

Univerzita Karlova V Praze

2. lékařská fakulta

# LOKOMAT A JEHO VYUŽITÍ U PACIENTŮ S PORANĚNÍM MÍCHY

Bakalářská práce

Autor: Jan Krulík, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Lenka Oplatková

Praha 2007

## Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Jan Krulík

Název bakalářské práce: Lokomat a jeho využití u pacientů s poraněním míchy

Pracoviště: Spinální jednotka Kliniky rehabilitace 2. LF UK a FN Motol

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Lenka Oplatková

Rok obhajoby bakalářské práce: 2007

Abstrakt: S nástupem moderních technologií a rozvojem medicíny, dochází ke zlepšování možností péče o pacienty. Konkrétním příkladem je vznik systému Lokomat, který vznikl multidisciplinární spoluprací specialistů z technických a lékařských oborů. V následující práci bude podrobněji popsán jak výše uvedený systém, tak i výhody a nevýhody, které jeho užívání přináší pacientům a zdravotnickému personálu.

Klíčová slova: Lokomat, spasticita, poranění míchy, chůzová terapie

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.  
Bibliografická identifikace v angličtině

Author's first name and surname: Jan Krulík

Title of the bachelor thesis: Lokomat and its application for patients with spinal cord injury

Department: Spinal Unit of Department of physiotherapy, 2<sup>nd</sup> Medical Faculty of Charles University and Faculty Hospital Motol

Supervisor: Lenka Oplatková, MA.

The year of presentation: 2007

Abstract: The improve of the care of patients attend with coming of modern technologies and developments of the medicine science. Concrete instance is Lokomat System, that have risen by multidisciplinary cooperation of a specialists from technical and medical branches. In this thesis will be in detail described not only Lokomat but also advantages and disadvantages of its use to patients and medical personnel.

Keywords: Lokomat, spasticity, spinal cord injury, gait therapy

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Lenky Oplatkové, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Praze dne 26. 3. 2007

.....

Poděkování autora

Děkuji Mgr. Lence Oplatkové za cenné rady, připomínky a korektury při zpracovávání bakalářské práce.

## OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ.....	9
2.1 Anatomie a funkce páteře.....	9
2.2 Anatomie a funkce míchy, míšních obalů a míšních nervů.....	10
2.3 Mechanismus poranění páteře a míchy .....	12
2.4 Typy poranění míchy.....	12
2.4.1 Otřes míchy.....	13
2.4.2 Trvalé přerušení funkce v části míšního průřezu.....	13
2.4.3 Trvalé přerušení funkce v celém míšním průřezu.....	14
2.4.4 Hodnocení poranění míchy.....	14
2.4.4.1 Stupnice poškození míchy podle ASIA, výhody a nevýhody.....	15
2.5. Patofyziologie poranění míchy.....	17
2.6 Léčba poranění míchy.....	19
2.7 Rehabilitace po poranění míchy.....	20
2.7.1 Zdravotnický team.....	20
2.7.2 Rehabilitační program v akutním stádiu.....	20
2.7.3 Rehabilitační program ve stádiu intenzivní rehabilitace.....	21
2.7.4 Program ve stádiu reintegrace.....	21
2.7.5 Cíl rehabilitace.....	22
2.8 Chůze.....	22

2.8.1	Základy neurofyzologie chůze.....	23
2.8.2	Fáze chůze.....	24
2.8.3	Analýza chůze.....	25
2.8.3.1	Analýza švihové fáze.....	26
2.8.3.2	Analýza oporné fáze.....	26
2.8.3.3	Analýza fáze dvojí opory.....	27
2.8.3.4	Horní končetiny při chůzi.....	27
2.8.4	Vliv prostředí na chůzi.....	27
2.8.5	Historie reedukace chůze.....	28
2.9	Lokomat.....	28
2.9.1	Technické parametry Lokomatu.....	29
2.9.2	Indikace a kontraindikace pro využití Lokomatu.....	30
2.9.3	Výhody a nevýhody využití Lokomatu.....	31
3	KAZUISTIKA PACIENTA .....	33
4	CÍLE A HYPOTÉZY.....	36
4.1	Cíl práce.....	36
4.2	Hypotézy.....	36
5	DISKUSE.....	37
6	ZÁVĚRY A SHRNU TÍ.....	40
7	SUMMARY.....	41
8	REFERENČNÍ SEZNAM.....	42
9	PŘÍLOHY.....	45

## 1 ÚVOD

Poranění míchy je jedním z nejzávažnějších zranění, se kterými se můžeme setkat. Nejčastěji jsou postižení mladí lidé, především muži, ve věku do 35 let, kteří se stali účastníky dopravní nehody, případně utrpěli pád z výše.

