší zastoupení má kategorie AIS A značící kompletní motorickou a senzitivní míšňí lézi s počtem 36 pacientů (78%). Poté AIS B se 4 pacienty a kategorie AIS C a AIS D obě shodně se 3 pacienty.



Graf 2.4.3 Analyzovaná skupina SCI pacientů (archiv autora)

## Hodnocení analyzované skupiny dle rozsahu míšňí léze

### AIS A

Tabulka č. 2.4.1 vychází z grafického zpracování analýzy (viz Příloha č. 8-13). Tabulka zobrazuje průměrné hodnoty kategorie AIS A ve sledovaných oblastech: doba chůze, počet kroků a podpora asistence robotiky.

AIS A		
Doba chůze		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
00:21:42	00:31:03	43,1%
Počet kroků		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
383	858	124%
Podpora asistence robotiky		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
28 Max / 8 Adapt	11 Max / 25 Adapt	u 17 pacientů
Forward Assist 99 %	Forward Assist 95,7 %	3,3%

Tabulka č. 2.4.1 (archiv autora)

## AIS B

Tabulka č. 2.4.2 vychází z grafického zpracování analýzy (viz Příloha č. 14-19).  
Tabulka zobrazuje průměrné hodnoty kategorie AIS B ve sledovaných oblastech: doba chůze, počet kroků a podpora asistence robotiky.

<b>AIS B</b>		
<b>Doba chůze</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
00:12:53	00:22:34	75,2%
<b>Počet kroků</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
280	842	200,7%
<b>Podpora asistence robotiky</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
3 Max / 1 Adapt	1 Max / 3 Adapt	u 2 pacientů
Forward Assist 99 %	Forward Assist 89,8 %	9,2%

Tabulka č. 2.4.2 (archiv autora)

## AIS C

Tabulka č. 2.4.3 vychází z grafického zpracování analýzy (viz Příloha č. 20-25).  
Tabulka zobrazuje průměrné hodnoty kategorie AIS C ve sledovaných oblastech: doba chůze, počet kroků a podpora asistence robotiky.

<b>AIS C</b>		
<b>Doba chůze</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
00:15:19	00:27:57	82,5%
<b>Počet kroků</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
316	901	185,1%
<b>Podpora asistence robotiky</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
2 Max / 1 Adapt	0 Max / 3 Adapt	u 2 pacientů
Forward Assist 99,3 %	Forward Assist 91,7 %	7,6%

Tabulka č. 2.4.3 (archiv autora)



## AIS D

Tabulka č. 2.4.4 vychází z grafického zpracování analýzy (viz Příloha č. 26-31). Tabulka zobrazuje průměrné hodnoty kategorie AIS D ve sledovaných oblastech: doba chůze, počet kroků a podpora asistence robotiky.

<b>AIS D</b>		
<b>Doba chůze</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
00:15:52	00:24:40	55,5%
<b>Počet kroků</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
415	952	129,4%
<b>Podpora asistence robotiky</b>		
<i>První terapie</i>	<i>Poslední terapie</i>	<i>Zlepšení</i>
2 Max / 1 Adapt	0 Max / 3 Adapt	u 2 pacientů
Forward Assist 98,3 %	Forward Assist 98 %	0,3%

Tabulka č. 2.4.4 (archiv autora)

### 2.4.4 Zhodnocení výsledků

Zhodnocení výsledků vychází z kompletního grafického zpracování analýzy (viz. Příloha č. 8-31).

<b>Parametry EKSO terapie</b>	<b>AIS A</b> (36 pacientů)	<b>AIS B</b> (4 pacienti)	<b>AIS C</b> (3 pacienti)	<b>AIS D</b> (3 pacienti)
<i>Průměrná doba chůze</i>	Zlepšení o 43,1 %	Zlepšení o 75,2 %	Zlepšení o 82,5 %	Zlepšení o 55,5 %
<i>Průměrný počet kroků</i>	Zlepšení o 124,0 %	Zlepšení o 200,7 %	Zlepšení o 185,1 %	Zlepšení o 129,4 %
<i>Podpora asistence robotiky</i> <i>(Maximal Assist Mode vs Adaptive Mode)</i>	Zlepšení u 17/36 pacientů	Zlepšení u 2 z 4 pacientů	Zlepšení u 2 z 3 pacientů	Zlepšení u 2 z 3 pacientů
<i>Podpora asistence robotiky</i> <i>(Forward Assist)</i>	Zlepšení o 3,3%	Zlepšení o 9,2%	Zlepšení o 7,6%	Zlepšení o 0,3%

Tabulka č. 2.4.5 (archiv autora)

Ve všech kategoriích AIS za pomoci exoskeletálního obleku Ekso GT™ došlo ke zlepšení, jak u doby chůze, tak i v počtu kroků, nejlepší výsledky byly dosaženy u pacientů v kategorii AIS B a AIS C.

Taktéž ve všech kategoriích AIS v průběhu terapií s exoskeletálním oblekem Ekso GT™ došlo ke zlepšení, tj. snížení počtu pacientů provádějících terapii v módu maximální asistence robotiky. Počet pacientů provádějících terapii v adaptivním módu byl k poslední terapii vždy vyšší. Další zlepšení bylo dosaženo také v jejich postupně zlepšujícím se aktivním zapojením do pohybu, a tím i snížením hodnot Forward Assist v rámci adaptivního módu.

### 3 DISKUSE

Existuje celá řada studií potvrzující pozitivní efekt roboticky asistované terapie s exoskeletálním oblekem, cílem této práce nebylo zodpovědět tuto základní otázku, ale za pomoci kazuistik a retrospektivní analýzy dat porovnat aktuální teoretické poznatky a vyhodnotit možnosti využití exoskeletálního obleku ve fyzioterapii u spinálních pacientů v RÚ Kladruby. Problematika roboticky asistované terapie se zaměřením na exoskeletální obleky je velice aktuální téma, přesto v domácí literatuře chybí podrobnější rešeršní zpracování či odborné publikace, které by se tomuto tématu více věnovaly.

Poranění, jakým je míšní léze neomezí jedince pouze v oblasti ADL a mobility. Často je asociováno se sekundárními komplikacemi, které souvisí s pacientovou imobilizací, nedostatkem či nemožností pohybu. Mezi tyto komplikace patří riziko vzniku dekubitů, zvýšená spasticita, omezený rozsah pohybu kloubů, kontraktury, svalové oslabení až atrofie, snížená kostní denzita, muskuloskeletální či neuropatická bolest, deprese a zhoršená funkce gastrointestinálního, vylučovacího, respiračního a kardiovaskulárního systému. Také jedinci s inkompletní míšní lézí, kteří jsou schopni chůze, s ní mají velice často obtíže. Chůze je pomalá, energeticky náročná, nekoordinovaná a mohou se objevovat problémy se stabilitou či riziko pádu. Při intenzivním tréninku může dojít ke zlepšení funkce, ale rychlost chůze může zůstat nadále nízká a tedy pro mobilitu v běžném životě nevhodná. Mnoho jedinců, kteří pak mají zachovanou motorickou funkci pod úrovní léze, přesto užívají jako primární způsob mobility mechanický vozík (Heinemann, 2018).

Exoskeletální obleky umožňují asistovaný repetitivní pohyb, přesné dávkování zátěže, možnost vysokého počtu opakování a přesnější trajektorii pohybu oproti ostatním terapeutickým přístupům. Poskytují multisenzorický biofeedback, informují pacienta o průběhu a úspěšnosti terapie a usnadňují práci terapeuta. Mají pozitivní vliv na posturu, spasticitu, psychiku a další sekundární komplikace. Exoskelety tak mohou poskytnout alternativní strategii k tréninku chůze se stejnými cíli jako jiné fyzioterapeutické intervence (Heinemann, 2018; Vařeka, 2016).

Důvody pro zapojení Ekso terapie v případě, kdy cílem rehabilitace není trénink chůze mohou být vertikalizace pacienta a tím zkrácení času sedavého zatížení, dynamická stabilizace trupu, snaha ovlivnit sekundární komplikace míšní léze, případně použití exoskeletu jako potencionální budoucí kompenzační pomůcky pro mobilitu (Baunsgaard, 2017).

V kazuistické části bakalářské práce jsou uvedeny 2 kazuistiky pacientů. V obou případech se jednalo o stabilní kompletní míšní léze AIS A staršího data. Výsledky měření mohly být ovlivněny několika faktory. Oba pacienti absolvovali komplexní rehabilitační program v RÚ Kladruby, jehož součástí byla také terapie s exoskeletálním oblekem. Program pacienta č. 1 zahrnoval individuální fyzioterapii, cvičení v závěsném systému Redcord, skupinové cvičení pro tetraplegiky, fitness cvičení a sporty pro paraplegiky, dále nácvik psaní a uchopování a přístrojovou terapii. Pacient č. 2 měl podobný program, avšak jako paraplegik měl také navíc plavání, hydroterapii a cvičení a sportovní aktivity pro paraplegiky.

Pacient č. 1 je muž, ročník narození 1980, datum úrazu 24. 5. 2014, s diagnózou paraparézy HKK a paraplegie DKK s neurologickou míšní lézí C7 AIS A. Objektivně došlo ke změně sledovaných parametrů v oblasti spasticity, svalové síly a soběstačnosti. Dle MAS se snížila spasticita ve všech sledovaných svalech. Dále došlo k navýšení skóre v testování soběstačnosti pomocí testu SCIM z původních 60 na 62 bodů v oblasti mobility na lůžku. Subjektivně pociťuje právě zlepšení kondice, protažení a také snížení spasticity. To také potvrzuje v Dotazníku spokojenosti chůze na EksoGT<sup>TM</sup> sestaveného ve spolupráci s RÚ Kladruby (příloha č. 37). Terapie s Ekso GT<sup>TM</sup> je pro něj jedním z důvodů, proč se opakovaně vrací do RÚ Kladrub za účelem rekondičního pobytu.

Pacient č. 2 je muž, ročník narození 1987, datum úrazu 1. 4. 2006, s diagnózou chabé paraplegie DKK s neurologickou míšní lézí Th11 AIS A. Dle dotazníku spokojenosti chůze na EksoGT<sup>TM</sup> a osobního sdělení udává zlepšení kondice, posílení trupu, protažení zkrácených svalů. Oproti vstupnímu vyšetření však objektivně došlo pouze ke zvýšení ROM v kolenních kloubech o 5 stupňů bilaterálně. Svalová síla, spasticita a hodnocení testu SCIM je stejné jako při vstupním testování – 72/100 bodů. Terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT<sup>TM</sup> hodnotí kladně, avšak více preferuje individuální fyzioterapeutickou cvičební jednotku.

U obou pacientů dále došlo ke snížení napětí v oblasti šíjového svalstva a protažení m. pectoralis major, m. trapezius, m. levator scapulae, m. sternocleidomastoideus bilaterálně. U pacienta č. 1 dokonce také ke zvýšení svalové síly v oblasti ramenního a loketního kloubu. Tyto změny však přikládám spíše komplexnímu RHB programu, který oba pacienti během pobytu v RÚ Kladruby absolvovali.

Baunsgaard (2018) zkoumal sekundární komplikace doprovázené míšním poraněním. Zaměřil se na změny bolesti, spasticity, ROM, ADL, gastrointestinálního a vylučovacího ústrojí. Studie se celkem účastnilo 52 probandů z 9 různých evropských rehabilitačních zařízení. Závěry studie potvrzují zvýšení skóre v testu SCIM, a to jak u pacientů nedávno zraněných (datum zranění < 1 rok), tak chronických (datum zranění > 1 rok). Zaznamenává také změnu ve spasticitě hodnocenou MAS, avšak pouze z krátkodobého hlediska, nikoliv dlouhodobého a rovněž vnímání kvality života, které se zlepšilo pouze u pacientů s chronickým spinálním poraněním. Bolest během sledování se nezměnila a nová nebyla vyvolána, zároveň nesleduje změny v ROM, ani funkci gastrointestinálního a vylučovacího ústrojí. Výsledky této studie tak korespondují se změnou spasticity a skóre testu SCIM u pacienta č. 1.

Snížení spasticity u roboticky asistované chůze lze vysvětlit tím, že chůze je fyziologický a automatický proces. Exoskeletální oblek umožňuje pozemní chůzi u osob, které jí bez pomocného zařízení nejsou schopny. Aktivace neuronálních okruhů účastnících se chůze, byť získaná robotickým přístrojem, je schopna u osob se spinálním poraněním snížit nefyziologickou hyperaktivaci přítomnou ve spasticitě. Náhrada této ztracené vzorové aktivace míchy pomocí synaptických stimulů skrze asistovaný pohyb může pomoci obnovit ztracenou spinální inhibici, což je podstata strategie v léčbě spasticity (Stampacchia, 2016).

Primárním cílem rehabilitace u spinálního poranění je dosažení maximální funkční soběstačnosti a mobility. Chisholm (2017) s Alamro (2018) vybízí k zamyšlení nad rehabilitační strategií u pacientů s kompletní míšní lézí, kdy aktivní způsob chůze na základě přenášení váhy u EksoGT™ může vést k lepší posturální aktivaci svalů, a tím pádem také ke zlepšení posturální stability a následně ADL. Ve své práci tyto poznatky nemohu přímo potvrdit, avšak pacient č. 2 po terapii subjektivně udává posílení trupu a zlepšení celkové kondice. Jedná se tak o další potencionální možnost využití exoskeletálního obleku EksoGT™ u spinálních pacientů s kompletní míšní lézí.

K dosažení primárního cíle soběstačnosti a mobility je zapotřebí celková fyzická kondice jedince. Pravidelná fyzická aktivita je také strategií pro zmírňování sekundárních zdravotních komplikací. Aktuálně je doporučeno pro osoby se spinálním poraněním vykonávat mírně intenzivní cvičení, minimálně po dobu 20 minut, dvakrát týdně ve spojení s posilovacím cvičením (Martin Ginis, 2018). Escalona (2018) potvrdil, že chůzi

s exoskeletálním oblekem minimálně dvakrát týdně po dobu 20 minut mohou jedinci s kompletní míšní lézí dosáhnout mírně intenzivního cvičení pro udržení jejich celkové fyzické kondice.

Dle Dotazníku spokojenosti chůze na Ekso GT<sup>TM</sup> (příloha č. 37 a 38) oba pacienti označili cvičení v přístroji za namáhavé a po kterém se cítí unaveni. Pacient č. 1 superlativně hodnotí – „*Chůze na Ekso je velmi namáhavá, na koordinaci, velké soustředění především, ale stojí to za to.*“ Dále ke zhodnocení vnímání intenzity zátěže byla použita Borgova škála. Pacient č. 1 podle Borgovy škály intenzity zátěže cvičení vnímal v rozmezí namáhavé až velmi namáhavé (st. 16). Pacient č. 2 jej vnímal jako poněkud namáhavé (st. 13).

Z pohledu absolvovaných terapií na exoskeletálním obleku je patrné, že oba pacienti neměli problém naučit se ovládat přístroj a terapii ukončili v pokročilejším nastavení systému - ProStep<sup>TM</sup> a Adaptive Assist. Pacient č. 1 zlepšil dobu chůze oproti první terapii o 39,2% a zvýšil počet kroků o 36,6%. Pacient č. 2 dokonce zlepšil dobu chůze o 500% a počet kroků o 89,9%. Takto vysoký rozptyl hodnot je zejména z toho důvodu, že pacient č. 2 měl extrémně nízké počáteční hodnoty. Ve skutečnosti ale pacient č. 1 zvládnul v terapiích více kroků a dosáhnul delší doby chůze nežli pacient č. 2 z důvodu více absolvovaných terapií (viz příloha č. 5 a 6). Z dosažených hodnot je patrné, že u obou pacientů došlo ke zlepšení ve všech sledovaných parametru oproti výsledkům prvních terapií.

Oba pacienti docílili delší vertikalizace, větší zátěže ve vertikále a chůze v obleku Ekso GT<sup>TM</sup> s aktivní spoluprací systému a aktivním přenášením těžiště. Dle recentních studií (Escalona, 2018; Gorgey, 2017 a další) tak můžeme předpokládat zlepšení kardiorespiračních parametrů a tím také zlepšení celkové fyzické kondice.

Retrospektivní analýza dat za období 2014-2019 k poslednímu dni měření ukazuje demografické rozložení pacientů v RÚ Kladruby, kteří absolvovali Ekso terapii. Celkový počet pacientů, kteří absolvovali alespoň 1 Ekso terapii včetně testování je 95 osob. Z toho 74 pacientů mělo diagnózu SCI (78%), 14 pacientů diagnózu CMP (15%) a 7 pacientů jinou diagnózu nežli SCI či CMP (7%).

Dále z celkového počtu spinálních pacientů pouze 60 ze 74 (81%) bylo diagnostikováno dle ISNCSCI klasifikace. Z pacientů, kteří byli diagnostikováni dle ISNCSCI

poté 46 pacientů splňovalo vstupní kritérium absolvovaných minimálně 4 a více Ekso terapií. Nejvyšší zastoupení má kategorie AIS A značící kompletní motorickou a senzitivní míšňí lézi s počtem 36 pacientů ze 46 (78%). Poté AIS B se 4 pacienty (9%) a kategorie AIS C a AIS D obě shodně se 3 pacienty (13%). Toto demografické rozložení odpovídá zjištění Gorgey (2019), kdy Ekso terapii podstoupili pacienti v kategoriích AIS A (74%), AIS B (16%) a AIS C (10%) s NLI C4-L1 a datem zranění starší 6 měsíců až 11 let.

Naopak, pokud porovnáme demografické rozložení pacientů na Ekso terapii v RÚ Kladruby se statistikou České společnosti pro míšňí léze ČLS JEP, zjistíme, že vzájemně nekorelují. Ve zkoumaném období 2014-2019 v České republice převažuje výskyt inkompletních míšňích lézí nad lézemi kompletními. Přesto inkompletní míšňí léze tvoří marginální skupinu pacientů absolvujících Ekso terapii. Vysvětlením může být, že počet přijatých pacientů v RÚ Kladruby s inkompletní míšňí lézí může být nižší než těch s kompletní lézí nebo, že pacienti s inkompletní míšňí lézí užívají v RÚ Kladruby jiné robotické systémy a nikoliv Ekso GT<sup>TM</sup>. Vždy je zapotřebí splnění indikačních kritérií lékařem. Analýza ukazuje, že 14 pacientů ze 74 (19%) tyto podmínky nesplnilo. Náročnost integrace Ekso terapie do rehabilitačního procesu popisuje také Swank (2019), kde z přijatých 156 pacientů s míšňím poraněním, pouze 7 pacientů splnilo vstupní kritéria a terapie absolvovali.

Výsledky retrospektivní analýzy v RÚ Kladruby ukazují pozitivní zlepšení u všech skupin AIS A-D a také ve všech sledovaných parametrech – doba chůze, počet kroků, podpora asistence robotiky. Ke stejnému závěru dochází také Baunsgaard (2017).

Když vezmu v potaz výsledky mé analýzy, tak největší zlepšení v době chůze měla skupina AIS C, tedy motoricky inkompletní léze. Avšak skupina AIS B, motoricky kompletní léze, měla průměrně nejvyšší nárůst v počtu kroků. Logická úvaha říká, že čím vyšší počet kroků, tím delší doba chůze. Pokud se však podíváme na podporu asistence robotiky, vidíme, že všichni probandi skupiny AIS C ukončili terapii v pokročilém nastavení robotiky Adapt, kdy se snaží svou maximální zbylou svalovou silou provést krok a přístroj tuto jejich sílu automaticky detekuje a dorovná podle potřeby pro plynulou chůzi. Chůze tak pro ně byla náročnější a mohli tedy chodit delší dobu s nižším počtem kroků než AIS B. Dle Baunsgaarda (2017) měli účastníci výzkumu s inkompletní míšňí lézí naopak vyšší nárůst v počtu kroků, nežli účastníci s kompletní lézí. Tuto skutečnost může

reflektovat vícero věcí, avšak vysvětlení, které se nabízí je právě nastavení podpory robotiky a funkční zdatnost oproti kompletním míšním lézím.

Retrospektivní analýza a také kazuistiky pacientů potvrzují závěry mnoha studií (Gorgey, 2019; Alamro, 2018 Baunsgaard, 2017; Sale, 2016 a další), že z terapie mohou profitovat také pacienti s kompletní míšní lézí. Trénink pomocí exoskeletálního obleku může být cenný nástroj pro obnovení chůze a potencionálního neurologického deficitu, jak dokládají studie u pacientů s inkompletní míšní lézí (McIntosh, 2019; Chang, 2018; Milia, 2017 a další). Poskytuje asistovaný repetitivní pohyb, přesné dávkování zátěže, možnost vysokého počtu opakování, přesnou trajektorii pohybu a reciproční chůzi s lehkou až střední zátěží. Biomechanický reciproční vzor chůze umožňuje dosažení extenze v kyčelním kloubu s vlastní vahou těla a vyžaduje aktivní spolupráci operátora obleku. Kromě toho reciproční chůze poskytuje schopnost vytvářet repetitivní vzorce a tím facilitovat neurální plasticitu. Ať už se jedná o chůzi v exoskeletálním obleku či jiný terapeutický přístup, je nezbytné, abychom zahájili rehabilitaci, co nejdříve (McIntosh, 2019; Chang, 2018).



## 4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnocení terapeutického přínosu exoskeletálního obleku Ekso GT<sup>TM</sup> u 2 pacientů po poranění míchy a dále vyhodnocení nasbíraných retrospektivních dat proběhlých terapií s exoskeletem Ekso GT<sup>TM</sup> za roky 2014-2019 do posledního sběru dat pomocí excelových tabulek a grafického znázornění.

Rešeršní porovnání tuzemské a zahraniční literatury s výsledky kazuistik poukazuje na pozitivní efekt terapie s exoskeletálním oblekem. U pacienta č. 1 dle MAS objektivně došlo ke snížení spasticity a navýšení skóre v testu SCIM. Subjektivně dle Dotazníku spokojenosti chůze na Ekso GT<sup>TM</sup> pociťuje zlepšení kondice, protažení a snížení spasticity. Pacient č. 2 subjektivně udává zlepšení kondice, posílení trupu a protažení zkrácených svalů. Objektivně však došlo pouze ke zvýšení ROM v kolenních kloubech o 5 stupňů bilaterálně. Svalová síla, spasticita a skóre testu SCIM jsou beze změny. Oba pacienti ale docílili delší vertikalizace, větší zátěže ve vertikále a chůze v obleku Ekso GT<sup>TM</sup> s aktivní spoluprací systému a aktivním přenášením těžiště ve všech sledovaných parametrech. Dle recentních studií tak můžeme předpokládat zlepšení kardiopulmonálních parametrů a tím také zlepšení celkové fyzické kondice využitelné v běžných denních činnostech.

Výsledky retrospektivní analýzy dat využitelnosti exoskeletálního obleku Ekso GT<sup>TM</sup> v RÚ Kladruby ukázaly, že robotický přístroj nejvíce využívají pacienti s kompletní míšní lézí AIS A. Srovnání první a poslední terapie dle sledovaných parametrů doby chůze, počtu kroků a podpory asistence robotiky ukazuje, že i pacienti s kompletní míšní lézí se mohou zlepšit oproti vstupní terapii. Zlepšení zaznamenaly všechny skupiny AIS A-D ve všech sledovaných parametrech.

Je otázkou na kolik je pozitivní efekt zastoupený Ekso terapií či komplexním rehabilitačním programem, který pacienti v RÚ Kladruby absolvovali. Dle mého rešeršního zpracování ani jedna zahraniční studie nesrovnávala výsledky terapie individuální fyzioterapeutické jednotky a terapie s exoskeletem. Můj názor je takový, že bychom neměli stavět terapii s exoskeletálním oblekem a tradiční fyzioterapii proti sobě, ale naopak vnímat jako obohacující nástroj komplexní léčby, ze které může čerpat výhody jak pacient, tak terapeut. Tento názor potvrzují výsledky mé práce a také zahraniční studie.

Tato práce byla zaměřena na spinální poranění, neboť tento přístroj využívají nejčastěji právě pacienti po míšní lézi, stejně tak jej ale využívají pacienti po CMP, polytraumatu

a jiní. Zahraniční studie již dnes testují využití exoskeletu také u ostatních neurodegenerativních onemocnění jako je Parkinsonova choroba či roztroušená skleróza.

Věřím, že tato práce, která se jako jedna z prvních u nás zabývá využitím exoskeletálního obleku ve fyzioterapii, může přispět k rozvoji tohoto tématu. Naměřená retrospektivní data RÚ Kladrby a rešeršní zpracování problematiky poskytují materiál pro další interpretaci a rozšíření terapeutických možností přístroje.

## 5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALAMRO, R. A., A. E. CHISHOLM, A. M. M. WILLIAMS, M. G. CARPENTER a T. LAM. Overground walking with a robotic exoskeleton elicits trunk muscle activity in people with high-thoracic motor-complete spinal cord injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2018, **15**(1), 1–12 [cit. 2019-04-14]. ISSN 17430003. Dostupné z: doi:10.1186/s12984-018-0453-0

AMBLER, Z. *Základy Neurologie*. Šesté, přepracované a doplněné vydání. Praha: Galen, 2011. ISBN 80-7262-433-4.

AMBLER, Z., J. BEDNAŘÍK a E. RŮŽIČKA. *Klinická neurologie: I. část obecná*. 2. vyd. Praha: TRITON, 2008 ISBN 978-80-7387-157-4.

Anon. 2014. ČSN ISO 690. *Ekso Bionics Clinical Training Guide – Ekso GT*.

BAUNSGAARD, B. C., U. V. NISSEN, N. MURILLO, B. GÓMEZ, W. ANTEPOHL, F. BIERING-SØRENSEN, C. RIBEILL, W. FABER, A. OPHEIM, A. KATRIN BRUST, J. BENITO, J. NACHTEGAAL, N. MARKLUND, N. LEÓN, K. SAMUELSSON, Y.-B. KALKE, A. FROTZLER, T. GLOTT a U. HOLMSTRÖM. Gait training after spinal cord injury: safety, feasibility and gait function following 8 weeks of training with the exoskeletons from Ekso Bionics. *Spinal Cord* [online]. 2017, **56**(2), 106–116 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1362-4393. Dostupné z: doi:10.1038/s41393-017-0013-7

BAUNSGAARD, B. C., J. NACHTEGAAL, W. FABER, A. FROTZLER, U. V. NISSEN, N. LEÓN, C. RIBEILL, A. BRUST, N. MARKLUND, K. SAMUELSSON, J. PENALVA, A. OPHEIM, N. MURILLO, F. BIERING-SØRENSEN, T. GLOTT, B. GÓMEZ, U. HOLMSTRÖM, W. ANTEPOHL a Y. KALKE. Exoskeleton gait training after spinal cord injury: An exploratory study on secondary health conditions. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2018, **50**(9), 806–813. ISSN 1650-1977. Dostupné z: doi:10.2340/16501977-2372

BEDNAŘÍK, Josef, Zdeněk AMBLER a Evžen RŮŽIČKA. *Klinická neurologie: část speciální I*. 1. vyd. Praha: TRITON, 2010. ISBN 978-80-7387-389-9.

*Berkeley Robotics & Human Engineering Laboratory* [online]. 2010 [cit. 14.4.2019] Dostupné z: <https://1url.cz/iMZ4N>

Česká společnost pro míšňí léze ČLS JEP [online]. 2016 [cit 14.4.2019] Dostupné z: <https://www.spinalcord.cz/cz/statistiky/>

DELGADO, D. A., M. X. ESCALON, T. N. BRYCE, W. WEINRAUCH, S. J. SUAREZ a A. J. KOZLOWSKI. Safety and feasibility of exoskeleton-assisted walking during acute/sub-acute SCI in an inpatient rehabilitation facility: A single-group preliminary study. *Journal of Spinal Cord Medicine* [online]. 2019, **0**(0), 1–10 [cit. 2019-11-04]. ISSN 20457723. Dostupné z: doi:10.1080/10790268.2019.1671076

*Ekso Bionics* [online]. 2016 [cit. 14.4.2019] Dostupné z: <https://1url.cz/fMkS5>

ESCALONA, J. M., R. BROSSEAU, M. VERMETTE, A. S. COMTOIS, C. DUCLOS, M. AUBERTIN-LEHEUDRE a D. H. GAGNON. Cardiorespiratory demand and rate of perceived exertion during overground walking with a robotic exoskeleton in long-term manual wheelchair users with chronic spinal cord injury: A cross-sectional study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2018, **61**(4), 215–223 [cit. 2019-11-04]. ISSN 18770665. Dostupné z: doi:10.1016/j.rehab.2017.12.008

ESQUENAZI, A., M. TALATY a A. JAYARAMAN. Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. *PM and R* [online]. 2017, **9**(1), 46–62 [cit. 2019-04-14]. ISSN 19341482. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmrj.2016.07.534

FERRIS, P. D. a B. R. SCHLINK. Robotic Devices to Enhance Human Movement Performance. *Kinesiology Review* [online]. 2017, **6**(1), 70–77 [cit. 2019-04-14]. ISSN 2163-0453. Dostupné z: doi:10.1123/kr.2016-0040

FOSCH-VILLARONGA, E. a B. ÖZCAN. The Progressive Intertwinement Between Design, Human Needs and the Regulation of Care Technology: The Case of Lower-Limb Exoskeletons. *International Journal of Social Robotics* [online]. 2019, 1-14 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1875-4791. Dostupné z: doi:10.1007/s12369-019-00537-8

FORREST, G. F., K. HUTCHINSON, D. J. LORENZ, J. J. BUEHNER, L. R. VANHIEL, S. A. SISTO a D. M. BASSO. Are the 10 meter and 6 minute walk tests redundant in patients with spinal cord injury? *PLoS ONE* [online]. 2014, **9**(5), 1–10 [cit. 2019-04-14]. ISSN 19326203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0094108

KARELIS, D. A., L. P. CARVALHO, M. J. E. CASTILLO, M. AUBERTIN-LEHEUDRE a D. H. GAGNON. Effect on body composition and bone mineral density of walking with a robotic exoskeleton in adults with chronic spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2016, **49**(1), 84–87 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1650-1977. Dostupné z: doi:10.2340/16501977-2173

GAGNON, H. D., J. M. ESCALONA , A. D. KARELIS, M. VERMETTE, L. P. CARVALHO, M. AUBERTIN-LEHEUDRE a C. DUCLOS. Locomotor training using an overground robotic exoskeleton in long-term manual wheelchair users with a chronic spinal cord injury living in the community: Lessons learned from a feasibility study in terms of recruitment, attendance, learnability, performa. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2018, **15**(1), 1–13 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: doi:10.1186/s12984-018-0354-2

GARDNER, D. A, J. POTGIETER a F. K. NOBLE. A review of commercially available exoskeletons' capabilities. *24th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice* [online]. 2017, 1–5 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: doi:10.1109/M2VIP.2017.8211470

GHADDAR, R. a M. A. S. MOHAMMAD, 2019. A Review of Lower Limb Exoskeleton Assistive Devices for Sit-To-Stand and Gait Motion. *International Journal of Current Engineering and Technology* [online]. 2019, **9**(1), 105-111 [cit. 2019-04-14]. ISSN 2277 – 4106. Dostupné z: doi.org/10.14741/ijcet/v.9.1.15

GIGGINS, M. O., U. M. PERSSON, B. CAULFIELD. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2013, **10**(60), 1-11 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://1url.cz/2Mk0e>

GINIS MARTIN. A. K., J. W. VAN DER SCHEER, A. E. LATIMER-CHEUNG, A. BARROW, Ch. BOURNE, P. CARRUTHERS, M. BERNARDI, D. S. DITOR, S. GAUDET, S. DE GROOT, K. C. HAYES, A. L. HICKS, Ch. A. LEICHT, J. LEXELL, S. MACALUSO, P. J. MANNNS, Ch. B. MCBRIDE, V. K. NOONAN, P. POMERLEAU, J. H. RIMMER, R. B. SHAW, B. SMITH, K. M. SMITH, J. D. STEEVES, D. TUSSLER, Ch. R. WEST, D. L. WOLFE a V. L. GOOSEY-TOLFREY. Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: An update and a new guideline. *Spinal Cord* [online]. 2018, **56**(4), 308–321 [cit. 2019-11-11] ISSN 14765624. Dostupné z: doi:10.1038/s41393-017-0017-3

GORGEY, S. A., R. E. KHALIL, R. SUMRELL, T. LAVIS, R. WADE a L. VILLADELGADO. Exoskeleton Training May Improve Level of Physical Activity After Spinal Cord Injury: A Case Series. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation* [online]. 2017 **23**(3), 245–255 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1082-0744. Dostupné z: doi:10.1310/sci16-00025

GORGEY, S. A., R. SUMRELL a L. L. GOETZ. Exoskeletal Assisted Rehabilitation After Spinal Cord Injury. *Atlas of Orthoses and Assistive Devices* [online]. 2019 [cit. 2019-11-04]. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-48323-0.00044-5

GRASMÜCKE, D., A. ZIERIACKS, M. SCZESNY-KAISER, M. AACH, O. JANSEN, M. WESSLING, T. A. SCHILDHAUER, Ch. FISAHN a R. C. MEINDL. Against the odds: what to expect in rehabilitation of chronic spinal cord injury with a neurologically controlled Hybrid Assistive Limb exoskeleton. A subgroup analysis of 55 patients according to age and lesion level. *Neurosurgical Focus* [online]. 2017, **42**(May), E15 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1092-0684 Dostupné z: doi:10.3171/2017.2.focus171

HABIB, A. Bionic Exoskeleton: History, Development and the Future. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* [online]. 2014, 58–62 [cit. 2019-04-14]. ISSN 2278-1684. Dostupné z: <http://iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/ICAET-2014/me/volume-5/12.pdf?id=7622>

HANINEC, P., F. ŠÁMAL a M. OUZKÝ. Míšní léze z pohledu neurochirurga. *Neurologie pro praxi* [online]. 2017, **18**(6), 386-388 [cit. 2019-04-04]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://1url.cz/UMVR7>

HEINEMANN, W. A., A. JAYARAMAN, Ch. K. MUMMIDISSETTY, J. SPRAGGINS, D. PINTO, S. CHARLIFUE, C. TEFERTILLER, H. B. TAYLOR, S. H. CHANG, A. STAMPAS, C. L. FURBISH a E. C. FIELD-FOTE. Experience of robotic exoskeleton use at four spinal cord injury model systems centers. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 2018, **42**(4), 256–267 [cit. 2019-11-04]. ISSN 15570584. Dostupné z: doi:10.1097/NPT.0000000000000235

CHANG, Shuo Hsiu, Taimoor AFZAL, Jeffrey BERLINER a Gerard E. FRANCISCO. Exoskeleton-assisted gait training to improve gait in individuals with spinal cord injury: A pilot randomized study. *Pilot and Feasibility Studies* [online]. 2018, **4**(1), 1–10 [cit. 2019-11-04]. ISSN 20555784. Dostupné z: doi:10.1186/s40814-018-0247-y

CHISHOLM, E. A., R. A. ALAMRO, A. M. M. WILLIAMS a T. LAM. Overground vs. treadmill-based robotic gait training to improve seated balance in people with motor-complete spinal cord injury: a case report. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2017, **14**(1) 1–8 [cit. 2019-11-04]. ISSN 17430003. Dostupné z: doi:10.1186/s12984-017-0236-z

*Indego* [online]. 2019 [cit. 14.4.2019] Dostupné z: <https://1url.cz/0MkSk>

KOLÁŘ, P. (2012). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.

KRESSLER, J., Ch. K. THOMAS, E. C. FIELD-FOTE, J. SANCHEZ, E. WIDERSTRÖM-NOGA, D. C. CILIEN, K. GANT, K. GINNETY, H. GONZALEZ, A. MARTINEZ, K. D. ANDERSON a M. S. NASH. Understanding therapeutic benefits of overground bionic ambulation: Exploratory case series in persons with chronic, complete spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2014, **95**(10), 1878–1887 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1532821X. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2014.04.026

KŘÍŽ, J. a Š. CHVOSTOVÁ. Vyšetřovací a rehabilitační postupy u pacientů po míšní lézi. *Neurologie pro praxi* [online]. 2009, **10**(3), 143-147 [cit. 2019-04-05]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://1url.cz/pMVaQ>

KŘÍŽ, J. Spinální program v České republice – historie, současnost, perspektivy. *Neurologie pro praxi* [online]. 2013, **14**(3), 140-143 [cit. 2019-04-05]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://1url.cz/ltnTy>

KŘÍŽ, J. a Z. HLINKOVÁ. Neurorehabilitace senzomotorických funkcí po poranění míchy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2016, **79/112**(4), 378–396 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <https://1url.cz/CMkUH>

KŘÍŽ, J., R. HÁKOVÁ, V. HYŠPERSKÁ, Z. HLINKOVÁ, R. LUKÁŠ a R. ANDEL. Mezinárodní standardy pro neurologickou klasifikaci míšního poranění – revize 2013. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2014, **77/110**(1), 77–81 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <https://1url.cz/SMkUG>

KŘÍŽ, J. a Z. FALTÝNKOVÁ. *Léčba a rehabilitace pacientů s míšní lézí: příručka pro praktické lékaře*. Praha: Česká asociace paraplegiků – CZEPA, 2012, 15s.

KŘÍŽ, J. a V. HYŠPERSKÁ. Rizikové stavy u pacientů v chronické fázi po poškození míchy. *Neurologie pro praxi* [online]. 2009, **10**(3), 137-142 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://1url.cz/CMkUs>

KŘÍŽ, J., V. LIĐÁKOVÁ a P. KRÁLOVÁ. Očekávané funkční výsledky u motoricky kompletních míšních lézí. *Rehabilitační a fyzikální lékařství* [online]. 2018, **25**(2), 47–58 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://1url.cz/sMkLi>

LAJEUNESSE, V., C. VINCENT, F. ROUTHIER, E. CAREAU a F. MICHAUD. Exoskeletons' design and usefulness evidence according to a systematic review of lower limb exoskeletons used for functional mobility by people with spinal cord injury. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* [online]. 2016, **11**(7), 535–547 [cit. 2019-04-14]. ISSN 17483115. Dostupné z: doi:10.3109/17483107.2015.1080766

LOUIE, R. D., J. J. ENG a T. LAM. Gait speed using powered robotic exoskeletons after spinal cord injury: A systematic review and correlational study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2015, **12**(1), 1–10 [cit. 2019-04-14]. ISSN 17430003. Dostupné z: doi:10.1186/s12984-015-0074-9

MCINTOSH K., CHARBONNEAU R., BENZAADA Y., BHATIYA U., Ho C., The safety and feasibility of exoskeletal assisted walking in acute rehabilitation following spinal cord injury. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation* [online]. (2019), Dostupné z: doi: 10.1016/j.apmr.2019.09.005.

MEKKI, M., A. D. DELGADO, A. FRY, D. PUTRINO a V. HUANG. Robotic Rehabilitation and Spinal Cord Injury: a Narrative Review. *Neurotherapeutics* [online]. 2018, **15**(3), 604–617 [cit. 2019-04-14]. ISSN 18787479. Dostupné z: doi:10.1007/s13311-018-0642-3

MILIA, P., F. D. SALVO, M. CASERIO, T. COPE, P. WEBER, C. SANTELLA. Neurorehabilitation in paraplegic patients with an active powered exoskeleton (Ekso). *Digital Medicine* [online]. 2016, **2**(4), 163-168 [cit. 2019-11-04]. Dostupné z doi: 10.4103/digm.digm\_51\_16

MILLER, E. L., A. K. ZIMMERMANN a W. G. HERBERT. Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking on SCI patients [online]. 2016, 455–466 [cit. 2019-04-14]. ISSN 11791470. Dostupné z: doi:10.2147/MDER.S103102



Mišní syndromy. *Multimediální vzdělávací program pro výuku neurologie: Pregraduální výuka neurologie* [online]. Praha: Neurologická klinika LF UP a FN Olomouc, 2012 [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://1url.cz/FMVal>

*Neuron Rehabilitacja* [online]. 2016 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://1url.cz/hMkS9>

NEVŠÍMALOVÁ, S., E. RŮŽIČKA a J. TICHÝ. *Neurologie*. Praha: Galén, 2002, 367 s. ISBN 80-246-0502-3.

*NICE* [online]. 2017 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://1url.cz/MMkSd>

NITSCHKE, J., D. KUHN, K. FISCHER a K. RÖHL. Comparison of the Usability of the ReWalk, Ekso and HAL Exoskeletons in a Clinical Setting. *Orthopadie Technik* [online]. 2014, 22–26 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: doi:215/2/239 [pii]r10.1242/jeb.064055

ONOSE G., V. CÂRDEI, V. AVRAMESCU, Ş. T. CRĂCIUNOIU, M. A. LEBEDEV, M. V. CONSTANTINESCU a I. OPRIŞ. Mechatronic Wearable Exoskeletons for Bionic Bipedal Standing and Walking: A New Synthetic Approach. *Frontiers in Neuroscience* [online]. 2016, **10**(September), 1–9 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://1url.cz/mMkZB>

*ReWalk* [online]. 2019 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://1url.cz/bMkSV>

ROJEK, Anna. From the treadmill to the exoskeleton. Evolution of mechanical gait assistance methods. *Medical Rehabilitation* [online]. 2015, **19**(4), 25-33 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1896–3250. Dostupné z: <https://1url.cz/cMkSB>

SALBACH, M. N., K. O'BRIEN, D. BROOKS, E. IRVIN, R. MARTINO, P. TAKHAR, S. CHAN a J.-A. HOWE. Speed and distance requirements for community ambulation: A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2014, **95**(1), 117–128 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1532821X. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2013.06.017

SALE, P., E. F. RUSSO, M. RUSSO, S. MASIERO, F. PICCIONE, R. S. CALABRÒ a S. FILONI. Effects on mobility training and de-adaptations in subjects with Spinal Cord Injury due to a Wearable Robot: A preliminary report. *BMC Neurology* [online]. 2016, **16**(1), 2–9 [cit. 2019-04-14]. ISSN 14712377. Dostupné z: doi:10.1186/s12883-016-0536-0

STAMPACCHIA, G., T. TOMBINI, A. GERINI, A. RUSTICI, S. MAZZOLENI a S. BIGAZZI. Walking with a powered robotic exoskeleton: Subjective experience, spasticity and pain in spinal cord injured persons. *NeuroRehabilitation* [online]. 2016, **39**(2), 277–283 [cit. 2019-04-14]. ISSN 10538135. Dostupné z: doi:10.3233/nre-161358

SWANK, Ch., S. SIKKA, S. DRIVER, M. BENNETT a L. CALLENDER. Feasibility of integrating robotic exoskeleton gait training in inpatient rehabilitation. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* [online]. 2019, **0**(0), 1–9 [cit. 2019-11-04]. ISSN 1748-3107. Dostupné z: doi:10.1080/17483107.2019.1587014

VAŘEKA, I., M. BEDNÁŘ, R. VAŘEKOVÁ. Robotická rehabilitace chůze. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2016, **79/112**(2), 168-172 [cit. 2019-04-14]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <https://1url.cz/aMkSS>

VÍTEČKOVÁ, S., M. JIŘINA a R. KRUPIČKA. Exoskelety a aktivní ortézy dolních končetin: přehled. *Pohybové ústrojí* [online]. 2011, **18**(3+4) [cit. 2019-04-14]. ISSN 1212-4575. Dostupné z: <https://1url.cz/UM99W>

VUKOBRATOVIC, K. M. When Were Active Exoskeletons Actually Born? *International Journal of Humanoid Robotics* [online]. 2007, **04**(03), 459–486 [cit. 2019-04-14]. ISSN 0219-8436. Dostupné z: doi:10.1142/s0219843607001163

WENDSCHE, P. a J. KŘÍŽ. *Doporučené postupy péče v akutní fázi po míšním poranění*. Svaz paraplegiků, 2005

## 6 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 2.3.1.1 (archiv autora) .....	39
Tabulka č. 2.3.1.2 (archiv autora) .....	39
Tabulka č. 2.3.1.3 (archiv autora) .....	40
Tabulka č. 2.3.1.4 (archiv autora) .....	40
Tabulka č. 2.3.1.5 (archiv autora) .....	42
Tabulka č. 2.3.1.6 (archiv autora) .....	42
Tabulka č. 2.3.2.1 (archiv autora) .....	43
Tabulka č. 2.3.1.2 (archiv autora) .....	44
Tabulka č. 2.3.2.3 (archiv autora) .....	44
Tabulka č. 2.3.2.4 (archiv autora) .....	45
Tabulka č. 2.3.2.5 (archiv autora) .....	46
Tabulka č. 2.4.1 (archiv autora) .....	51
Tabulka č. 2.4.2 (archiv autora) .....	52
Tabulka č. 2.4.3 (archiv autora) .....	52
Tabulka č. 2.4.4 (archiv autora) .....	53
Tabulka č. 2.4.5 (archiv autora) .....	54

## 7 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 2.4.1 Celkové rozdělení diagnóz na Ekso terapii (archiv autora) .....	50
Graf č. 2.4.2 Spinální pacienti na Ekso terapii (archiv autora) .....	50
Graf 2.4.3 Analyzovaná skupina SCI pacientů (archiv autora) .....	51

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

6MWT – six minute walking test – šestiminutový test chůze

ASIA – American Spinal Injury Association

ABD – abdukce

ADD – addukce

ADL – Activity of Daily Living – všední denní činnosti

AIS – American Spinal Injury Association Impairment Scale

Bpn – bez pozitivního nálezu

CMP – centrální mozková příhoda

C/Th – cervikothorakální přechod

Cp – cervikální páteř

ČIAK – čistá intermitentní autokaterizace

ČLS JEP – Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

DXA – duální rentgenové absorpciometrie

EXT – extenze

FLX – flexe

FA – Forward assist – Asistence robotiky vpřed

HK – horní končetina

HKK – horní končetiny

Horiz. ADD – horizontální addukce

ISNCSCI – International Standards for Neurological Classification

KP – kompenzační pomůcky

KPPP – kompenzační pomůcky a/nebo přizpůsobené prostředí

L – lumbální

l. dx – vpravo

I. sin – vlevo

LDK – levá dolní končetina

MAS – Modifikovaná Ashworhova škála

OBKZT – oděv bez knoflíků, zipů nebo tkaniček

pADL – personální všední denní činnosti

PDK – pravá dolní končetina

pQCT – periferní kvantitativní počítačová tomografie

PRO – pronace

RÚ – rehabilitační ústav

S – sakrální

SFTR – sagitální, frontální, transversální, rotace

SUP – supinace

Th – thorakální

Th/L – thorakolumbální přechod

UK – Univerzita Karlova

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Evaluace pacienta (Ekso Patient Evaluation)

Příloha č. 2 – Foto – Průběh testování

Příloha č. 3 – Foto – Průběh terapie

Příloha č. 4 – Foto – Ekso GT™

Příloha č. 5 – Kazuistika č. 1

Příloha č. 6 – Kazuistika č. 2

Příloha č. 7 – SCIM (Spinal Cord Independence Measure)