Následky těchto poranění jsou většinou velmi vážné a jejich prognóza se odvíjí od výše a úplnosti či neúplnosti míšní léze, případně dalších poranění. Mnohdy však tyto pacienti končí jako paraplegici či tetraplegici.

Tato práce si klade za úkol seznámit případné zájemce o problematiku poranění páteře s možnostmi terapie a především s využitím poměrně nového a v České republice zatím jediného systému tohoto druhu s názvem Lokomat. Ten slouží nejen pacientům po míšním poranění, ale také po úrazech hlavy, těžkých poraněních dolních končetin a pacientům po cévních mozkových příhodách s narušeným stereotypem chůze.



## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Anatomie a funkce páteře

Páteř je osovou kostrou trupu. Skládá se ze 7 obratlů krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 obratlů křížových sekundárně splývajících v kost křížovou a 4 až 5 obratlů kostrčních, srůstajících v kost kostrční.

Délka celé páteře činí asi 35% tělesné výšky (Čihák, 1987), přičemž pětina až čtvrtina délky páteře připadá na meziobratlové ploténky.

Páteř dospělého člověka má typická zakřivení v rovině sagitální a může mít i zakřivení v rovině frontální. V rovině sagitální rozlišujeme dvě obloukovitá zakřivení dopředu (konvexní), tj. lordózu a jedno zakřivení konvexní, tj. kyfózu. Lordotické vrcholy se nacházejí v oblasti krční páteře v oblasti čtvrtého až pátého krčního obratle (C4-C5), v bederní části v oblasti L3-L4. Hrudní kyfóza má vrchol v oblasti Th6 – Th7. Úhlovité zalomení páteře na hranici L5 a S1 se nazývá promontorium, od kterého pokračuje kost křížová kyfotickým zakřivením. Vybočení v rovině frontální se nazývá skolióza. Téměř každá páteř má v klidu mírné vybočení, které je zpravidla pravostranné a nazýváme jej fyziologická skolióza.

Pohyblivost páteře je dána součty pohybů mezi jednotlivými obratli. Základní pohyby, které může páteř vykonávat jsou anteflexe, retroflexe, lateroflexe, torse a pérovací pohyby. Rozsah pohyblivosti je v každém úseku jiný. Předklony a záklony jsou největší v oblasti krční a bederní páteře, v hrudním úseku se omezují jen na poslední obratle. Při záklonu jsou nejnamáhanější a nejzranitelnější dolní krční obratle, přechod hrudní a bederní páteře a lumbosakrální přechod (Čihák, 1987). Úklony jsou v krční a bederní části páteře téměř stejné 30° a 35° na každou stranu. Rotace je možná až do 70° na každou

stranu v krční páteři, až 35° bilaterálně v páteři hrudní a minimální, jen do 10° v oblasti hrudní (Čihák, 1987).

Páteř však nemá jen funkci osovou a stabilizační, ale rovněž funkci ochrannou. Tvoří kostěnný kryt míchy.

## **2.2 Anatomie a funkce míchy, míšních obalů a míšních nervů**

Hřbetní mícha je válcovitý, místy příčně oválný provazec nervové tkáně, který je 40 – 50 cm dlouhý, 10 – 13 mm široký, obalený míšními obaly a uložený v páteřním kanálu (Čihák, 1997). Z míchy vystupuje 31 párů míšních nervů.

Mícha začíná pod foramen magnum výstupem prvního krčního nervu míšního. V tomtéž místě vpředu je nápadné zkrřížení snopců pyramidových drah zvané decussatio pyramidum. Začátek míchy kraniálně pokračuje v prodlouženou míchu, která je již součástí mozkového kmene.

Konec míchy se udává u muže v oblasti meziobratlové ploténky L1/L2, u ženy ve výši těla obratle L2, kuželovitým zakončením zvaným conus medullaris.

Z conus medullaris kaudálně pokračuje filum terminale, vlákno tvořené neuroglíí a vazivem měkké pleny míšní. Asi po 20 cm průběhu končí v místě zakončení vaku tvrdé pleny míšní srůstem s periostem obratle S2.

Na povrchu je mícha pokryta měkkou plenou míšní, tzv. pia mater spinalis a arachnoideou spinalis. Mezi těmito dvěma je prostor – cavitas subarachnoidea, kde se nachází mozkomíšní mok. Zevně od výše jmenovaných je dura mater spinalis – tvrdá plena míšní, tvořená tuhým vazivem a upravená jakožto saccus durae matris spinalis – vak tvrdé pleny míšní, jež začíná po obvodu foramen magnum a kuželovitě končí u těla obratle S2. Odtud dále pokračuje ještě vazivové filum terminale durae matris spinalis, které končí na kostrči.