Příloha č. 8 – Analyzovaná skupina AIS A

Příloha č. 9 – Analyzovaná skupina AIS B

Příloha č. 10 – Analyzovaná skupina AIS C

Příloha č. 11 – Analyzovaná skupina AIS D

Příloha č. 12 – Graf – Doba chůze: AIS A

Příloha č. 13 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS A

Příloha č. 14 – Graf – Počet kroků: AIS A

Příloha č. 15 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS A

Příloha č. 16 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS A

Příloha č. 17 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS A (procentuální)

Příloha č. 18 – Graf – Doba chůze: AIS B

Příloha č. 19 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS B

Příloha č. 20 – Graf – Počet kroků: AIS B

- Příloha č. 21 – Průměrný počet kroků: AIS B
- Příloha č. 22 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS B
- Příloha č. 23 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS B (procentuální)
- Příloha č. 24 – Graf – Doba chůze: AIS C
- Příloha č. 25 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS C
- Příloha č. 26 – Graf – Počet kroků: AIS C
- Příloha č. 27 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS C
- Příloha č. 28 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS C
- Příloha č. 29 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS C (procentuální)
- Příloha č. 30 – Graf – Doba chůze: AIS D
- Příloha č. 31 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS D
- Příloha č. 32 – Graf – Počet kroků: AIS D
- Příloha č. 33 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS D
- Příloha č. 34 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS D
- Příloha č. 35 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS D (procentuální)
- Příloha č. 36 – Indikace, kontraindikace a opatření při použití Ekso GT™
- Příloha č. 37 – Dotazník spokojenosti chůze na Ekso GT™ – pacient č. 1
- Příloha č. 38 – Dotazník spokojenosti chůze na Ekso GT™ – pacient č. 2
- Příloha č. 39 – Informovaný souhlas pacienta
- Příloha č. 40 – Souhlas s pořízením fotodokumentace

**Příloha č. 1 – Evaluace pacienta (Ekso Patient Evaluation) (RÚ Kladruby)**

<b>FORM 1: PATIENT EVALUATION</b>			Date: _____				
Patient Name: _____		Patient ID: _____		Age: _____			
Type of Injury: _____			Date Of Injury (DOI): _____				
Height: _____	Weight: _____	Physical Therapist Name: _____					
Medical History: _____							
<b>ROM</b>	Right	Left	<b>STRENGTH</b>	Right	Left		
Shoulder Extension			Shoulder Flexion				
Elbow Extension			Shoulder Extension				
Wrist Extension			Elbow Flexion				
Hip Flexion			Elbow Extension				
Hip Extension			Wrist Extension				
Knee Flexion			Gross Grip Strength				
Knee Extension			<b>UPPER EXTREMITY STRENGTH COMMENTS:</b>				
Ankle Plantar Flex			Hip Flexion				
Ankle DF w/ Knee Ext			Hip Extension				
Knee Flex to Achieve 0° DF			Hip Abduction				
<b>RANGE OF MOTION COMMENTS:</b>			Knee Extension				
			Ankle Dorsiflexion				
			Ankle Plantar Flexion				
			<b>LOWER EXTREMITY STRENGTH COMMENTS:</b>				
			<b>SPASTICITY</b>			Right	Left
			Elbow Flexors / Extensors			Transfer Function: _____	
Wrist Flexors / Extensors			Standing Program: _____				
Hip Flexors / Extensors			Gait Function/Devices: _____				
Hip Adductors			<b>FUNCTION COMMENTS:</b>				
Knee Flexors / Extensors							
Ankle Plantar Flexors							
Ankle Invertors							
Other _____							
<b>SPASTICITY COMMENTS:</b>			SEE SCREENING FORM FOR COMMENTS.				
Skin Intact: <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO - Concerns: _____							
Cognitive Function Assessment: _____							
Candidate To Use Ekso: <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO							

B101557-001D





**Příloha č. 2 – Foto – Průběh testování (archiv autora)**



**Příloha č. 3 – Foto – Průběh terapie (archiv autora)**



**Příloha č. 4 – Foto – Ekso GT™ (archiv autora)**



## **Příloha č. 5 – Kazuistika č. 1**

**Pracoviště:** RÚ Kladruby

**Pohlaví:** muž

**Ročník narození:** 1980

### **Diagnózy:**

G824 – spastická tetraplegie – paraparéza HK, paraplegie DK

K 592 – neurogenní dysfunkce střeva

N31 – nervově svalová dysfunkce močového měchýře

### **Anamnéza:**

**RA:** matka i otec zdraví, sourozenci zdraví

**OA:** běžná dětská onemocnění, 1994 – appendektomie, 1996 – infekční mononukleóza

**SA:** přízemní byt, bezbariérový přístup, bydlí s přítelkyní

**PA:** grafik, vysokoškolský pedagog, vystudovaný design

**SpA:** volejbal, hokej před zraněním, nyní lukostřelba

**AA:** nejuje

**FA:** Vesicare, Bisacodyl, dříve Baclofen

**Abusus:** příležitostně alkohol, kouření

**NO:** 24. 5. 2014 po návštěvě hokejového utkání (v ebrietě) doma zakopnul a udeřil se do temene, RZP převezen do KN Liberec, kde byla nasazena Halo trakce a diagnostikována komoče mozku – následně rozvoj tetraplegie, dle CT stav po luxační fraktuře obratle C6, provedena stabilizace předním přístupem a 27. 5. 2014 doplněna zadním přístupem, poté absolvoval rehabilitaci v RÚ Kladruby, v roce 2015 lázeňská léčba na Slapech, ambulantně docházel na spinální jednotku KN Liberec, dochází k postupnému zlepšení hybnosti horních končetin. V roce 2016 a 2017 další pobyt v RÚ Kladruby, v mezidobí mezi pobyty cvičí doma či dochází do Centra Paraple. V roce 2019 opětovný kondiční pobyt v RÚ Kladruby.

**Kompenzační pomůcky:** upravený automobil pro ruční řízení, mechanický a elektrický exteriérový vozík, antidekubitní matrace, přeseďací prkno

**Rehabilitační tým:** lékař, fyzioterapeut, ergoterapeut

**Předchozí hospitalizace/rehabilitace:** Již delší dobu žádná hospitalizace. Doma pravidelně cvičí, k dispozici má veslovací trenažér, závěsný systém Redcord a parapódium. Dále během týdne pravidelně dochází na individuální fyzioterapii a ergoterapii. Kombinuje také různé metodiky, např. akupunkturu a Vojtovu metodu.

### **Objektivní stav pacienta**

Status praesens: výška 180 cm, hmotnost: 70 kg, TK: 80/40 mmHg, TF: 70/min

Pacient komunikuje a spolupracuje, je orientovaný časem, místem i osobou.

### **Subjektivní stav pacienta**

Pacient pociťuje po ránu obtíže s nízkým tlakem, zejména při přesunech na vozík. Rovněž ráno po probuzení pociťuje zvýšenou míru spasticity, zejména lýtkových svalů, v návaznosti na to provádí strečinkovou jednotku. V den vyšetřování se pacient cítí dobře, pouze unavený a nepociťuje žádné bolesti ani jiné obtíže.

### **Komplexní rehabilitační program**

Program pacienta č. 1 zahrnoval individuální fyzioterapii, cvičení v závěsném systému Redcord, skupinové cvičení pro tetraplegiky, fitness cvičení a sporty pro paraplegiky, dále nácvik psaní a uchopování, přístrojovou terapii a Ekso terapii.

### **Vstupní kineziologický rozbor:**

#### **Aspekční vyšetření:**

Somatotyp: ektomorf, hypotrofie HKK a DKK s výraznějším projevem na DKK

Kůže: bez známek otoků, cyanózy, ikteru, varixů a dekubitů

Jizva: vertikální, v oblasti C/Th přechodu, klidná, zhojená

#### **Zepředu (hodnoceno vsedě s oporou o HKK)**

Kolenní a hlezenní klouby ve středním postavení, pánev symetrická, lehká prominence břišní stěny, ramena v elevaci, HKK v opoře ve VR o okraj lehátka, protrakce hlavy.

### Zboku (hodnoceno vsedě s oporou o HKK)

Mírná retroverze pánve, kyfotizace bederní lordózy, prominence břišní stěny, hyperkyfóza hrudní páteře, protrakce hlavy a ramen.

### Ze zadu (hodnoceno vsedě s oporou o HKK)

Pánev symetrická, flektované držení trupu, ramena v elevaci.

### Stoj a chůze

Vzhledem k diagnóze není možné vyšetřit.

### Sed

Stabilní sed je možný pouze s oporou HKK nebo ve vozíku, který poskytuje zevní oporu. Pánev je v retroverzi, váhové zatížení směřuje více do oblasti sakra nežli sedacích hrbolů. Trup je pasivně držen v kyfotickém postavení a ramena a hlava jsou v protrakci. Tímto nastavením pacient získává stabilní sed (Kříž, 2016).

### **Mobilita, lokomoce a soběstačnost:**

Pacient přijíždí samostatně na mechanickém vozíku s posturou tetraplegického pacienta vsedě, kdy pánev je v retroverzi, váhové zatížení je směřováno do oblasti sakra, trup je pasivně v kyfóze a ramena a hlava jsou v protrakčním postavení. Přesun vozík-lehátko zvládá samostatně. Mobilitu na lůžku zvládá rovněž samostatně, kromě posazení, které proběhlo s dopomocí. Z hlediska pADL je částečně soběstačný. Potřeba je částečná asistence při hygieně dolní poloviny těla a kompenzační pomůcky při oblékání dolní poloviny těla. Jedení a pití zvládá samostatně. Podrobnější vyšetření těchto kategorií je zaznamenáno pomocí testu SCIM (Spinal Cord Independence Measure). Jako hlavní pomůcku využívá mechanický vozík pro interiéry a na delší vzdálenosti ve vnějším prostředí elektrický vozík. Momentálně také čeká na automobil s upraveným ručním řízením.

### SCIM (Spinal Cord Independence Measure)

SCIM neboli Spinal Cord Independence Measure je škála speciálně vytvořená pro hodnocení disability spinálních pacientů. Obsahuje 4 hlavní hodnotící okruhy (Kříž, 2009). Vstupní skóre pacienta bylo 60 bodů z celkových 100. Kompletní test je k dispozici v příloze č. 7.

SCIM (Spinal Cord Independence Measure)		
Sebeobsluha	Skóre	Rozdíl skóre
<i>Stravování</i>	3/3	
<i>Koupel těla</i>	3/6	částečná asistence
<i>Oblékání</i>	6/8	samostatně s OBKZT a potř. KPPP
<i>Úprava zevnějšku</i>	3/3	
Dýchání a ovládání svěračů	Skóre	Ztráta skóre
<i>Dýchání</i>	10/10	
<i>Ovl. svěračů – moč. měchýř</i>	9/15	IK, pomůcky pro inkontinenci
<i>Ovl. svěračů – střevo</i>	8/10	únik stolice (méně než 2x měsíčně)
<i>Použití toalety</i>	4/5	samostatně, ale potřeba KPPP
Mobilita (místnost, toaleta)	Skóre	Ztráta skóre
<i>Mobilita na lůžku, dekubity</i>	4/6	bez asistence 2 nebo 3 aktivity
<i>Přesuny: lůžko – vozík</i>	2/2	
<i>Přesuny: vozík – toaleta</i>	1/2	částečná asistence či KP
Mobilita (interiér a exteriér)	Skóre	Ztráta skóre
<i>Interiér</i>	2/8	samostatně mechanický vozík
<i>Střední vzdálenost (10-100 m)</i>	2/8	samostatně mechanický vozík
<i>Exteriér</i>	2/8	samostatně mechanický vozík
<i>Schody</i>	0/3	není schopen
<i>Přesuny: vozík – auto</i>	1/2	částečná asistence či KP
<i>Přesuny: země – vozík</i>	0/1	potřebuje asistenci
<b>Celkem</b>	<b>60/100</b>	

### Palpační vyšetření:

Jizva: vertikální, lokalizovaná v C/Th přechodu, klidná, zhojená, nebolestivá, posunlivá a protažitelná

Kůže: nebyla patrná potivost, dermatografie, ani snížená či zvýšená teplota kůže v průběhu vyšetření, posunlivá a protažitelná

Fascie: mírně snížená posunlivost a protažitelnost klaviopectorální fascie

Svaly HKK: normotonie bilaterálně

Svaly DKK: zvýšený tonus bilaterálně

### Antropometrie:

V rámci vyšetření byla také provedena speciálně uzpůsobená antropometrie pro individuální nastavení exoskeletu Ekso™.

### Popis měření:

Šířka pánve: zachováváme neutrální postavení pánve a kyčelních kloubů a měříme v oblasti velkých trochanterů;

*Délka stehna:* kyčelní kloub je v 90 st. flexi s maximálně flektovaným kolenním kloubem a pacient abdukuje v kyčli k protilehlému kolenu opačné dolní končetiny;

*Délka lýtka:* kyčelní kloub je ve flexi nad 90 st., tak aby kolenní kloub byl výše nežli kyčelní, chodidlo s botami, které poté budou využity na terapii, jsou položeny na bedně, metr vložíme pod patu a vertikálně srovnáme s tibí.

Měření	Pozice	Naměřená hodnota
<i>Šířka pánve</i>	Vleže na zádech	35 cm
<i>Délka stehna</i>	Vleže na zádech	LDK 53 cm / PDK 53,2 cm
<i>Délka lýtka</i>	Vsedě	LDK 58,1cm / PDK 58 cm

### Goniometrie:

Goniometrické měření bylo zapsáno metodou SFTR.

Vyšetřovaný kloub	rovina	LDK		PDK	
		Pasivně	Aktivně	Pasivně	Aktivně
<b><i>Kyčelní kloub</i></b>					
EX – 0 – FX	S	15 - 0 - 120	-	15 - 0 - 120	-
ABD – 0 – ADD	F	40 - 0 - 20	-	40 - 0 - 20	-
ZR – 0 – VR	R	45 - 0 - 30	-	45 - 0 - 30	-
<b><i>Kolenní kloub</i></b>					
EX – 0 - FX	S	0 - 0 - 130	-	0 - 0 - 130	-
<b><i>Hlezenní kloub</i></b>					
dorz. FX – 0 – plantar. FX	S	0 - 0 - 40	-	0 - 0 - 40	-
everze – 0 – inverze	R	30 - 0 - 30	-	30 - 0 - 30	-

### Svalový test dle Jandy:

<b><i>Krk</i></b>	
FLX (předkyv)	4
FLX (předsun)	4
EXT	5
<b><i>Trup</i></b>	
FLX	0
FLX s rotací	0
EXT	0
<b><i>Pánev</i></b>	
Elevace	0

<i>Lopatka</i>	LHK	PHK
ADD	5	5
ADD a kaudální posun	5	5
Elevace	5	5
ABD s rotací	5	5

<b>Ramenní kloub</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX	4+	4+
EXT	4+	4+
ABD	5	5
EXT v ABD	4	4
Horiz. ADD	5	5
ZR	5	5
VR	5	5

<b>Loketní kloub a předloktí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX při supinaci předloktí	4+	4+
FLX při pronaci předloktí	4+	4+
FLX při stř. postavení předloktí	4+	4+
EXT	4	4
SUP	5	5
PRO	4+	4+

<b>Zápěstí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX s ulnární dukcí	3+	4+
FLX s radiální dukcí	4	4+
EXT s ulnární dukcí	3	3+
EXT s radiální dukcí	5	5

<b>Kyčelní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
FLX	0	0
EX	0	0
ADD	0	0
ABD	0	0
ZR	0	0
VR	0	0

<b>Kolenní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
FLX	0	0
EX	0	0

<b>Hlezenní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
PF	0	0
Supinace s DF	0	0
Plantární pronace	0	0
Supinace v PF	0	0



### Vyšetření zkrácených svalů:

	<b>l. sin</b>	<b>l. dx.</b>
m. pectoralis major	1	1
m. trapezius – horní část	1	1
m. levator scapulae	1	1
m. sternocleidomastoideus	nevyšetřeno	nevyšetřeno

**Vyšetření hypermobility:** Bez známek hypermobility.

### Neurologické vyšetření:

Reflexy HKK: Reflexy C5-8 symetricky výbavné

Zánikové jevy HK: bpn

Iritační jevy HK: bpn

Reflexy DK: Reflexy L2-S5 nevybavují.

Zánikové jevy DK: Vzhledem k diagnóze nelze provést.

Iritační jevy DK: bpn

Taxe: Vzhledem k diagnóze nelze provést.

Čítí: od C7 hypestezie a od Th3 anestezie

Spasticita:

Spasticita byla vyšetřena dle Modifikované Ashworthovy škály (MAS) v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso.

<b>MAS</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
Flexory zápěstí	0	0
Extenzory zápěstí	0	0
Flexory lokte	0	0
Extenzory lokte	0	0
Flexory kyčle	1	1
Extenzory kyčle	1	1
Adduktory kyčle	1+	1+
Flexory kolene	1	1
Extenzory kolene	1	1
Plantární flexory hlezna	1	1
Dorzální flexory hlezna	1	1

## **Závěr vstupního vyšetření:**

Pacient při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepocíťoval žádné obtíže, avšak jako největší obtíž udává spasticitu dolních končetin po probuzení a nízký tlak rovněž po ránu.

Aspekčně pozorujeme mírnou hypotrofii HKK s výraznějším projevem na DKK, a poté především poruchu napřímení páteře. Trup je ve vertikální poloze pasivní, pozorujeme mírné kyfotické zakřivení bederní a hyperkyfotické zakřivení hrudní páteře s protrakcí ramen a hlavy. Pro stabilní sed je potřeba zevní opora či opora o HKK. Pacient není schopen stabilního sedu bez opory HKK.

Vyšetření pasivních kloubních rozsahů je v normě a bez omezení. Svalová síla krku a HKK dle Jandy je na st. 4 nebo 5, avšak akrálně svalová síla klesá s akcentací na levé straně. Trup a DKK jsou plegické. Mírné svalové zkrácení nacházíme v m. pectoralis major, m. trapezius a m. levator scapulae bilaterálně.

Při neurologickém vyšetření jsme ozřejmili spasticitu DKK, která je na stupni 1 a v případě adduktorů kyčle na stupni 1+.

Ačkoliv má pacient diagnózu spastické tetraplegie jeho svalová síla, ROM a spasticita nejsou pro pacienta překážkou v terapii. Dle parametrů hodnocení byl pacient shledán jako vhodný kandidát pro terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT™. Pomůcky potřebné k terapii je chodítka a rukavice k zajištění levé ruky z důvodu nižší svalové síly a úchopu.

## **Fyzioterapeutické cíle**

Vertikalizace

Zvýšení svalové síly oslabených svalů

Snížení spasticity

Snížení tonu v hypertonických svalech

Korekce postury sedu

Zlepšení celkové kondice

## Návrh terapie

Protahování zkrácených svalů

Mobilizace a TMT na omezené struktury

Cvičení na neurofyziologickém podkladě

Aktivní posilování svalů analytickým cvičením (cvičení s pomůckami)

Roboticky asistovaná terapie (exoskeleton Ekso GT™)

### Záznam proběhlých terapií s exoskeletálním oblekem Ekso GT™

Pacient č. 1	1. terapie	2. terapie	3. terapie	4. terapie
<i>Podpora asistence robotiky</i>	Adapt	Adapt	Adapt	Adapt 85
<i>Kompenzační pomůcka</i>	Chodítko	Chodítko	Chodítko	Chodítko
<i>Režim chůze</i>	Pro	Pro	Pro	Pro
<i>Doba stoje</i>	0:19:20	0:32:15	0:22:34	0:31:22
<i>Doba chůze</i>	0:16:59	0:29:23	0:20:38	0:28:56
<i>Počet kroků</i>	541	966	695	937

Pacient č. 1	5. terapie	6. terapie	7. terapie
<i>Podpora asistence robotiky</i>	Adapt	Adapt	Adapt
<i>Kompenzační pomůcka</i>	Chodítko	Chodítko	Chodítko
<i>Režim chůze</i>	Pro	Pro	Pro
<i>Doba stoje</i>	0:28:38	0:35:46	0:25:18
<i>Doba chůze</i>	0:26:23	0:32:58	0:23:38
<i>Počet kroků</i>	902	1157	739

### Krátkodobý rehabilitační plán

Vertikalizace

Posílení svalstva horních končetin

Trénink stability sedu

Zlepšení ergonomie sedu

Zachování kloubních rozsahů

Snížení svalového napětí

## **Dlouhodobý rehabilitační plán**

Stabilní a ergonomický sed

Zvýšení celkové kondice

### **Výstupní kineziologický rozbor**

#### **Aspekční vyšetření:**

Bez výrazných odchylek oproti vstupnímu vyšetření.

#### **Mobilita, lokomoce a soběstačnost:**

Došlo ke zvýšení skóre ve SCIM testu z původních 60 bodů na 62 bodů. Ke zvýšení došlo v kategorii mobilita na lůžku a prevence dekubitů.

#### **Palpační vyšetření:**

Jizva: vertikální, lokalizovaná v C/Th přechodu, klidná, zhojená, nebolestivá, posunlivá a protažitelná

Kůže: nebyla patrná potivost, dermatografie, ani snížená či zvýšená teplota kůže v průběhu vyšetření, posunlivá a protažitelná

Fascie: zvýšená posunlivost a protažitelnost klavipectorální fascie oproti vstupnímu vyšetření

Svaly HKK a DKK: normotonie bilaterálně

#### **Goniometrie:**

Rozsahy pasivní kloubní pohyblivosti jsou v normě. Beze změny oproti vstupnímu vyšetření.

#### **Svalový test dle Jandy:**

Změny oproti vstupnímu vyšetření jsou vyznačeny červeně.

<b>Krk</b>	
FLX (předkyv)	4
FLX (předsun)	4
EXT	5
<b>Trup</b>	
FLX	0
FLX s rotací	0

EXT	0
<b>Pánev</b>	
Elevace	0

<b>Lopatka</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
ADD	5	5
ADD a kaudální posun	5	5
Elevace	5	5
ABD s rotací	5	5

<b>Ramenní kloub</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX	5	5
EXT	5	5
ABD	5	5
EXT v ABD	5	5
Horiz. ADD	5	5
ZR	5	5
VR	5	5

<b>Loketní kloub a předloktí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX při supinaci předloktí	5	5
FLX při pronaci předloktí	5	5
FLX při stř. postavení předloktí	5	5
EXT	4	4
SUP	5	5
PRO	4+	4+

<b>Zápěstí</b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX s ulnární dukcí	3+	4+
FLX s radiální dukcí	4	4+
EXT s ulnární dukcí	3	3+
EXT s radiální dukcí	5	5

<b>Kyčelní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
FLX	0	0
EX	0	0
ADD	0	0
ABD	0	0
ZR	0	0
VR	0	0

<b>Kolenní kloub</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
FLX	0	0
EX	0	0

<i>Hlezenní kloub</i>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
PF	0	0
Supinace s DF	0	0
Plantární pronace	0	0
Supinace v PF	0	0

### **Vyšetření zkrácených svalů:**

Změny oproti vstupnímu vyšetření jsou vyznačeny červeně.

	<b>l. sin</b>	<b>l. dx.</b>
m. pectoralis major	0	0
m. trapezius – horní část	0	0
m. levator scapulae	0	0
m. sternocleidomastoideus	nevyšetřeno	nevyšetřeno

### **Vyšetření hypermobility**

Bez známek hypermobility.

### **Neurologické vyšetření**

Došlo ke snížení spasticity na DKK. Změny oproti vstupnímu vyšetření jsou vyznačeny červeně.

<b>MAS</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
Flexory zápěstí	0	0
Extenzory zápěstí	0	0
Flexory lokte	0	0
Extenzory lokte	0	0
Flexory kyčle	0	0
Extenzory kyčle	0	0
Adduktory kyčle	0	0
Flexory kolene	0	0
Extenzory kolene	0	0
Plantární flexory hlezna	0	0
Dorzální flexory hlezna	0	0

## **Závěr výstupního vyšetření**

Pacient č. 1 při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepociťoval žádné obtíže a taktéž nepřerušil žádnou z terapií na exoskeletálním obleku Ekso GT™.

Průběh terapií ukazuje nižší sledované hodnoty na třetí a poslední, sedmé terapii. Kratší délka terapie a nižší počet kroků byly z důvodu únavy, kterou v daný den pacient č. 1 pociťoval. Chůze tak pro něj byla v exoskeletu namáhavější a ušel tedy méně kroků. Přesto je patrné zlepšení vůči první a poslední terapii. Pacient toleroval větší zátěž ve vertikále, delší vertikalizaci, chůzi v obleku Ekso GT™, s aktivní spoluprací systému a aktivním přenášením těžiště.

Aspekčně nedošlo k žádné viditelné změně oproti vstupnímu vyšetření. Došlo však k navýšení skóre v testování soběstačnosti pomocí testu SCIM z původních 60 na 62 bodů v oblasti mobility na lůžku a prevenci dekubitů. Palpačně se zvýšila posunlivost a protažitelnost fascií a snížil tonus dolních končetin. Snížení tonu také potvrzuje vyšetření pomocí MAS, kdy došlo ke snížení ve všech svalech. Dále došlo ke zvýšení svalové síly v oblasti ramenního a loketního kloubu a protažení zkrácených svalů.

Subjektivně pacient č. 1 pociťoval zlepšení kondice, protažení a snížení spasticity. Terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT™ hodnotí velice kladně a je to také jeden z důvodů, proč se opakovaně do RÚ Kladrub vrací na rekondiční pobyt.

## **Příloha č. 6 – Kazuistika č. 2**

**Pracoviště:** RÚ Kladruby

**Pohlaví:** muž

**Ročník narození:** 1987

### **Diagnózy:**

G822 – chabá paraplegie DK Th11 AIS A

N319 – neurogenní dysfunkce močového měchýře, močení v režimu čisté intermitentní autokatetrizace

K592 – neurogenní dysfunkce střeva, stolice s nacvičeným automatismem

### **Anamnéza:**

**RA:** ženatý; matka i otec zdraví, sourozenci zdraví

**OA:** běžná dětská onemocnění, žádné operace mimo NO (viz NO)

**SA:** bezbariérový byt, 1. patro

**PA:** inženýr, fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, nyní pracuje jako světelný technik a OSVČ

**SpA:** před úrazem fotbal a atletika, nyní stolní tenis a florbal, ve volném čase handbike či monoski

**AA:** neguje

**FA:** neguje

**Abusus:** nekuřák, alkohol příležitostně

**NO:** 1.4. 2006 se vracel večer z fotbalového tréninku a při řízení automobilu jej zastihl mikrosnánek, utrpěl frakturu oblouku C6 bez dislokace či útlaku páteřního kanálu, frakturu L1 s prominencí do páteřního kanálu (transverzální míšní léze v úrovni Th11, luxaci Th12, kontuzi se subarachnoidálním krvácením, frakturu nosu, těžké zhmoždění plic a břicha, provedena fixace obratlových těl Th12-L2 a následná rehabilitace v RÚ Luže-Košumberk, poté 1/2007 provedena operace Th/L přechodu s aplikací štěpu z předního přístupu, dle



sdělení pacienta 2008 extrakce kovů, poté rehabilitace v Centru Paraple a v průběhu dalších let RÚ Slapy a RÚ Kladruby.

**Kompenzační pomůcky:** mechanický a sportovní vozík, upravený automobil s ručním řízením

**Rehabilitační tým:** lékař, fyzioterapeut

**Předchozí hospitalizace/rehabilitace:** RÚ Luže-Košumberk, Centrum Paraple, RÚ Slapy, RÚ Kladruby, Paracentrum Fénix

### **Objektivní stav pacienta**

Status praesens: výška: 200 cm, hmotnost: 93 kg, TK: 124/91, TF: 68/min

Pacient komunikuje a spolupracuje, je orientovaný časem, místem i osobou.

### **Subjektivní stav pacienta**

Pacient se cítí dobře, bolesti ani spasticitu nepocítuje, od rehabilitačního pobytu očekává celkové protažení, posílení trupového svalstva a celkové zlepšení kondice. Opakovaně takto podstupuje rekondiční pobyt v RÚ Kladruby.

### **Komplexní rehabilitační program**

Program pacienta č. 2 zahrnoval individuální fyzioterapii, cvičení v závěsném systému Redcord, skupinové cvičení pro paraplegiky, fitness cvičení a sporty pro paraplegiky, přístrojovou terapii, plavání, hydroterapii, cvičení a sportovní aktivity pro paraplegiky a Ekso terapii.

### **Vstupní kineziologický rozbor:**

#### **Aspekční vyšetření:**

Somatotyp: mezomorf, atletická postava, hypertrofie HKK a hypotrofie DKK

Kůže: bez známek otoků, cyanózy, ikteru, varixů a dekubitů

Jizva: vertikální, v oblasti Th/L přechodu, klidná, zhojená

### Zepředu (hodnoceno vsedě)

Hlezenní a kolenní klouby ve středním postavení, pánev symetrická, hrudník v inspiračním postavení, ramena v elevaci ve stejném výškovém postavení, zvýšený reliéf a konfigurace šíjového svalstva, protrakce hlavy, obličej symetrický, mimika neporušena.

### Zboku (hodnoceno vsedě)

Flekční držení kolenních a kyčelních kloubů, anteverze pánve (SIAS níže než SIPS), hrudník v inspiračním postavení, protrakce hlavy a ramen – ozřejměno ještě v poloze vleže na zádech

### Zezadu (hodnoceno vsedě)

Pánev a páteř symetrická, ramena v elevaci, zvýšený reliéf a konfigurace šíjového svalstva  
Stoj a chůze

Vzhledem k diagnóze nelze vyšetřit.

### Sed

Je schopen stabilního sedu bez zevní opory či opory HKK.

### **Mobilita, lokomoce a soběstačnost**

Pacient přijíždí samostatně na mechanickém vozíku. Přesun vozík-lehátko zvládá samostatně. Mobilitu na lůžku zvládá rovněž samostatně. V oblasti pADL je soběstačný, osobní hygienu, koupání a použití toalety zvládá sám bez obtíží, příp. s užitím kompenzačním pomůcek. Oblékání a úpravu zevnějšku zvládá plně samostatně bez užití kompenzačních pomůcek. Jedení a pití taktéž. Podrobnější vyšetření těchto kategorií je zaznamenáno pomocí testu SCIM (Spinal Cord Independence Measure). Jako hlavní pomůcku využívá mechanický vozík a sportovní vozík pro sportovní účely. Rovněž řídí automobil s upraveným ručním řízením.

### SCIM (Spinal Cord Independence Measure)

SCIM neboli Spinal Cord Independence Measure je škála speciálně vytvořená pro hodnocení disability spinálních pacientů. Obsahuje 4 hlavní hodnotící okruhy (Kříž, 2009). Vstupní skóre pacienta bylo 72 bodů z celkových 100. Kompletní test je k dispozici v příloze.

SCIM (Spinal Cord Independence Measure)		
Sebeobsluha	Skóre	Rozdíl skóre
<i>Stravování</i>	3/3	
<i>Koupel těla</i>	5/6	mytí dolní poloviny těla s KPPP
<i>Oblékání</i>	8/8	
<i>Úprava zevnějšku</i>	3/3	
Dýchání a ovládání svěračů	Skóre	Ztráta skóre
<i>Dýchání</i>	10/10	
<i>Ovl. svěračů – moč. měchýř</i>	11/15	IK, bez pomůcek pro inkontinenci
<i>Ovl. svěračů – střevo</i>	10/10	
<i>Použití toalety</i>	4/5	samostatně, ale potřeba KPPP
Mobilita (místnost, toaleta)	Skóre	Ztráta skóre
<i>Mobilita na lůžku, dekubity</i>	6/6	
<i>Přesuny: lůžko – vozík</i>	2/2	
<i>Přesuny: vozík – toaleta</i>	1/2	částečná asistence či KP
Mobilita (interiér a exteriér)	Skóre	Ztráta skóre
<i>Interiér</i>	2/8	samostatně mechanický vozík
<i>Střední vzdálenost (10-100 m)</i>	2/8	samostatně mechanický vozík
<i>Exteriér</i>	2/8	samostatně mechanický vozík
<i>Schody</i>	0/3	není schopen
<i>Přesuny: vozík – auto</i>	2/2	
<i>Přesuny: země – vozík</i>	1/1	
<b>Celkem</b>	<b>72/100</b>	

### Palpační vyšetření:

Jizva: vertikální, lokalizovaná v Th/L přechodu, klidná, zhojená, nebolestivá, posunlivá a protažitelná

Kůže: nebyla patrná potivost, dermatografie, ani snížená či zvýšená teplota kůže v průběhu vyšetření, posunlivá a protažitelná

Fascie: mírně snížená posunlivost a protažitelnost v oblasti C/Th přechodu

Svaly: HKK a DKK normotonie bilaterálně, zvýšené napětí šíjového svalstva

### Antropometrie:

V rámci vyšetření byla také provedena speciálně uzpůsobená antropometrie pro individuální nastavení exoskeletu Ekso<sup>TM</sup>.

### Popis měření:

Šířka pánve: zachováváme neutrální postavení pánve a kyčelních kloubů a měříme v oblasti velkých trochanterů;

Délka stehna: kyčelní kloub je v 90 st. flexi s maximálně flektovaným kolenním kloubem a pacient abdukuje v kyčli k protilehlému koleni opačné dolní končetiny;

*Délka lýtka:* kyčelní kloub je ve flexi nad 90 st., tak aby kolenní kloub byl výše nežli kyčelní, chodidlo s botami, které poté budou využity na terapii, jsou položené na bedně, metr vložíme pod patu a vertikálně srovnáme s tibí.

Měření	Pozice	Naměřená hodnota
<i>Šířka pánve</i>	Vleže na zádech	37,4 cm
<i>Délka stehna</i>	Vleže na zádech	LDK 60 cm / PDK 59,5 cm
<i>Délka lýtka</i>	Vsedě	LDK 63,2 cm / PDK 63,4 cm

### Goniometrie:

Goniometrické měření bylo zapsáno metodou SFTR.

Vyšetřovaný kloub	rovina	LDK		PDK	
		Pasivně	Aktivně	Pasivně	Aktivně
<b><i>Kyčelní kloub</i></b>					
EX – 0 – FX	S	5 - 0 - 120	-	15 - 0 - 120	-
ABD – 0 – ADD	F	40 - 0 - 20	-	40 - 0 - 20	-
ZR – 0 – VR	R	45 - 0 - 30	-	45 - 0 - 30	-
<b><i>Kolenní kloub</i></b>					
EX – 0 - FX	S	0 - 10 - 120	-	0 - 10 - 120	-
<b><i>Hlezenní kloub</i></b>					
dorz. FX – 0 – plantar. FX	S	0 - 0 - 40	-	0 - 0 - 40	-
everze – 0 – inverze	R	20 - 0 - 30	-	15 - 0 - 30	-

### Svalový test dle Jandy:

<b><i>Krk</i></b>	
FLX (předkyv)	5
FLX (předsun)	5
EXT	5
<b><i>Trup</i></b>	
FLX	3+
FLX s rotací	3
EXT	3
<b><i>Pánev</i></b>	
Elevace	0

<i>Lopatka</i>	LHK	PHK
ADD	5	5
ADD a kaudální posun	5	5
Elevace	5	5
ABD s rotací	5	5

<b><i>Ramenní kloub</i></b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX	5	5
EXT	5	5
ABD	5	5
EXT v ABD	5	5
Horiz. ADD	5	5
ZR	5	5
VR	5	5

<b><i>Loketní kloub a předloktí</i></b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX při supinaci předloktí	5	5
FLX při pronaci předloktí	5	5
FLX při stř. postavení předloktí	5	5
EXT	5	5
SUP	5	5
PRO	5	5

<b><i>Zápěstí</i></b>	<b>LHK</b>	<b>PHK</b>
FLX s ulnární dukcí	5	5
FLX s radiální dukcí	5	5
EXT s ulnární dukcí	5	5
EXT s radiální dukcí	5	5

<b><i>Kyčelní kloub</i></b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
FLX	0	0
EX	0	0
ADD	0	0
ABD	0	0
ZR	0	0
VR	0	0

<b><i>Kolenní kloub</i></b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
FLX	0	0
EX	0	0

<b><i>Hlezenní kloub</i></b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
PF	0	0
Supinace s DF	0	0
Plantární pronace	0	0
Supinace v PF	0	0

### Vyšetření zkrácených svalů:

	<b>l. sin</b>	<b>l. dx.</b>
m. pectoralis major	1	1
m. trapezius – horní část	1	1
m. levator scapulae	1	1
m. sternocleidomastoideus	1	1
m. gastrocnemius	0	0
m. soleus	0	0
flexory kyčelního kloubu	1	1
flexory kolenního kloubu	1	1
adduktory kyčelního kloubu	0	0
m. piriformis	0	0

### Vyšetření hypermobility:

Bez známek hypermobility.

### Neurologické vyšetření:

Reflexy HKK: Reflexy C5-8 symetricky výbavné

Zánikové jevy HK: bez pozitivního nálezu (bpn)

Iritační jevy HK: bpn

Reflexy DK: Reflexy L2-S5 nevybavují.

Zánikové jevy DK: Vzhledem k diagnóze nelze provést.

Iritační jevy DK: bpn

Taxe: Vzhledem k diagnóze nelze provést.

Čítí: od Th11 anestezie

### Spasticita:

Spasticita byla vyšetřena dle Modifikované Ashworthovy škály (MAS) v rámci screeningu na terapii v exoskeletálním obleku Ekso.

<b>MAS</b>	<b>LDK</b>	<b>PDK</b>
Flexory zápěstí	0	0
Extenzory zápěstí	0	0
Flexory lokte	0	0
Extenzory lokte	0	0
Flexory kyčle	0	0

Extenzory kyčle	0	0
Adduktory kyčle	0	0
Flexory kolene	0	0
Extenzory kolene	0	0
Plantární flexory hlezna	0	0
Dorzální flexory hlezna	0	0

### **Závěr vstupního vyšetření**

Pacient při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepocíťoval žádné obtíže. Do RÚ Kladrub přijel za účelem rekondičního pobytu.

Aspekčně je nejvíce patrné flekční držení kyčelních a kolenních kloubů, anteverze pánve, inspirační postavení hrudníku, elevace ramen bilaterálně a protrakce ramen a hlavy. Z hlediska soběstačnosti je pacient samostatný, pouze v omezených případech musí užit kompenzačních pomůcek či upravené prostředí. Soběstačnost blíže hodnotí test SCIM, jehož vstupní skóre bylo 72/100 bodů. Palpačně nacházíme kůži, podkoží a fascie posunlivé a protažitelné až na mírně sníženou posunlivost a protažitelnost fascie v oblasti C/Th přechodu. Jizva po operaci je klidná, zhojená, nebolestivá, posunlivá a protažitelná. Rovněž palpujeme zvýšené svalové napětí v šíjových svalech. Svaly HKK a DKK jsou v normotonii.

Dále vyšetření pasivních kloubních rozsahů ozřejmilo omezenou pohyblivost v kyčelním a kolenním kloubu do extenze bilaterálně. Svalová síla je snížena v oblasti trupu s maximální hodnotou 3+. Svalová síla krku a HKK dle Jandy je na stupni 5. Dolní končetiny jsou plegické. Mírné svalové zkrácení nacházíme ve svalech m. pectoralis major, m. trapezius, m. levator scapulae, m. sternocleidomastoideus, a také ve flexorech kyčelního a kolenního kloubu bilaterálně.

Vyšetření spasticity bylo bez pozitivního nálezu.

### **Fyzioterapeutické cíle**

Vertikalizace

Zvýšení rozsahu pohybu v omezených kloubech

Zvýšení svalové síly trupu

Snížení tonu v hypertonických svalech

Zlepšení celkové kondice

### Návrh terapie

Protahování zkrácených svalů

Mobilizace a TMT na omezené struktury

Cvičení na neurofyziologickém podkladě

Aktivní posilování svalů analytickým cvičením (cvičení s pomůckami)

Roboticky asistovaná terapie (exoskeleton Ekso GT™)

### Záznam proběhlých terapií

Tabulka zobrazuje průběh terapií a naměřené hodnoty během terapie.

Pacient č. 2	1. terapie	2. terapie	3. terapie	4. terapie
<i>Podpora asistence robotiky</i>	Max	Adapt	Adapt	Adapt 90
<i>Kompenzační pomůcka</i>	Chodítko	Chodítko	Chodítko	Chodítko
<i>Režim chůze</i>	First	Pro	Pro	Pro
<i>Doba stoje</i>	0:06:37	0:31:50	0:30:39	0:21:43
<i>Doba chůze</i>	0:03:16	0:26:28	0:24:52	0:19:36
<i>Počet kroků</i>	69	831	783	688

### Krátkodobý rehabilitační plán

Vertikalizace

Posílení svalstva trupu

Trénink stability sedu

Zlepšení ergonomie sedu

Zvýšení rozsahu pohybu v kolenních a kyčelních kloubech

Snížení svalového napětí

### Dlouhodobý rehabilitační plán

Stabilní a ergonomický sed

Obnovená hybnost v kolenních a kyčelních kloubech



Zvýšení celkové kondice

### **Výstupní kineziologický rozbor:**

#### **Aspekční vyšetření:**

Bez výrazných odchylek oproti vstupnímu vyšetření.

#### **Mobilita, lokomoce a soběstačnost:**

Beze změn oproti vstupnímu vyšetření.

#### **SCIM (Spinal Cord Independence Measure)**

Výstupní skóre bylo 72 bodů z celkových 100. Stejně jako při vstupním vyšetření.

#### **Palpační vyšetření**

Jizva: vertikální, lokalizovaná v Th/L přechodu, klidná, zhojená, nebolestivá, posunlivá a protažitelná

Kůže: nebyla patrná potivost, dermatografie, ani snížená či zvýšená teplota kůže v průběhu vyšetření, posunlivá a protažitelná

Fascie: zvýšená posunlivost a protažitelnost v oblasti C/Th přechodu oproti vstupnímu vyšetření

Svaly: HKK a DKK normotonie bilaterálně, snížené napětí šíjového svalstva oproti vstupnímu vyšetření

#### **Goniometrie:**

Goniometrické měření bylo zapsáno metodou SFTR. Červeně je vyznačena změna oproti vstupnímu vyšetření.

Vyšetřovaný kloub	rovina	LDK		PDK	
		Pasivně	Aktivně	Pasivně	Aktivně
<b><i>Kyčelní kloub</i></b>					
EX – 0 – FX	S	5 - 0 - 120	-	15 - 0 - 120	-
ABD – 0 – ADD	F	40 - 0 - 20	-	40 - 0 - 20	-
ZR – 0 – VR	R	45 - 0 - 30	-	45 - 0 - 30	-
<b><i>Kolenní kloub</i></b>					
EX – 0 - FX	S	0 - 5 - 120	-	0 - 5 - 120	-
<b><i>Hlezenní kloub</i></b>					
dorz. FX – 0 – plantar. FX	S	0 - 0 - 40	-	0 - 0 - 40	-
everze – 0 – inverze	R	20 - 0 - 30	-	15 - 0 - 30	-

## Svalový test dle Jandy

Svalová síla beze změn oproti vstupnímu vyšetření.

### Vyšetření zkrácených svalů:

Červeně je vyznačena změna oproti vstupnímu vyšetření.

	<b>l. sin</b>	<b>l. dx.</b>
m. pectoralis major	0	0
m. trapezius – horní část	0	0
m. levator scapulae	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0
m. gastrocnemius	0	0
m. soleus	0	0
flexory kyčelního kloubu	1	1
flexory kolenního kloubu	1	1
adduktory kyčelního kloubu	0	0
m. piriformis	0	0

### Vyšetření hypermobility

Bez známek hypermobility.

### Neurologické vyšetření

Beze změn oproti vstupnímu vyšetření.

### Závěr výstupního vyšetření

Pacient č. 2 při vyšetření spolupracoval a komunikoval dobře, byl orientovaný časem, místem i osobou. Subjektivně v době vyšetření nepociťoval žádné obtíže.

První terapie byla ukončena dříve z důvodu diskomfortu v zařízení. Došlo totiž k menší oděrci v oblasti pravého kyčelního kloubu, pravděpodobně těsnějším nasazením přístroje. Oděrku jsme poté každou terapii sledovali, zdali nedochází k nežádoucím změnám. Pacient č. 2 měří 200 cm a váží 93 kg, pohybuje se tak na hranici nosnosti a velikosti exoskeletálního obleku. Právě v důsledku vyšší váhy a větší výšky pacienta č. 2 během terapií docházelo k rychlejšímu vybíjení baterií přístroje, nežli je obvyklé.

Aspekční vyšetření je bez výrazných odchylek od vstupního vyšetření. Mobilita, lokomoce a soběstačnost jsou beze změny oproti vstupnímu vyšetření. Hodnocení testu SCIM je stejné jako při vstupním testování – 72/100 bodů. Dále došlo ke snížení svalového napětí v oblasti šíjového svalstva a protažení m. pectoralis major, m. trapezius, m. levator scapulae, m. sternocleidomastoideus bilaterálně. Svalová síla a spasticita je beze změny. Rovněž pozorujeme zlepšení rozsahu pohybu v kolenních kloubech o 5 stupňů.

Subjektivně pacient č. 2 pocíťoval zlepšení kondice, posílení spodního břicha a protažení zkrácených svalů. Terapii s exoskeletálním oblekem Ekso GT™ hodnotí kladně, avšak více preferuje individuální fyzioterapeutickou cvičební jednotku.

## Příloha č. 7 – SCIM (Spinal Cord Independence Measure)

(převzato z: <https://www.spinalcord.cz/cz/formulare/>)

### SCIM – Spinal Cord Independence Measure (3. verze)

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

#### Sebeobsluha

- 1. Stravování** (krájení, otvírání nádob/obalů, nalévání, podání jídla do úst, držení pohárku s tekutinou)
- Potřebuje parenterální, gastrostomickou, nebo plně asistovanou perorální výživu
  - Potřebuje částečnou asistenci při jídle a/nebo pití, nebo pro nasazení kompenzačních pomůcek
  - Jí samostatně; potřebuje kompenzační pomůcky nebo asistenci pouze na krájení potravy a/nebo nalévání a/nebo otvírání nádob
  - Jí a pije samostatně; nepotřebuje asistenci ani kompenzační pomůcky
- 2. Koupel** (používání mýdla, mytí, sušení těla a hlavy, manipulace s vodovodním kohoutkem). **A – horní pol. těla; B – dolní pol. těla**
- A.**
- Potřebuje plnou asistenci
  - Potřebuje částečnou asistenci
  - Myje se samostatně s kompenzačními pomůckami nebo v přizpůsobeném prostředí (např. madla, židle)
  - Myje se samostatně; nepotřebuje kompenzační pomůcky nebo přizpůsobené prostředí
- B.**
- Potřebuje plnou asistenci
  - Potřebuje částečnou asistenci
  - Myje se samostatně s kompenzačními pomůckami nebo v přizpůsobeném prostředí (kppp)
  - Myje se samostatně; nepotřebuje kompenzační pomůcky nebo přizpůsobené prostředí (kppp)
- 3. Oblékání** (oděv, boty, ortézy: oblékání, nošení, svlékání). **A – horní polovina těla; B – dolní polovina těla**
- A.**
- Potřebuje plnou asistenci
  - Potřebuje částečnou asistenci s oděvem bez knoflíků, zipů nebo tkaniček (obkzt)
  - Samostatný s obkzt; potřebuje kompenzační pomůcky a/nebo přizpůsobené prostředí (kppp)
  - Samostatný s obkzt bez kppp; potřebuje asistenci nebo kppp pouze pro knoflíky, zipy nebo tkaničky
  - Obléká (jakýkoliv oděv) samostatně; nepotřebuje kompenzační pomůcky nebo přizpůsobené prostředí
- B.**
- Potřebuje plnou asistenci
  - Potřebuje částečnou asistenci s oděvem bez knoflíků, zipů nebo tkaniček (obkzt)
  - Samostatný s obkzt; potřebuje kompenzační pomůcky a/nebo přizpůsobené prostředí (kppp)
  - Samostatný s obkzt bez kppp; potřebuje asistenci nebo kppp pouze pro knoflíky, zipy nebo tkaničky
  - Obléká (jakýkoliv oděv) samostatně; nepotřebuje kompenzační pomůcky nebo přizpůsobené prostředí
- 4. Úprava zevnějšku** (mytí rukou a obličeje, čištění zubů, česání vlasů, holení, make-up)
- Potřebuje plnou asistenci
  - Potřebuje částečnou asistenci
  - Provede všechny činnosti samostatně s kompenzačními pomůckami
  - Provede všechny činnosti samostatně bez kompenzačních pomůcek

**DÍLČÍ SKÓRE (0-20)**

#### Dýchání a ovládání svěračů

- 5. Dýchání**
- Potřebuje tracheostomickou kanylu (TS) a úplnou nebo částečnou ventilační podporu
  - Dýchá samostatně s TS; potřebuje kyslík a velkou asistenci při kašli nebo péči o TS
  - Dýchá samostatně s TS; potřebuje malou asistenci při kašli nebo péči o TS
  - Dýchá samostatně bez TS; potřebuje kyslík a velkou asistenci při kašli, neinvazivní podpůrnou ventilaci (PEEP, BiPAP)
  - Dýchá samostatně bez TS; potřebuje malou asistenci nebo stimulaci při kašli
  - Dýchá samostatně bez asistence nebo pomůcek
- 6. Ovládání svěračů – močový měchýř**
- Permanentní katetr
  - Reziduální objem moči (ROM) > 100ml; bez samostatné či asistované intermitentní katetrizace
  - ROM < 100ml nebo samostatná intermitentní katetrizace; potřebuje asistenci při použití pomůcek pro inkontinenci
  - Samostatná intermitentní katetrizace; používá pomůcky pro inkontinenci; nepotřebuje asistenci
  - Samostatná intermitentní katetrizace; kontinentní mezi katetrizací; nepoužívá pomůcky pro inkontinenci
  - Močí spontánně; ROM < 100ml; potřebuje pouze pomůcky pro inkontinenci, nepotřebuje asistenci při močení
  - Močí spontánně; ROM < 100ml; kontinentní; nepoužívá pomůcky pro inkontinenci
- 7. Ovládání svěračů – střevo**
- Nepravidelné načasování nebo velmi nízká frekvence vyprazdňování (méně než jednou za tři dny)
  - Pravidelné načasování, ale potřebuje asistenci (např. při zavedení čípků); zřídka únik stolice (méně než 2x za měsíc)
  - Pravidelné vyprazdňování; bez asistence; zřídka únik stolice (méně než 2x za měsíc)
  - Pravidelné vyprazdňování; bez asistence; žádné úniky stolice
- 8. Použití toalety** (perineální hygiena, upravení oděvu před/po, použití vložek nebo plen)
- Potřebuje plnou asistenci
  - Potřebuje částečnou asistenci; sám se neočistí
  - Potřebuje částečnou asistenci; očistí se samostatně
  - Používá toaletu samostatně na všechny úkony ale potřebuje kompenzační pomůcky nebo přizpůsobené prostředí (např. madla)
  - Používá toaletu samostatně; nepotřebuje kompenzační pomůcky nebo přizpůsobené prostředí

**DÍLČÍ SKÓRE (0-40)**

## Mobilita (místopost a toaleta)

### 9. Mobilita na lůžku a prevence dekubitů

0. Potřebuje asistenci ve všech aktivitách: otáčení horní poloviny těla na lůžku, otáčení dolní poloviny těla na lůžku, posazování na lůžku, nadzvednutí ve vozíku, s nebo bez kompenzačních pomůček, ale ne s elektrickými pomůčkami
2. Proveď jednu z aktivit bez asistenci
4. Proveď dvě nebo tři aktivity bez asistenci
6. Proveď veškerou mobilitu na lůžku a prevenci dekubitů samostatně

### 10. Přesuny: lůžko – vozík (zabzdění vozíku, zvednutí stupačky, manipulace s postranicemi, přesun, zvedání DKK)

0. Potřebuje plnou asistenci
1. Potřebuje částečnou asistenci a/nebo dohled, a/nebo kompenzační pomůcky (např. skluznou desku)
2. Samostatně (nebo nepotřebuje vozík)

### 11. Přesuny: vozík – toaleta (jestliže používá toaletní vozík: přesun do a zpět; jestliže používá normální vozík: zabzdění vozíku, zvednutí stupačky, manipulace s postranicemi, přesun, zvedání DKK)

0. Potřebuje plnou asistenci
1. Potřebuje částečnou asistenci a/nebo dohled, a/nebo kompenzační pomůcky (např. madla)
2. Samostatně (nebo nepotřebuje vozík)

## Mobilita (v interiéru a exteriéru)

### 12. Mobilita v interiéru

0. Potřebuje plnou asistenci
1. Potřebuje elektrický vozík nebo částečnou asistenci k obsluze mechanického vozíku
2. Pohybuje se samostatně na mechanickém vozíku
3. Potřebuje dohled při chůzi (s nebo bez pomůček)
4. Chodí v chodítku nebo s berlemi (nediferencovaná – švihová chůze)
5. Chodí s berlemi nebo dvěma holemi (diferencovaná – střídavá chůze)
6. Chodí s jednou holí
7. Potřebuje pouze končetinové ortézy
8. Chodí bez pomůček

### 13. Mobilita na střední vzdálenosti (10-100 metrů)

0. Potřebuje plnou asistenci
1. Potřebuje elektrický vozík nebo částečnou asistenci k obsluze mechanického vozíku
2. Pohybuje se samostatně na mechanickém vozíku
3. Potřebuje dohled při chůzi (s nebo bez pomůček)
4. Chodí v chodítku nebo s berlemi (nediferencovaná – švihová chůze)
5. Chodí s berlemi nebo dvěma holemi (diferencovaná – střídavá chůze)
6. Chodí s jednou holí
7. Potřebuje pouze končetinové ortézy
8. Chodí bez pomůček

### 14. Mobilita v exteriéru (více než 100 metrů)

0. Potřebuje plnou asistenci
1. Potřebuje elektrický vozík nebo částečnou asistenci k obsluze mechanického vozíku
2. Pohybuje se samostatně na mechanickém vozíku
3. Potřebuje dohled při chůzi (s nebo bez pomůček)
4. Chodí v chodítku nebo s berlemi (nediferencovaná – švihová chůze)
5. Chodí s berlemi nebo dvěma holemi (diferencovaná – střídavá chůze)
6. Chodí s jednou holí
7. Potřebuje pouze končetinové ortézy
8. Chodí bez pomůček

### 15. Schody

0. Neschopen překonávat schody nahoru ani dolů
1. Vyjde a sejde nejméně 3 schody za pomoci nebo dohledu jiné osoby
2. Vyjde a sejde nejméně 3 schody s pomoci zábradlí a/nebo berle nebo hole
3. Vyjde a sejde nejméně 3 schody bez pomoci nebo dohledu

### 16. Přesuny: vozík – auto (nastavení vozíku k autu, zabzdění vozíku, odstranění postranic a stupaček, přesednutí do a z auta, uložení vozíku do auta a jeho vyložení)

0. Potřebuje plnou asistenci
1. Potřebuje částečnou asistenci a/nebo dohled a/nebo kompenzační pomůcky
2. Přesune se samostatně; nepotřebuje kompenzační pomůcky (nebo nepotřebuje vozík)

### 17. Přesuny: země – vozík

0. Potřebuje asistenci
1. Přesune se samostatně s nebo bez kompenzačních pomůček (nebo nepotřebuje vozík)

DÍLČÍ SKÓRE (0-40)

CELKOVÉ SCIM SKÓRE (0-100)

## Příloha č. 8 – Tabulka – Analyzovaná skupina AIS A (archiv autora)

AIS A											
První terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	M	61	N/A	Th4	10/2018	4	Max	0:19:36	0:15:49	282	-
P2	M	31	17.03.2018	Th11	7/2018	7	Adapt	0:41:31	0:39:51	1212	95A/95A
P3	Ž	N/A	04.08.2017	Th1	7/2018	7	Max	0:05:14	0:03:04	47	-
P4	M	45	13.01.2018	Th11	6/2018	4	Max	0:14:16	0:10:40	276	-
P5	Ž	42	18.04.2017	Th1	3/2018	7	Max	0:06:55	0:04:21	53	-
P6	M	N/A	2.10.2015	L1	2 a 3/2016	11	Max	0:07:22	0:04:56	70	-
P7	M	50	2.10.2015	L1	6 a 7/2017	5	Adapt	0:22:46	0:21:21	671	88A/88A
P8	M	45	9.2.2008	Th7	5 a 6/2015	7	Adapt	0:30:02	0:23:03	610	98/99
P9	M	N/A	9.2.2008	Th7	5/2017	6	Max	0:36:09	0:29:12	819	-
P10	M	N/A	N/A	Th7	5/2018	8	Adapt	0:21:45	0:13:16	424	96A/97A
P11	M	37	14.9.2016	L3	N/A	7	Max	0:13:05	0:08:40	241	-
P12	M	43	4.6.2016	Th9	N/A	10	Max	0:06:47	0:03:53	70	-
P13	M	29	27.6.2016	Th12	N/A	8	Max	0:06:57	0:04:39	72	-
P14	M	30	1.2.2016	Th1	N/A	8	Max	0:12:56	0:09:04	199	-
P15	M	40	N/A	Th6	N/A	12	Adapt	0:25:21	0:22:33	699	98A/97A
P16	M	N/A	N/A	C7	12/2014, 1 a 2/2015	21	Max	0:27:59	0:19:19	419	-
P17	M	N/A	N/A	C7	2016	6	Max	0:26:30	0:21:16	702	-
P18	M	N/A	N/A	C7	2017	13	Max	0:20:20	0:18:11	434	-
P19	M	N/A	N/A	C7	2019	7	Adapt	0:19:20	0:16:59	541	97A/96A
P20	M	26	22.8.2015	Th9	N/A	9	Max	0:19:28	0:14:49	391	-
P21	Ž	47	N/A	Th12	N/A	5	Max	0:02:42	0	0	-
P22	M	26	1.4.2006	Th11	6/2014	5	Max	0:32:07	0:23:32	488	-
P23	M	26	1.4.2006	Th11	12/2015, 1/2016	16	Max	0:29:25	0:26:06	765	-
P24	M	26	1.4.2006	Th11	2/2019	4	Max	0:06:37	0:03:16	69	-
P25	Ž	34	6.3.2015	Th4	N/A	5	Max	0:08:25	0:04:13	79	-
P26	M	33	12.10.2014	Th4	N/A	5	Max	0:24:03	0:15:44	301	-
P27	M	40	N/A	Th10	4 a 6/2015	12	Max	0:23:45	0:18:27	385	-
P28	M	48	28.6.2014	Th10	N/A	15	Max	0:29:57	0:10:15	204	-
P29	Ž	25	12.12.2013	Th6	N/A	8	Max	0:22:50	0:16:19	371	-
P30	M	23	N/A	Th10	N/A	9	Max	0:27:37	0:21:43	570	85/85
P31	M	N/A	N/A	Th10	N/A	9	Adapt	0:23:10	0:14:27	202	-
P32	M	50	13.7.2013	Th 10	N/A	17	Max	0:31:22	0:16:54	204	-
P33	M	38	7.9.2013	Th5	N/A	4	Max	0:28:57	0:22:03	257	-
P34	M	44	21.8.2013	Th5	N/A	7	Max	0:52:59	0:38:06	944	-
P35	M	N/A	3.12.2014	Th12	N/A	6	Adapt	0:27:53	0:19:08	322	98A/96A
P36	M	51	30.1.2015	Th12	N/A	20	Max	0:24:59	0:20:05	388	-

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
AIS - ASIA Impairment Scale  
N/A - Not Available (nedostupné)

AIS A											
Poslední terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	M	61	N/A	Th4	10/2018	4	Adapt	0:40:39	0:38:01	1170	93A/94A
P2	M	31	17.03.2018	Th11	7/2018	7	Adapt	0:41:01	0:37:23	1152	95A/94A
P3	Ž	N/A	04.08.2017	Th1	7/2018	7	Adapt	0:42:32	0:40:36	1278	90/90
P4	M	45	13.01.2018	Th11	6/2018	4	Adapt	0:38:37	0:35:50	1116	90/90
P5	Ž	42	18.04.2017	Th1	3/2018	7	Max	0:46:56	0:40:19	1260	-
P6	M	N/A	2.10.2015	L1	2 a 3/2016	11	Adapt	0:39:45	0:34:13	1303	97A/97A
P7	M	50	2.10.2015	L1	6 a 7/2017	5	Adapt	0:32:19	0:30:46	995	89A/91A
P8	M	45	9.2.2008	Th7	5 a 6/2015	7	Adapt	0:36:14	0:23:57	721	97/98
P9	M	N/A	9.2.2008	Th7	5/2017	6	Max	0:38:59	0:34:08	1187	-
P10	M	N/A	N/A	Th7	5/2018	8	Adapt	0:40:03	0:38:40	1302	96A/97A
P11	M	37	14.9.2016	L3	N/A	7	Adapt	0:39:40	0:36:52	1632	98A/97A
P12	M	43	4.6.2016	Th9	N/A	10	Adapt	0:31:24	0:29:21	969	98A/95A
P13	M	29	27.6.2016	Th12	N/A	8	Adapt	0:26:28	0:24:30	489	97A/96A
P14	M	30	1.2.2016	Th1	N/A	8	Adapt	0:30:36	0:27:21	967	99A/96A
P15	M	40	N/A	Th6	N/A	12	Adapt	0:32:47	0:28:27	955	90/90
P16	M	N/A	N/A	C7	12/2014, 1-2/2015	21	Adapt	0:19:03	0:16:21	569	97A/98A
P17	M	N/A	N/A	C7	2016	6	Max	0:39:53	0:34:45	1202	-
P18	M	N/A	N/A	C7	2017	13	Max	0:28:57	0:26:29	972	97/97
P19	M	N/A	N/A	C7	2019	7	Adapt	0:25:18	0:23:38	739	96A/96A
P20	M	26	22.8.2015	Th9	N/A	9	Adapt	0:30:32	0:27:44	1024	80/80
P21	Ž	47	N/A	Th12	N/A	5	Max	0:36:50	0:33:02	930	-
P22	M	26	1.4.2006	Th11	6/2014	5	Adapt	0:29:40	0:23:13	691	141A/139A
P23	M	26	1.4.2006	Th11	12/2015, 1/2016	16	Max	0:38:03	0:35:04	1441	-
P24	M	26	1.4.2006	Th11	2/2019	4	Adapt	0:21:43	0:19:36	688	90/90
P25	Ž	34	6.3.2015	Th4	N/A	5	Adapt	0:20:56	0:13:48	469	98A/99A
P26	M	33	12.10.2014	Th4	N/A	5	Max	0:15:16	0:11:35	313	-
P27	M	40	N/A	Th10	4 a 6/2015	12	Adapt	0:25:32	0:22:35	632	96/96
P28	M	48	28.6.2014	Th10	N/A	15	Adapt	0:36:20	0:27:43	519	97/97
P29	Ž	25	12.12.2013	Th6	N/A	8	Max	0:20:00	0:18:03	533	-
P30	M	23	N/A	Th10	N/A	9	Adapt	0:29:52	0:28:23	866	85/85
P31	M	N/A	N/A	Th10	N/A	9	Max	0:25:38	0:22:20	711	-
P32	M	50	13.7.2013	Th 10	N/A	17	Max	0:25:28	0:19:39	529	-
P33	M	38	7.9.2013	Th5	N/A	4	Max	0:18:26	0:13:54	140	-
P34	M	44	21.8.2013	Th5	N/A	7	Adapt	0:25:04	0:12:33	339	98/97
P35	M	N/A	3.12.2014	Th12	N/A	6	Adapt	0:27:05	0:25:25	621	97A/99A
P36	M	51	30.1.2015	Th12	N/A	20	Adapt	0:19:57	0:16:27	471	93A/97A

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
AIS - ASIA Impairment Scale  
N/A - Not Available (nedostupné)

## Příloha č. 9 – Tabulka – Analyzovaná skupiny AIS B

AIS B											
První terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	M	26	14.11.2016	Th7	10/2018	11	Max	0:14:39	0:11:48	322	-
P2	M	53	10.05.2017	C7	1/2018	7	Max	0:07:51	0:04:30	71	-
P3	M	N/A	N/A	L3	2015	32	Adapt	0:23:01	0:18:29	402	96A/96A
P4	M	30	30.4.2015	Th12	2015	34	Max	0:24:01	0:16:43	323	-

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
 AIS - ASIA Impairment Scale  
 N/A - Not Available (nedostupné)

AIS B											
Poslední terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	M	26	14.11.2016	Th7	10/2018	11	Max	0:25:19	0:21:17	832	-
P2	M	53	10.05.2017	C7	1/2018	7	Adapt	0:46:52	0:41:41	1384	94A/90A
P3	M	N/A	N/A	L3	2015	32	Adapt	0:19:36	0:16:34	733	70/70
P4	M	30	30.4.2015	Th12	2015	34	Adapt	0:15:13	0:10:45	419	96A/98A

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
 AIS - ASIA Impairment Scale  
 N/A - Not Available (nedostupné)

## Příloha č. 10 – Tabulka – Analyzovaná skupina AIS C

AIS C											
První terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	Ž	23	18.03.2012	L1	12/2017	5	Max	0:18:11	0:13:28	264	-
P2	M	49	5/2014	Th12	N/A	45	Adapt	0:21:53	0:18:43	496	98A/98A
P3	M	55	12.8.2013	Th11	N/A	12	Max	0:29:00	0:13:45	187	-

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
 AIS - ASIA Impairment Scale  
 N/A - Not Available (nedostupné)

AIS C											
Poslední terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	Ž	23	18.03.2012	L1	12/2017	5	Adapt	0:29:27	0:26:13	823	97A/97A
P2	M	49	5/2014	Th12	N/A	45	Adapt	0:29:42	0:27:40	1038	80/80
P3	M	55	12.8.2013	Th11	N/A	12	Adapt	0:31:45	0:29:58	841	99A/98A

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
 AIS - ASIA Impairment Scale  
 N/A - Not Available (nedostupné)

## Příloha č. 11 – Tabulka – Analyzovaná skupina AIS D

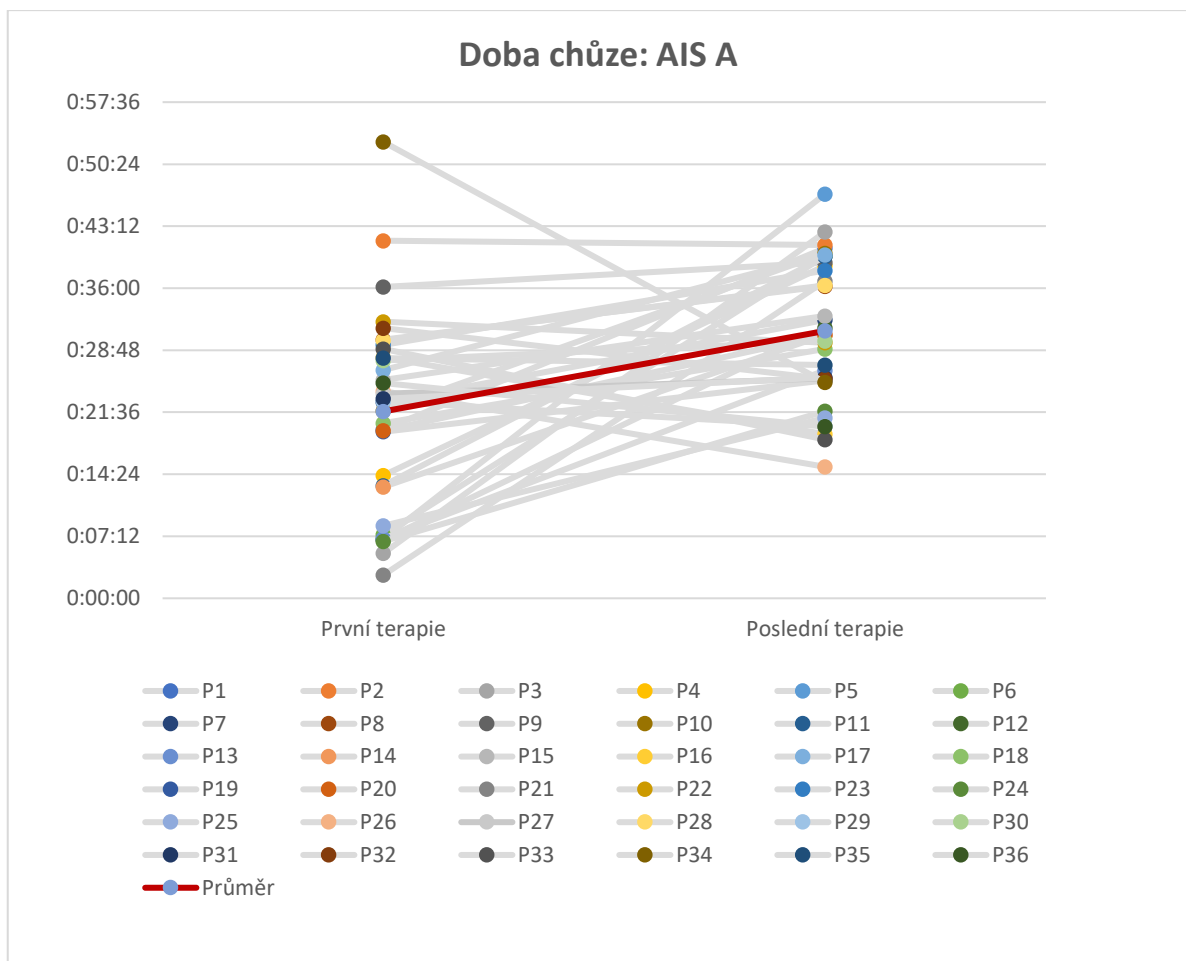
AIS D											
První terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	M	56	30.10.2016	C5	N/A	8	Max	0:20:26	0:14:00	386	-
P2	M	49	25.1.2012	Th5	11/2015	6	Adapt	0:21:57	0:15:30	488	93A/97A
P3	M	48	12.7.2013	C3	N/A	20	Max	0:26:30	0:18:05	371	-

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
 AIS - ASIA Impairment Scale  
 N/A - Not Available (nedostupné)

AIS D											
Poslední terapie											
Pacient	Pohlaví	Věk	Datum úrazu	NLI	Ekso terapie	Počet terapií	Podpora asistence robotiky	Doba stoje	Doba chůze	Počet kroků	Forward Assist
P1	M	56	30.10.2016	C5	N/A	8	Adapt	0:34:47	0:31:29	1296	98A/98A
P2	M	49	25.1.2012	Th5	11/2015	6	Adapt	0:29:36	0:21:06	789	97A/98A
P3	M	48	12.7.2013	C3	N/A	20	Adapt	0:28:40	0:21:24	771	98A/99A

NLI - Neurological level of injury (neurologická hranice léze)  
 AIS - ASIA Impairment Scale  
 N/A - Not Available (nedostupné)

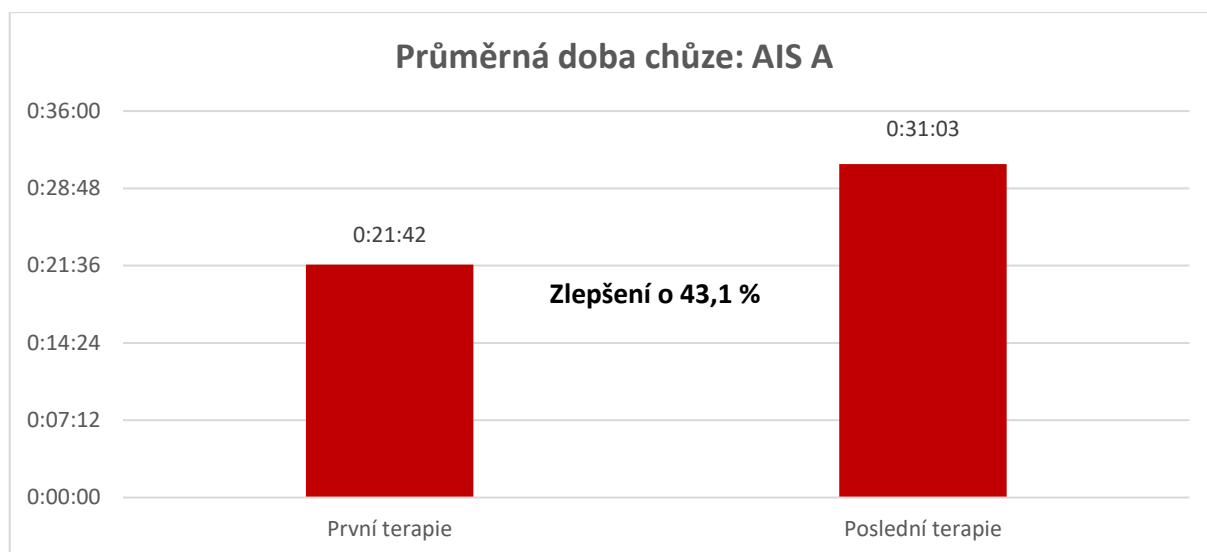
**Příloha č. 12 – Graf – Doba chůze: AIS A (archiv autora)**



Příloha č. 12 – Graf – Doba chůze: AIS A; zobrazuje přehled absolvované doby chůze první a poslední terapie u 36 pacientů kategorie AIS A, a jejich průměrnou hodnotu.

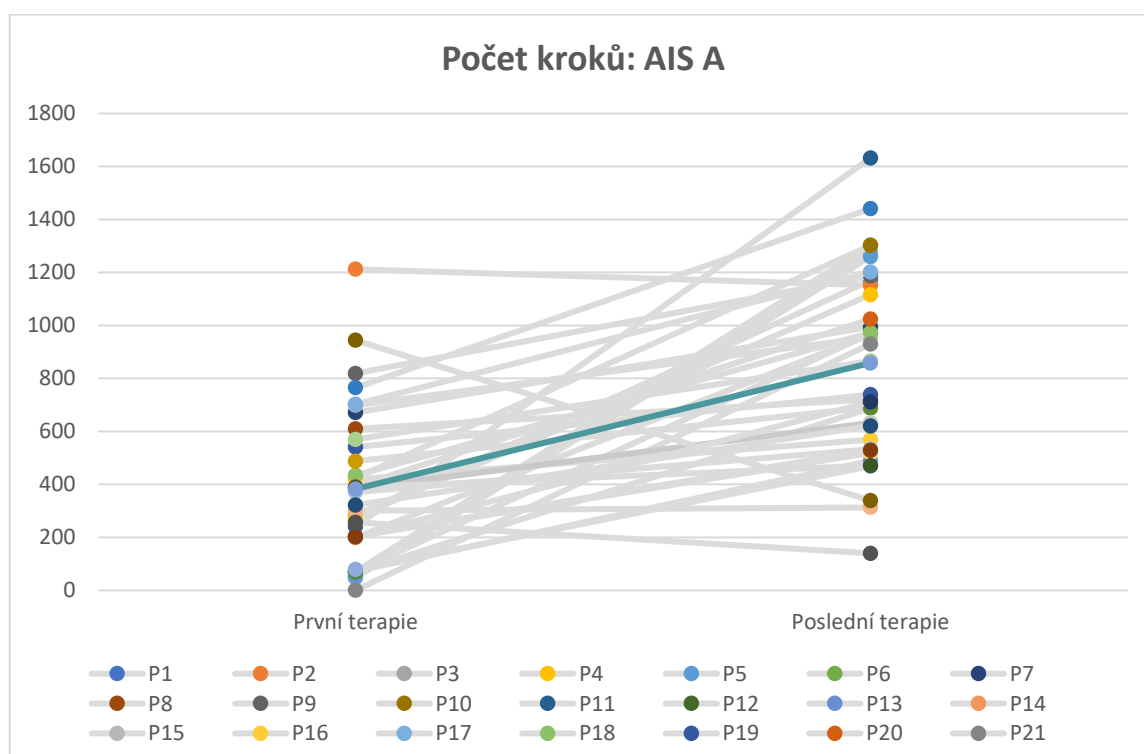


**Příloha č. 13 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS A (archiv autora)**



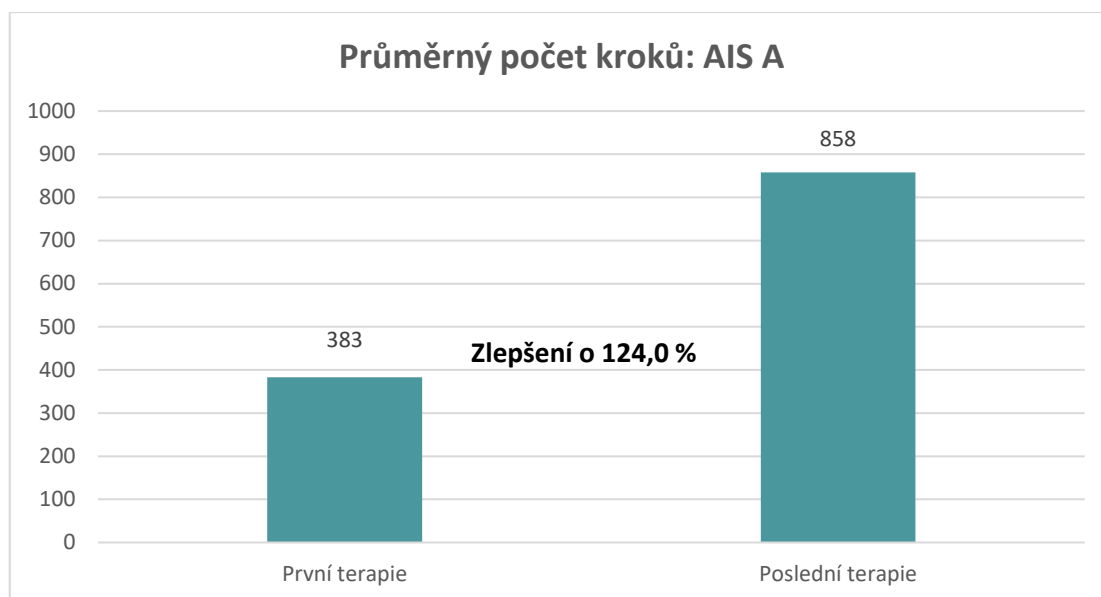
Příloha č. 13 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS A; zobrazuje průměrnou dobu chůze první a poslední terapie u kategorie AIS A. U většiny pacientů došlo v rámci Ekso terapie ke zlepšení doby chůze v průměru o 43,1%.

**Příloha č. 14 – Graf – Počet kroků: AIS A (archiv autora)**



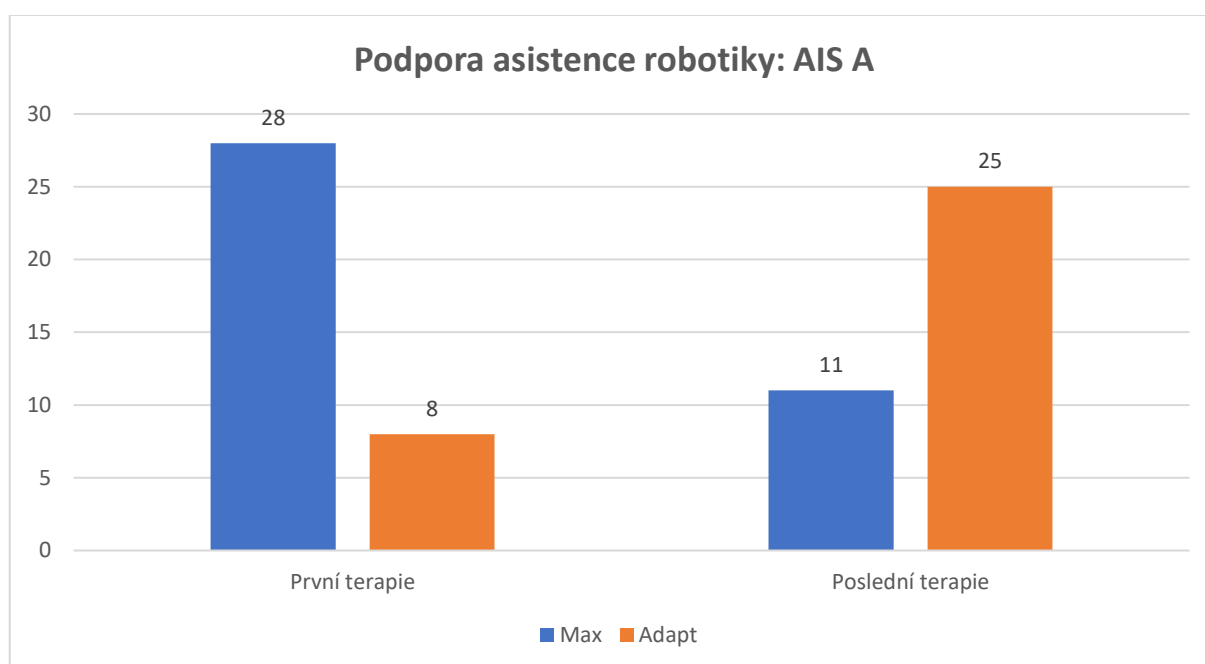
Příloha č. 14 – Graf – Počet kroků: AIS A; zobrazuje přehled absolvovaného počtu kroků první a poslední terapie a jejich průměrnou hodnotu u 36 SCI pacientů dle klasifikace AIS A.

**Příloha č. 15 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS A (archiv autora)**



Příloha č. 15 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS A; U většiny SCI pacientů v kategorii AIS A došlo v rámci Ekso terapie ke zvýšení počtu kroků chůze v průměru o 124,0%.

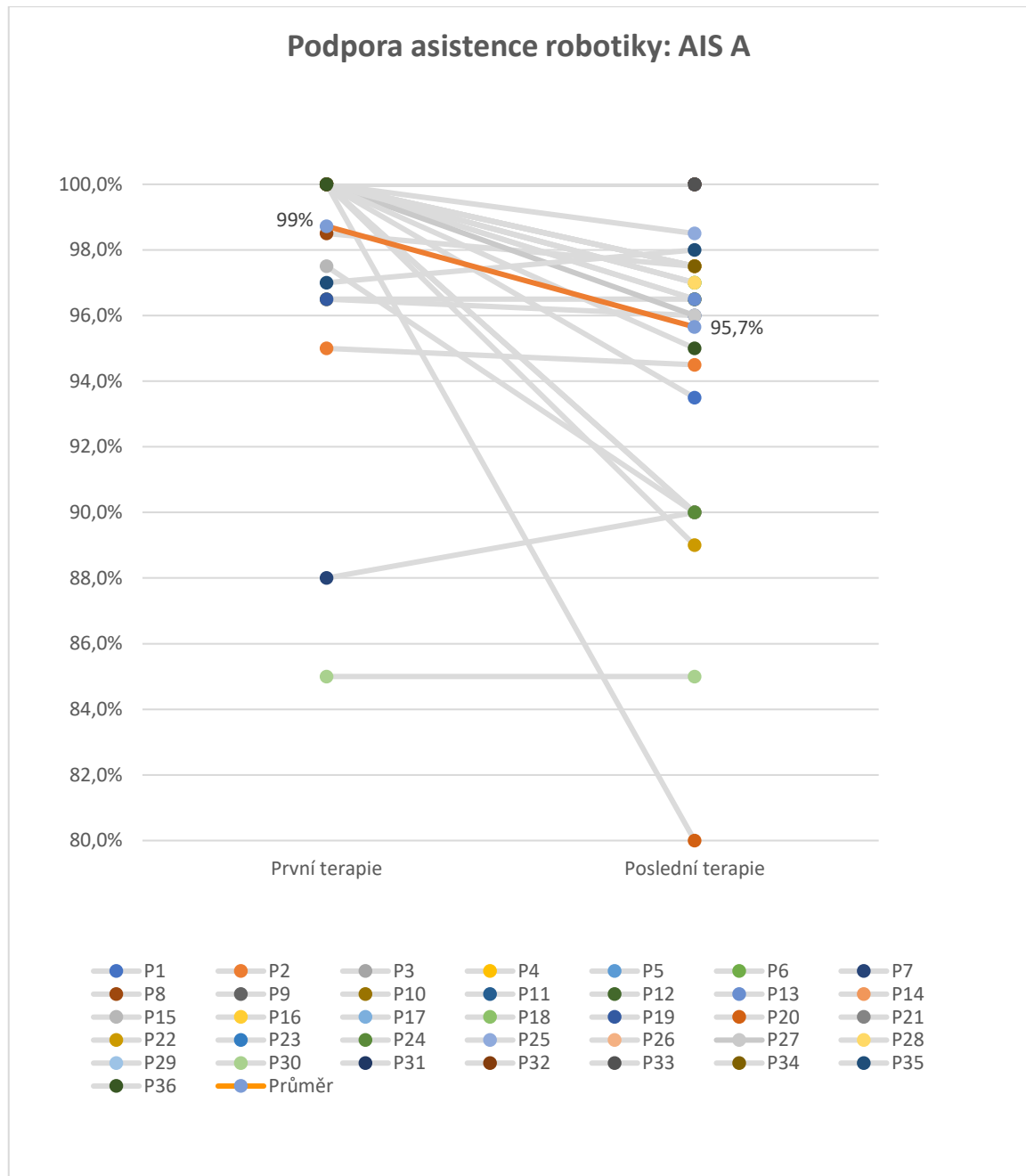
**Příloha č. 16 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS A (archiv autora)**



Příloha č. 16 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS A; U většiny SCI pacientů v kategorii AIS A došlo v rámci absolvované Ekso terapie k postupnému snížení podpory asistence robotiky, tj. počet pacientů s maximální (100%) podporou robotiky klesl ze 28 na 11 a tedy počet pacientů s adaptivní asistencí robotiky stoupl z 8 na 25.

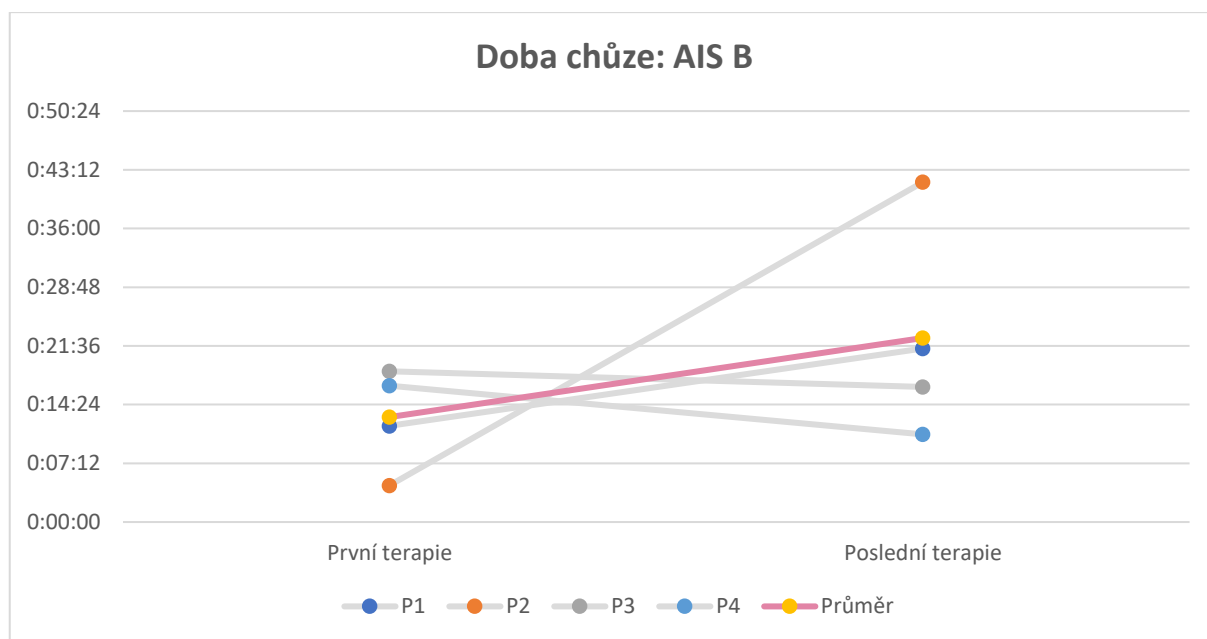
## Příloha č. 17 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS A (procentuální)

(archiv autora)



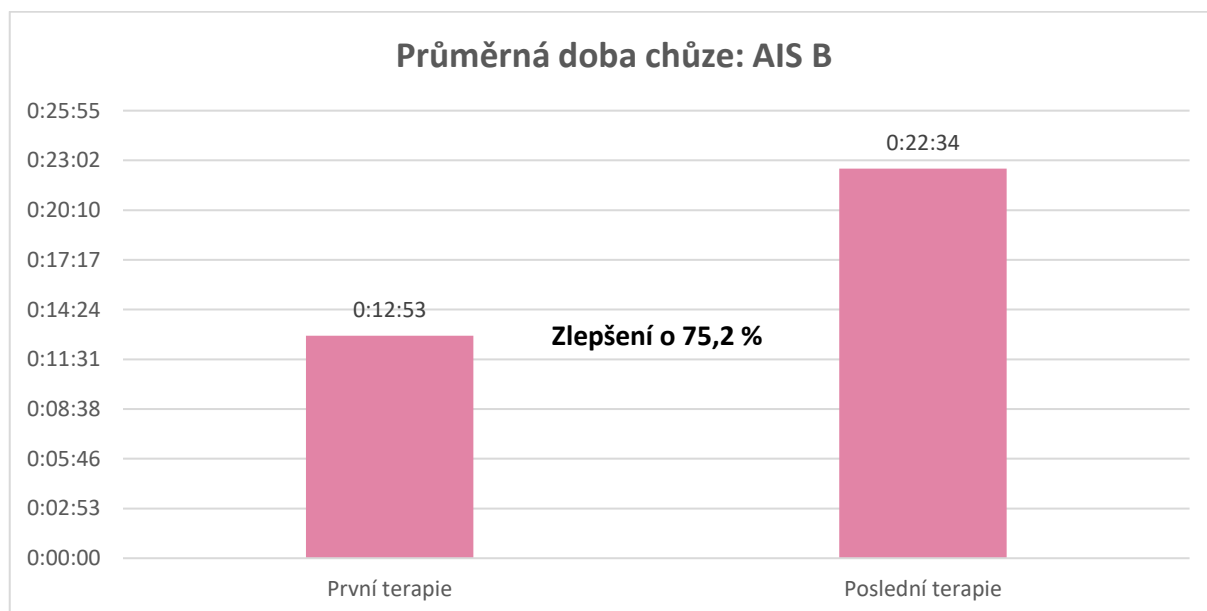
Příloha č. 17 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS A (procentuální); U většiny SCI pacientů v kategorii AIS A došlo v rámci absolvovaných EKSO terapií k postupnému zlepšení mobility a míra adaptivní asistence robotiky poklesla v průměru o 3,3% z 99% na 95,7%.

**Příloha č. 18 – Graf – Doba chůze: AIS B (archiv autora)**



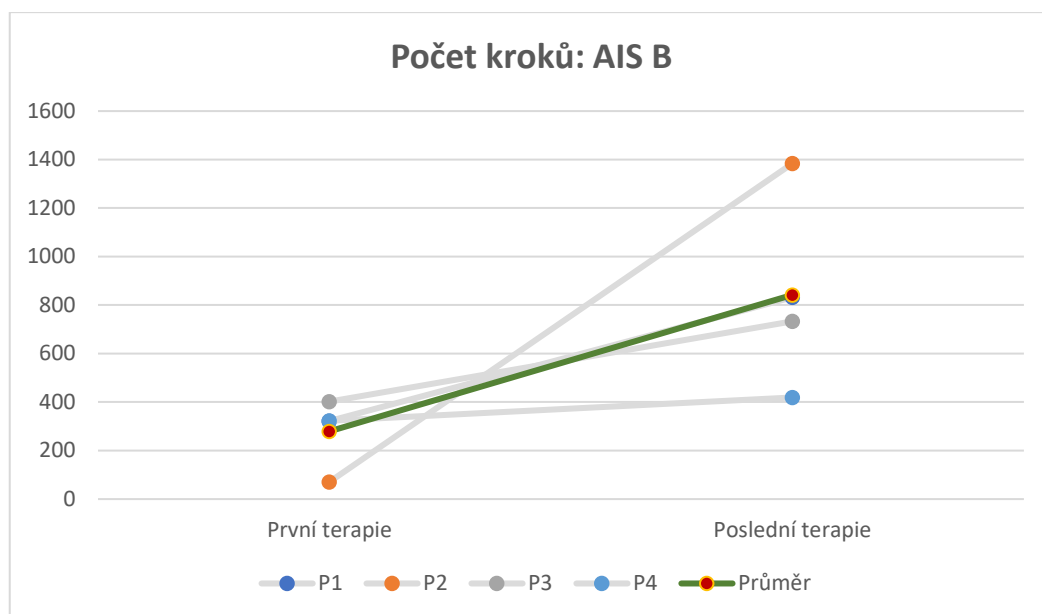
Příloha č. 18 – Graf – Doba chůze: AIS B; zobrazuje přehled absolvovanou dobu chůze první a poslední terapie a jejich průměrnou hodnotu u SCI pacientů dle klasifikace AIS B.

**Příloha č. 19 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS B (archiv autora)**



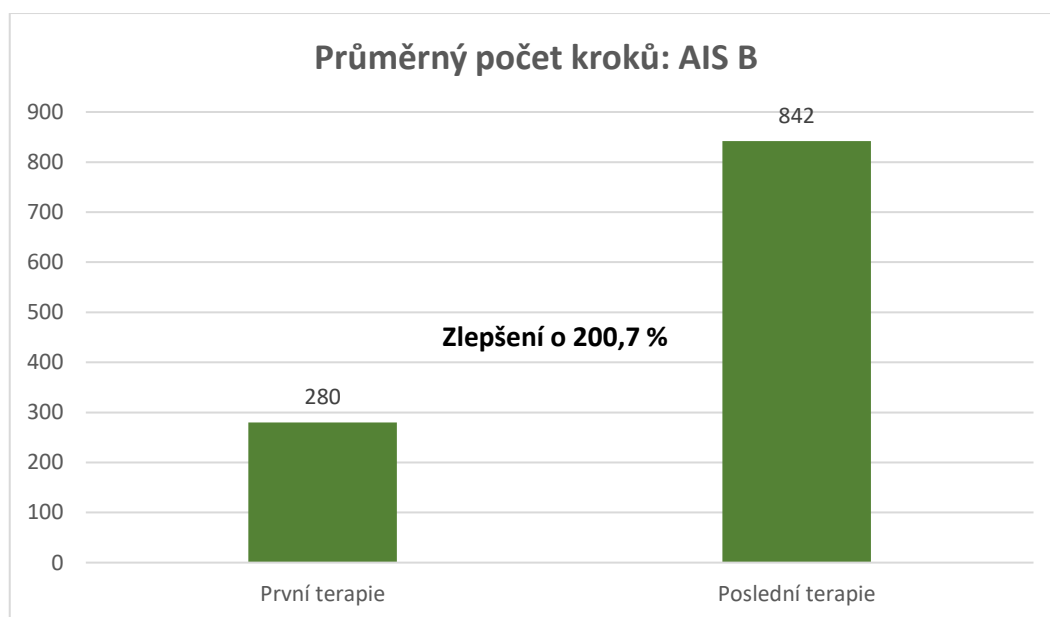
Příloha č. 19 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS B; U SCI pacientů v kategorii AIS B došlo v rámci Ekso terapie ke zlepšení doby chůze v průměru o 75,2%.

**Příloha č. 20 – Graf – Počet kroků: AIS B (archiv autora)**



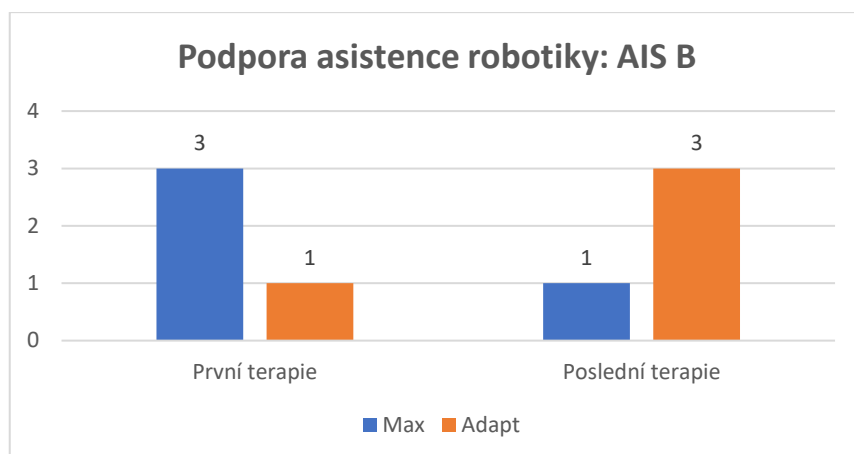
Příloha č. 20 – Graf – Počet kroků: AIS B; zobrazuje přehled absolvovaného počtu kroků po první a poslední terapii u SCI pacientů dle klasifikace AIS B.

**Příloha č. 21 – Průměrný počet kroků: AIS B (archiv autora)**



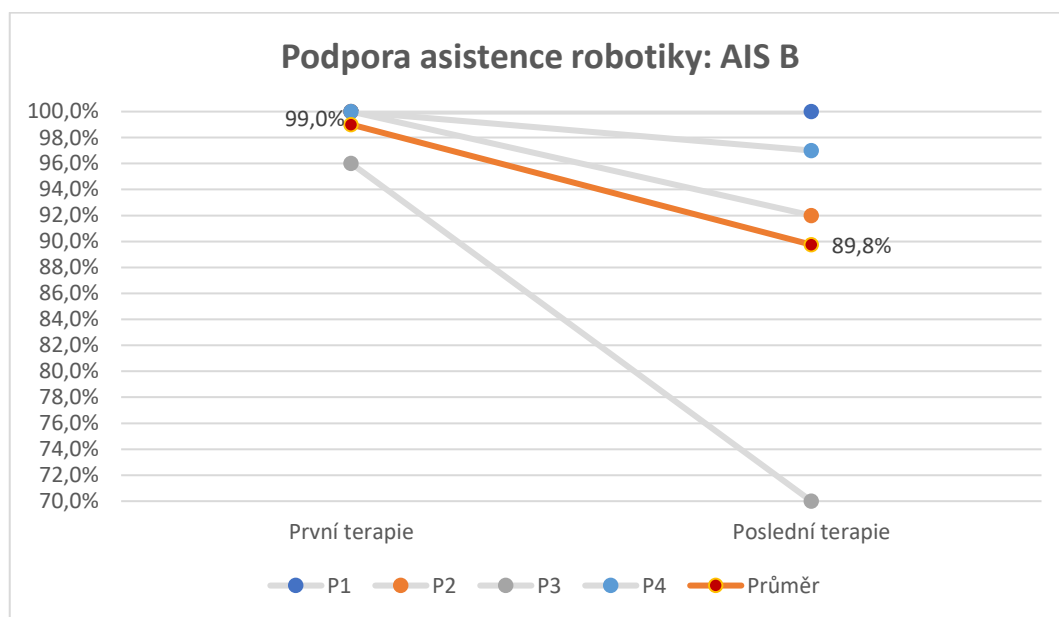
Příloha č. 21 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS B; U SCI pacientů v kategorii AIS B došlo v rámci EKSO terapií ke zvýšení počtu kroků chůze v průměru o 200,7%.

**Příloha č. 22 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS B (archiv autora)**



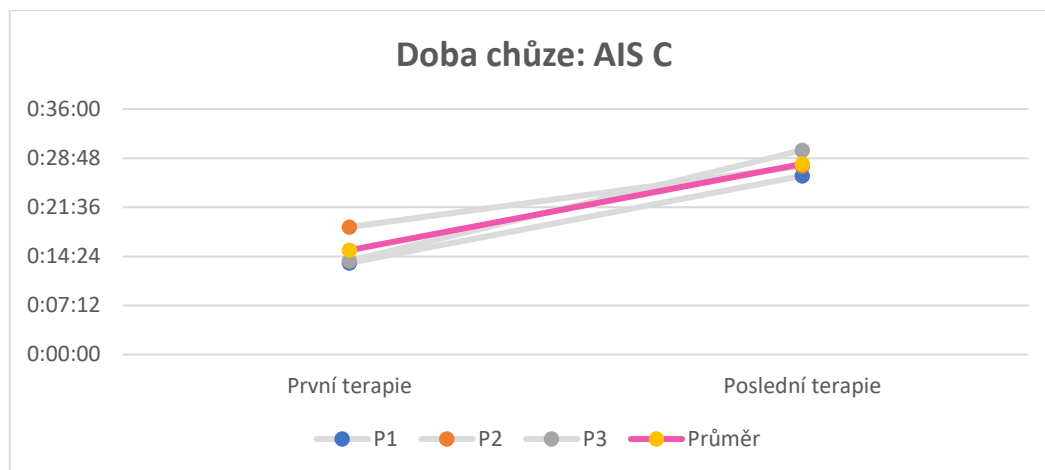
Příloha č. 22 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS B; U SCI pacientů v kategorii AIS B došlo v rámci absolvovaných EKSO terapií k postupnému zlepšení mobility, tj. počet pacientů s maximální (100%) podporou robotiky klesl s 3 na 1, počet pacientů s adaptivní asistencí robotiky stoupl z 1 na 3.

**Příloha č. 23 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS B (procentuální) (archiv autora)**



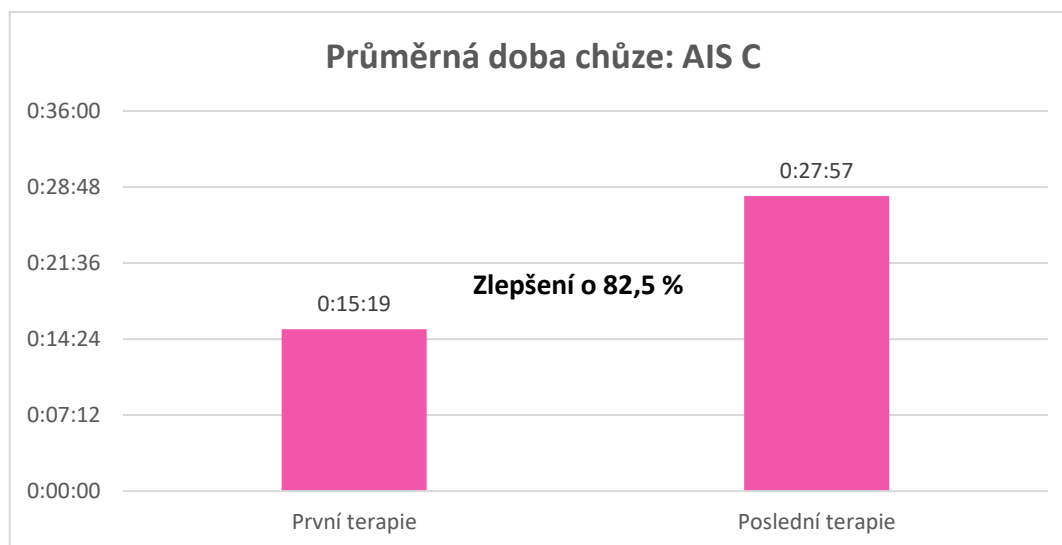
Příloha č. 23 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS B; U SCI pacientů v kategorii AIS B došlo v rámci absolvovaných EKSO terapií k postupnému zlepšení mobility a míra adaptivní asistence robotiky poklesla v průměru o 9,2% z 99% na 89,8%.

**Příloha č. 24 – Graf – Doba chůze: AIS C (archiv autora)**



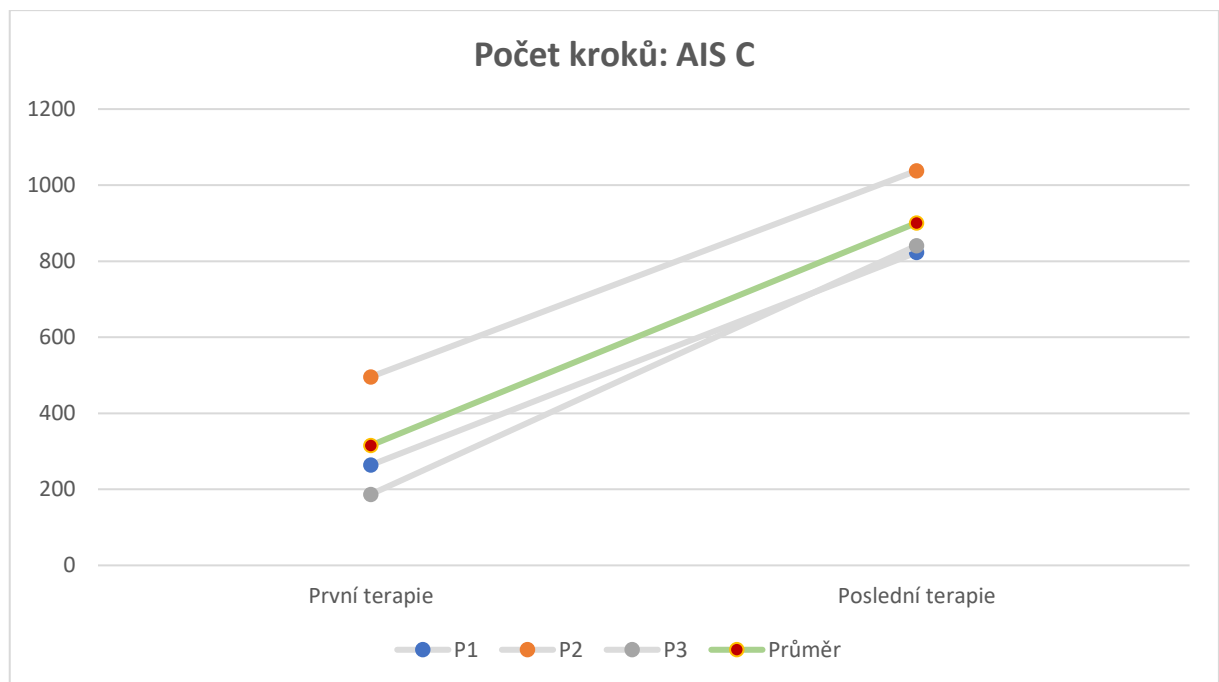
Příloha č. 24 – Graf – Doba chůze: AIS C; zobrazuje přehled absolvované doby chůze po první a poslední terapii u SCI pacientů dle klasifikace AIS C.

**Příloha č. 25 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS C (archiv autora)**



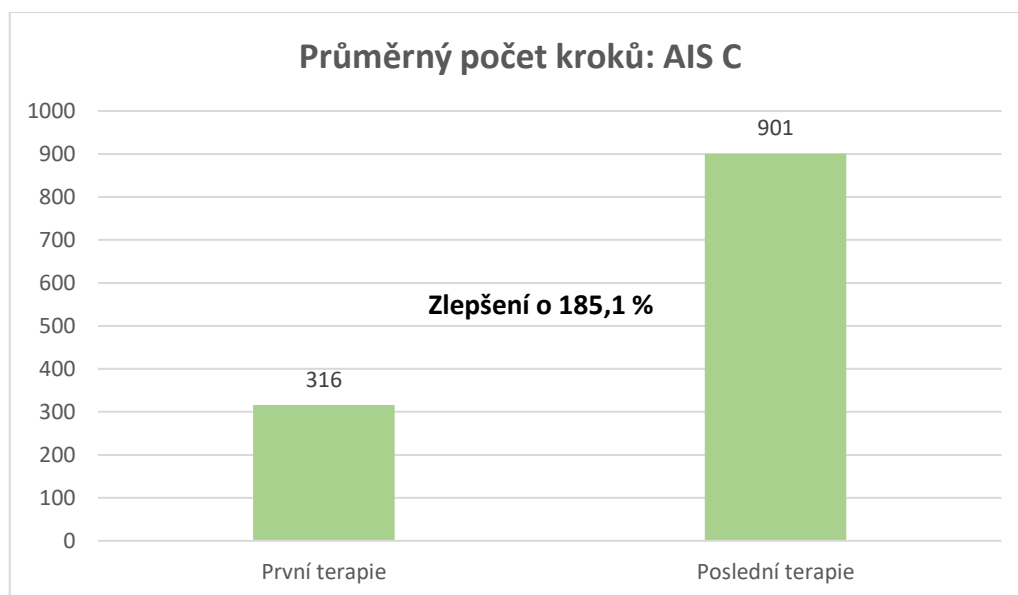
Příloha č. 25 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS C; U SCI pacientů v kategorii AIS C došlo v rámci EKSO terapií ke zlepšení doby chůze v průměru o 82,5%.

**Příloha č. 26 – Graf – Počet kroků: AIS C (archiv autora)**



Příloha č. 26 – Graf – Počet kroků: AIS C; zobrazuje přehled absolvovaného počtu kroků po první a poslední terapii u SCI pacientů dle klasifikace AIS C.

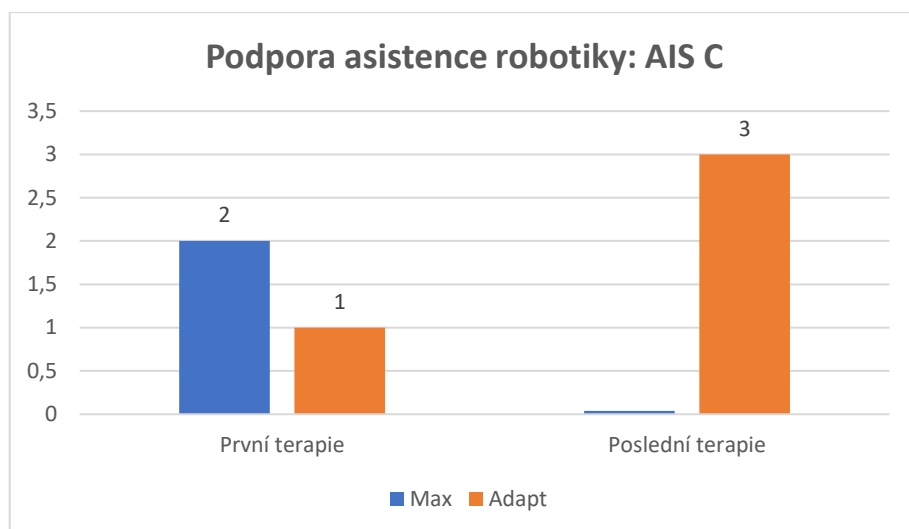
**Příloha č. 27 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS C (archiv autora)**



Příloha č. 27 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS C; U SCI pacientů v kategorii AIS C došlo v rámci EKSO terapií k zvýšení počtu kroků chůze v průměru o 185,1%.



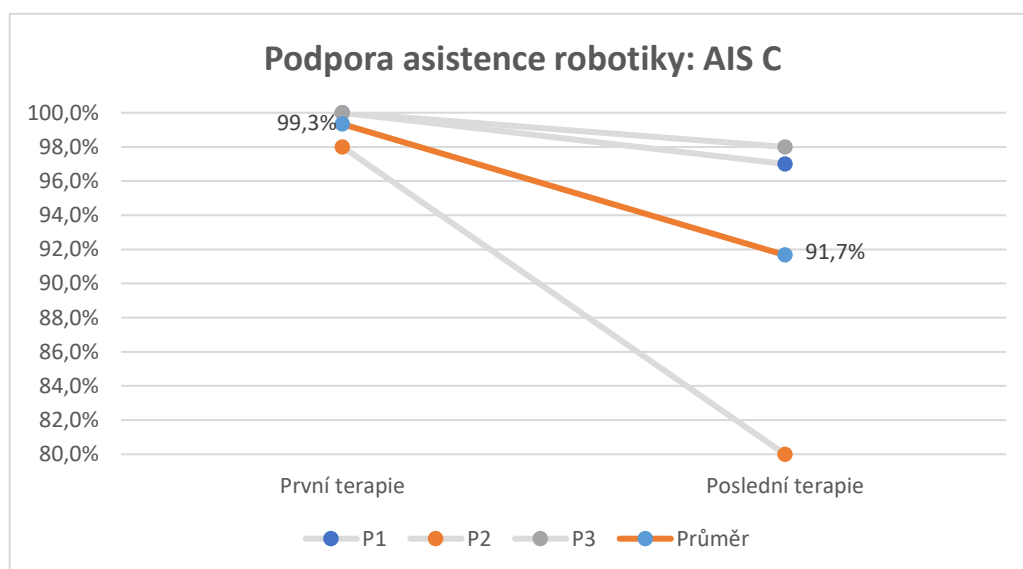
**Příloha č. 28 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS C (archiv autora)**



Příloha č. 28 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS C; U SCI pacientů v kategorii AIS C došlo v rámci absolvovaných EKSO terapií k postupnému zlepšení mobility, tj. počet pacientů s maximální (100%) podporou robotiky klesl s 2 na 0, počet pacientů s adaptivní asistencí robotiky stoupl z 1 na 3.

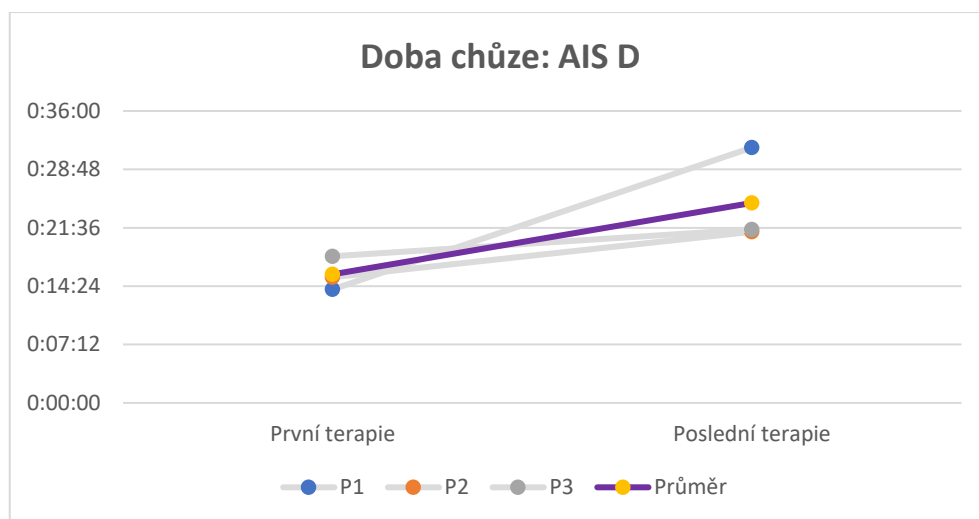
**Příloha č. 29 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS C (procentuální)**

(archiv autora)



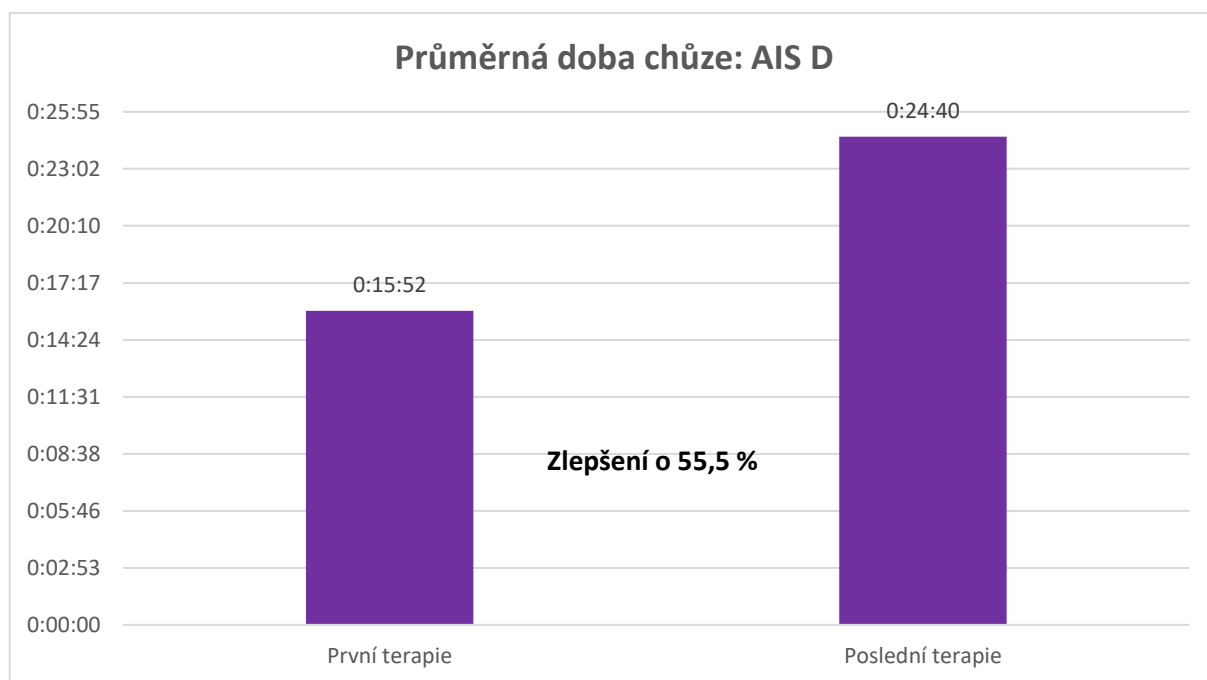
Příloha č. 29 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS C (procentuální); U SCI pacientů v kategorii AIS C došlo v rámci absolvovaných EKSO terapií k postupnému zlepšení mobility a míra adaptivní asistence robotiky poklesla v průměru o 7,6% z 99,3% na 91,7%.

**Příloha č. 30 – Graf – Doba chůze: AIS D (archiv autora)**



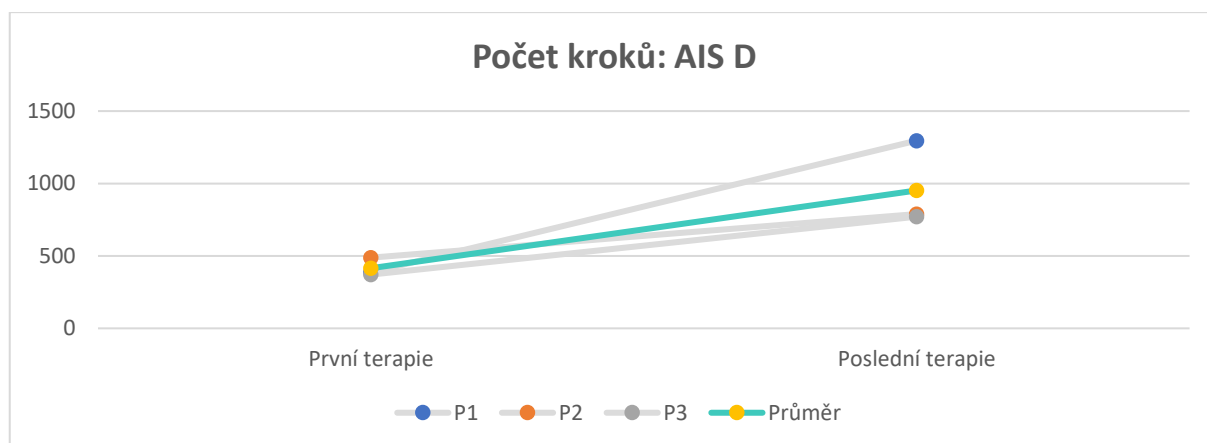
Příloha č. 30 – Graf – Doba chůze: AIS D; zobrazuje přehled absolvované doby chůze po první a poslední terapii u SCI pacientů dle klasifikace AIS D.

**Příloha č. 31 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS D (archiv autora)**



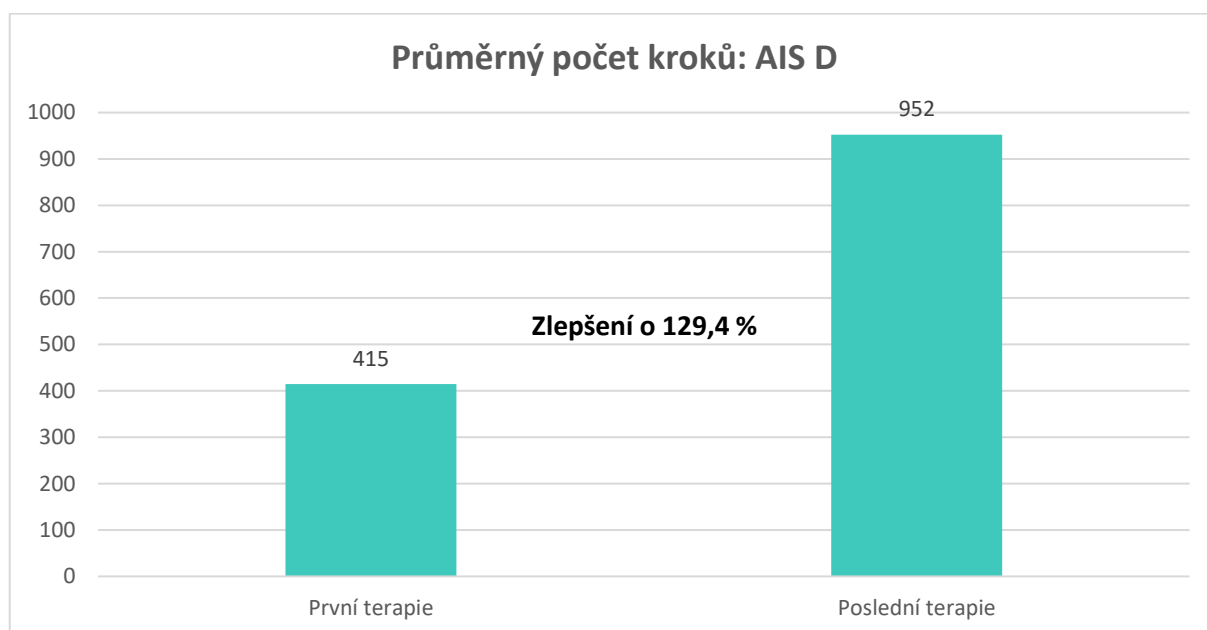
Příloha č. 31 – Graf – Průměrná doba chůze: AIS D; U SCI pacientů v kategorii AIS D došlo v rámci EKSO terapií ke zlepšení doby chůze v průměru o 55,5%.

**Příloha č. 32 – Graf – Počet kroků: AIS D (archiv autora)**



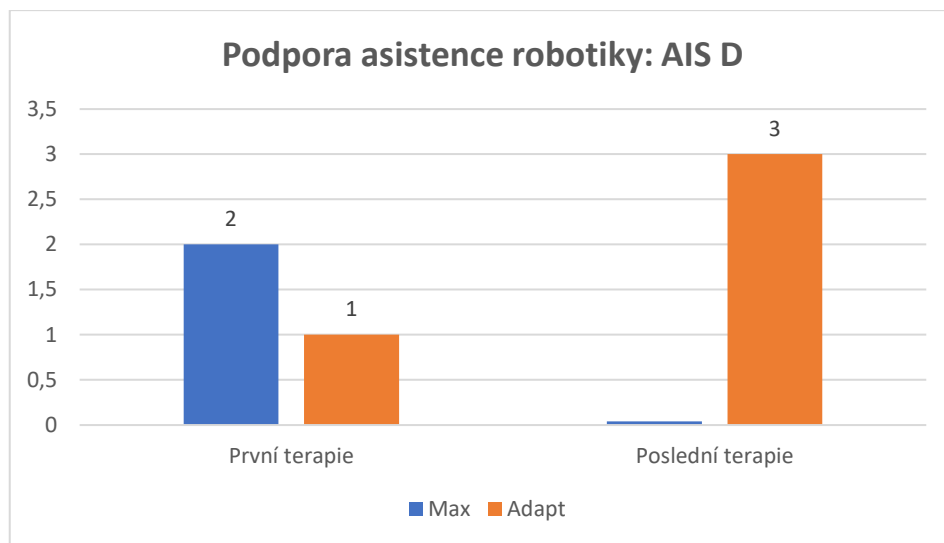
Příloha č. 32 – Graf – Počet kroků: AIS D; Obrázek zobrazuje přehled absolvovaného počtu kroků po první a poslední terapii u SCI pacientů dle klasifikace AIS D.

**Příloha č. 33 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS D (archiv autora)**



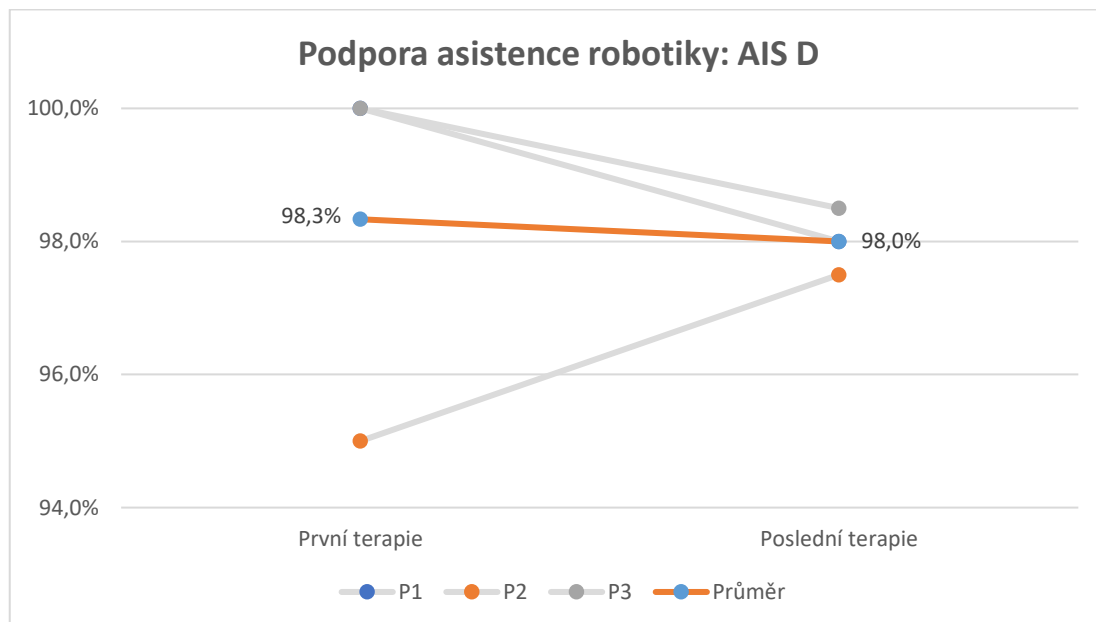
Příloha č. 33 – Graf – Průměrný počet kroků: AIS D; U SCI pacientů v kategorii AIS D došlo v rámci EKSO terapií k zvýšení počtu kroků chůze v průměru o 129,4%.

**Příloha č. 34 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS D (archiv autora)**



Příloha č. 34 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS D; U SCI pacientů v kategorii AIS D došlo v rámci absolvovaných EKSO terapií k postupnému zlepšení mobility, tj. počet pacientů s maximální (100%) podporou robotiky klesl s 2 na 0, počet pacientů s adaptivní asistencí robotiky stoupl z 1 na 3.

**Příloha č. 35 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS D (procentuální) (archiv autora)**



Příloha č. 35 – Graf – Podpora asistence robotiky: AIS D; U většiny SCI pacientů v kategorii AIS D došlo v rámci absolvovaných EKSO terapií k postupnému zlepšení mobility a míra adaptivní asistence robotiky poklesla v průměru o 0,3% z 98,3% na 98,0%.

## **Příloha č. 36 - Indikace, kontraindikace a opatření při použití Ekso GT™ (Anon, 2014)**

Ekso se musí používat ve vhodném a bezpečném prostředí: pevné, suché, rovné plochy s maximálním 2% převýšením. Dále musí být zabezpečen adekvátní dohled a použití bezpečnostního vybavení (Anon, 2014).

### **Indikace:**

Pacienti vhodní pro Ekso terapii:

- Motorický deficit dolních končetin způsobený:
  - Poraněním míchy
    - transversální míšní léze C7 a níže
    - částečné motorické ochrnutí s funkční bilaterální silou HK nebo funkční silou jedné HK a jedné DK
  - Cévní mozková příhoda
    - hemiparéza nebo hemiplegie
  - Kraniotrauma
  - Roztroušená skleróza
  - Guillain-Barré syndrom
  - Celková svalová slabost jiné etiologie
- Po vyšetření a schválení terapie lékařem
- Zapojení do programu vertikalizace nebo musí projít rámcovou zkouškou stoje
- Váha maximálně 100 kg
- Výška cca 157,5 – 188 cm
- Délky segmentů HKK a DKK určují způsobilost pro používání Ekso přístroje
- Šířka pánve 45,7 cm nebo méně
- Optimální rozsah pohybu v kyčelních, kolenních a hlezenních kloubech

### **Kontraindikace:**

- Omezení ROM v kyčelních kloubech
  - výrazná kontraktura flexorů kyčelních kloubů
  - flexe v kyčelních kloubech menší než 110°
- Kontraktura flexorů kolenních kloubů větší než 12°
- Nemožnost neutrální dorsální flexe v hlezenních kloubech
  - možnost kompenzace, pokud lze dosáhnout flexe v kolenních kloubech 12° pro přizpůsobení zkrácení m. gastrocnemius
- Nestejná délka DK
  - větší než 1,3 cm horní části DK
  - větší než 1,9 cm spodní části DK
- Nestabilita páteře (nebo ortézy páteře, pokud neschválí lékař)
- Nevyléčená hluboká žilní trombóza (DVT)
- Nekontrolovaná/neovladatelná autonomní dysreflexie (AD)
- Spasticita, která brání pohybu kloubů
- Otevřené kožní vředy na hýždích nebo na místech, která jsou v kontaktu s Ekso
- Gravidita

## **Příloha č. 37– Dotazník spokojenosti chůze na Ekso GT™ – pacient č. 1**

**(RÚ Kladruby, 2019)**

### 1. Přínos pro pacienta? (v čem vidím hlavně přínos, pozitiva cvičení na Ekso)

Přínos vidím ve 2 rovinách – fyzické (zmírnění spasticity, vliv na oběhovou soustavu, trávicí trakt aj.), ale hlavně v rovině mentální – hlava si uvědomuje pohyb chůze a narovnané tělo.

### 2. Ovlivnění spasticity? (cvičení na Ekso mi pomáhá/nepomáhá zmírnit spasmy, svalové napětí)

Cvičení na ekso významně ovlivňuje spasticitu DK, když jsem v Ekso chodil obden, DK byly výrazně méně spastické, stejně tak byla menší spasticita v okolí břicha.

### 3. Porovnání cvičení na Ekso a Lokomat a standardní/individuální terapie? (v čem vidím hlavní rozdíly, pozitiva/negativa, přínos pro pacienta)

- Ekso: Pro mě velmi prospěšné cvičení, na které jsem se vedle individuální terapie vždy velmi těšil. Obrovský impuls pro psychiku a další cvičení.
- Lokomat: Cvičení na Lokomatu mě osobně nezaujalo, hodně se mi v Lokomatu točila hlava.
- Standardní/individuální terapie: Půlhodinová terapie je dle mého málo, stačí tak na protažení končetin, nikoliv na aktivní cvičení. Soukromě si hradím 2 cvičení týdně po 60 minutách a to má pro tělo větší smysl, i pokroky jsou viditelnější. Individuální terapie s fyzioterapeutem má, pokud je správně a poctivě odcvičená, velký význam, ale na 60 minut.
- Chtěl bych/nechtěl, a s jakým cílem (proč) pokud ano, pokračovat dále v cvičení v tomto zařízení v ambulantním provozu: Velmi bych stál o cvičení na Ekso, bohužel vzdálenost Liberec-Kladruby není pro ambulantní cvičení vhodná, mohu docházet pouze při pobytu v RÚ Kladruby.

4. Náročnost cvičení na Ekso?

Na škále od 6-20, kdy 6 znamená nejnižší náročnost a 20 nejvyšší náročnost, jak náročné vnímáte cvičení na Ekso Vy? (zvárazněte Váš výběr)

<b>Borgova škála intenzity zátěže (Borg RPE Scale)</b>	
<i>stupeň</i>	<i>intenzita (subjektivní)</i>
6	
7	velmi velmi lehká
8	
9	velmi lehká
10	
11	lehká
12	
13	poněkud namáhavá
14	
15	namáhavá
16	
17	velmi namáhavá
18	
19	velmi, velmi namáhavá
20	

- Cvičení **je**/není namáhavé (zvárazněte tučně Váš výběr)  
Chůze na Ekso je velmi namáhavá, na koordinaci, velké soustředění především, ale stojí to za to.
- Cítím se po něm **unaven**/nejsem více unaven, než na jiné proceduře (zvárazněte Váš výběr)
- Cvičení **bylo**/nebylo namáhavé na pochopení pohybu, teď jsem si **již**/nejsem **jistý** s provedením pohybu (zvárazněte Váš výběr)

5. Vlastní komentář



## Příloha č. 38 – Dotazník spokojenosti chůze na Ekso GT™ – pacient č. 2

(RÚ Kladruby, 2019)

1. Přínos pro pacienta? (v čem vidím hlavně přínos, pozitiva cvičení na Ekso)  
Protážení ve stoje, prevence proti řídnutí kostí
2. Ovlivnění spasticity? (cvičení na Ekso mi pomáhá/nepomáhá zmírnit spasmy, svalové napětí)  
Ano pomáhá
3. Porovnání cvičení na Ekso a Lokomat a standardní/individuální terapie? (v čem vidím hlavní rozdíly, pozitiva/negativa, přínos pro pacienta)
  - Ekso: **chůze v prostoru**
  - Lokomat: **chůze na místě**
  - Standardní/individuální terapie:
  - Chtěl bych/nechtěl, a s jakým cílem (proč) pokud ano, pokračovat dále v cvičení v tomto zařízení v ambulantním provozu: **Odpověď jako bod 1**
4. Náročnost cvičení na Ekso?  
Na škále od 6-20, kdy 6 znamená nejnižší náročnost a 20 nejvyšší náročnost, jak náročné vnímáte cvičení na Ekso Vy? (zvýrazněte Váš výběr)

<b>Borgova škála intenzity zátěže (Borg RPE Scale)</b>	
<i>stupeň</i>	<i>intenzita (subjektivní)</i>
6	
7	velmi velmi lehká
8	
9	velmi lehká
10	
11	lehká
12	
13	poněkud namáhavá
14	
15	namáhavá
16	
17	velmi namáhavá
18	
19	velmi, velmi namáhavá
20	

- Cvičení je/není namáhavé (zvýrazněte Váš výběr)
- Cítím se po něm unaven/nejsem více unaven, než na jiné proceduře (zvýrazněte Váš výběr)
- Cvičení bylo/nebylo namáhavé na pochopení pohybu, teď jsem si již/nejsem jistý s provedením pohybu (zvýrazněte Váš výběr)

Vlastní komentář

## **Příloha č. 39 – Informovaný souhlas pacienta (archiv autora)**

### ***Informovaný souhlas pacienta***

#### **Název bakalářské práce (dále jen BP):**

Možnosti využití exoskeletálního obleku Ekso™ ve fyzioterapii u spinálních pacientů

#### **Stručná anotace BP:**

Součástí praktické části BP jsou ukázkové kazuistiky terapie s exoskeletálním oblekem Ekso™. Vaším souhlasem umožníte studentovi fyzioterapie provedení vstupního vyšetření za účelem získání anamnestických údajů (např. zjištění primárního oslabení, vývoj zdravotní situace atd.), dále účast na terapii a závěrečné výstupní vyšetření pro porovnání výsledků a zjištění vlivu terapie (např. doba chůze, počet kroků, podpora robotiky atd.).

V průběhu terapie s exoskeletálním oblekem Ekso™ nelze stoprocentně vyloučit možnost pádu. Taková situace je však minimalizována samotným přístrojem, použitím kompenzačních pomůcek (např. francouzské hole, chodítka) a odborným dozorem, který s Vámi absolvuje celou terapeutickou jednotku a bude ji kontrolovat.

#### **Jméno a příjmení pacienta:**

#### **Datum narození:**

#### **Kazuistika pacienta pod číslem:**

1. Já, níže podepsaný/á souhlasím s účastí v BP, jejíž výsledky budou anonymně zpracovány formou kazuistiky. Je mi více než 18 let.
2. Byl/a jsem podrobně a srozumitelně informován/a o cíli BP a jejich postupech, průběhu zpracování, a formě mé spolupráce. Byl mi vysvětlen očekávaný přínos BP.
3. Porozuměl/a jsem tomu, že svou účast mohu kdykoliv přerušit či zcela zrušit, aniž by to jakkoliv ovlivnilo průběh mé další léčby. Moje účast v kazuistice BP je dobrovolná.
4. Kazuistika bude v BP uveřejněna přísně anonymně bez jakýchkoliv osobních údajů.
5. S účastí v kazuistice BP není spojeno poskytnutí žádné finanční ani jiné odměny.

#### **Datum:**

**Podpis pacienta:**

**Podpis studenta:**

## Příloha č. 40 – Souhlas s pořízením fotodokumentace (RÚ Kladruby)



REHABILITAČNÍ ÚSTAV KLADRUBY  
KLADRUBY 30  
257 62 KLADRUBY U VLAŠIMI

### SOUHLAS S POŘÍZENÍM FOTODOKUMENTACE, VIDEODOKUMENTACE A ZVUKOVÉHO ZÁZNAMU PACIENTA RÚ KLADRUBY

PACIENT:.....  
(jméno, příjmení, titul, datum narození)

Rehabilitační ústav Kladruby (dále RÚ) se zavazuje nepoužít pořízenou fotodokumentaci, videodokumentaci a zvukové záznamy pro účely, ke kterým se pacient vyjádří nesouhlasně.

#### 1. Použití pro vnitřní potřebu RÚ Kladruby.

Pořízené fotografie, videozáznamy a zvukové záznamy budou použity pouze pro potřebu odborníků Rehabilitačního ústavu Kladruby ke sledování vývoje zdravotního stavu, pro vzájemnou edukaci, pro interní semináře apod. Tyto záznamy nebudou poskytnuty jiným subjektům a nebudou nikde veřejně prezentovány.

#### 2. Použití pro prezentace na odborných akcích (semináře, konference...)

Pořízené fotografie, videozáznamy a zvukové záznamy budou použity pro vnitřní potřebu RÚ a pro event. prezentace na odborných akcích. RÚ zaručuje zachování anonymity, tzn. že prezentovat se bude pouze obsah bez uvádění jména a dalších identifikačních údajů. Uváděn bude pouze stručný popis zdravotního stavu.

#### 3. Použití pro odbornou publikační činnost (odborné články, odborné brožury, knihy, skripta, edukační videozáznamy...)

Kromě výše uvedeného budou fotografie, videozáznamy a zvukové záznamy použity pro ilustraci do odborných materiálů – brožury, knihy, edukační videa pro pacienty a odborníky apod. Žádný z těchto materiálů nebude kromě fotografie, resp. videozáznamu a event. popisu zdravotního stavu obsahovat jakékoliv identifikační údaje o pacientovi.

#### 4. Použití pro prezentaci RÚ Kladruby (např. ilustrační foto do informačních brožur, na webové stránky...)

Kromě výše uvedeného budou fotografie, videozáznamy a zvukové záznamy použity jako ilustrační materiál i pro prezentaci RÚ Kladruby (např. na webových stránkách, v brožurách o ústavu apod.). Tento materiál bude sloužit výhradně jako ilustrace k nabízeným službám a aktivitám. Nebudou zde žádné konkrétní informace o pacientovi.

### PROHLÁŠENÍ PACIENTA

Souhlasím s použitím fotodokumentace, videodokumentace a zvukového záznamu

1. Použití pro vnitřní potřebu RÚ Kladruby	ano	ne
2. Použití pro prezentaci na odborných akcích	ano	ne
3. Použití pro odbornou publikační činnost	ano	ne
4. Použití pro prezentaci RÚ Kladruby	ano	ne

Kladruby dne.....

Podpis pacienta (nebo jeho zákonného zástupce).....

Podpis zaměstnance (zapisovatele).....

Podpis vedoucího oddělení (mimo LO).....

Pokud se pacient nemůže podepsat a je schopen projevit svou vůli, tak popsat způsob jakým projevil svou vůli a zdravotní důvody bránící podpisu pacienta. Připojit podpis svědka.

Poznámka : \* nehodící se škrtněte

Souhlas s pořízením fotodokumentace, videodokumentace a zvukového záznamu pacienta RÚ Kladruby 2.0