Vak tvrdé pleny míšní nedosahuje až ke stěnám páteřního kanálu. Páteřní kanál je vystlán periostem, tzv. endorhachis. Mezi vakem tvrdé pleny a endorhachis je prostor – spatium epidurale, ve kterém se nachází řídké vazivo, tukové vazivo a cévní pleteně.

Na transversálním řezu míchou je uprostřed patrný centrální kanál míšní – canalis centralis, vyplněný mozkomíšním mokem. Tento je obklopen šedou hmotou míšní – substantia grisea, která má na průřezu tvar písmene H. Šedá hmota míšní tvoří párové míšní rohy, které prostorově tvoří míšní sloupce. Tyto rohy či sloupce dělíme ještě na přední, zadní či postranní.

Bílá hmota míšní – substantia alba, je uložena na povrchu a mezi sloupci šedé hmoty. Je rozdělena na tři párové svazky – provazce míšní – funiculi medullae spinalis (posterior, lateralis, anterior). Všechny tyto provazce obsahují jak ascendentní tak descendentní dráhy.

Jak již bylo uvedeno výše, tak z míchy vystupuje 31 párů míšních nervů. Jejich vlákna se u míchy nazývají fila radicularia – kořenová vlákna. Vystupují z míchy po celé délce sulcus anterolateralis a vstupují do ní v sulcus posterolateralis. Skupiny kořenových vláken z jednotlivých úseků se sdružují a vytvářejí radices anteriores – přední kořeny míšních nervů, které obsahují axony buněk předních sloupců míšních a vedou nervové vzruchy z míchy do svalů. Jedná se tedy o kořeny motorické. Radices posteriores – zadní kořeny, vedou nervové vzruchy z buněk spinálních ganglií do míchy, odkud tyto vzruchy dále pokračují vzestupně. Jedná se o kořeny senzitivní. Jeden míšní kořen obsahuje vždy skupinu fila radicularia a sbíhá se z odpovídajícího úseku míchy do jednoho meziobratlového otvoru. Před vstupem do meziobratlového otvoru je na zadním kořenu ganglion spinale – nervová uzlina obsahující perikarya pseudounipolárních neuronů, jejichž dendrity jsou senzitivní vlákna periferních nervů míšních a axony jsou vlákna zadního kořene. Při výstupu z meziobratlového otvoru se zadní a přední kořen míšního

nervu spojí a vytvoří nervus spinalis – míšní nerv, který je smíšený, tj. obsahující motorická i senzitivní vlákna, a to somatomotorická i visceromotorická, somatosenzitivní i viscerosenzitivní.

Úsek míchy, z něhož se sbíhají kořenová vlákna do jednoho páru míšních nervů se nazývá míšní segment. Těchto je celkem 31, z toho 8 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových a 1 až 3 segmenty kostrční (Čihák, 1997).

### **2.3 Mechanismus poranění páteře a míchy**

Poranění míchy patří svými trvalými následky k nejtěžším. V České republice neexistuje přesná statistika počtu akutních poranění míchy za rok, ale dle Beneše st. je zde ošetřováno asi 100 – 150 těchto poranění za rok (Beneš st; In Jedlička, Keller, 2005).

Nejpočetnější skupinu traumatických zranění tvoří dopravní úrazy (Malý, 1999). Dále jsou to pády a skoky z výše, pracovní úrazy a úrazy ve sportu.

Mechanismus poranění páteře se uplatňuje v každém úseku jinak, rozhodující je orientace kloubních výběžků. Ty leží v krčním úseku šikmo na sobě, proto je častá luxace při hyperflexi. V torakolumbálním přechodu jdou výběžky téměř vertikálně, proto je luxace vzácná a může být jednostranná (Malý, 1999).

### **2.4 Typy poranění míchy**

Podle míry postižení můžeme rozdělit poranění míchy na tři stupně (Beneš st.; In Jedlička, Keller, 2005):

1. otřes míchy,
2. trvalé přerušení funkce v části míšního průřezu,

3. trvalé přerušení funkce v celém průřezu ( syndrom transversální léze míšní).

Starší dělení na poranění otevřená či zavřená, nebo poranění míchy s nebo bez poranění páteře jsou dělení zastaralá a nevhodná (Beneš st.; In Jedlička, Keller, 2005). Až na vzácná bodná poranění je zranění míchy vždy spojeno s poraněním kostí páteře.

#### **2.4.1 Otřes míchy**

Dle Beneše st. se tato diagnóza se v praxi téměř nevyskytuje (Jedlička, Keller, 2005). Je analogií otřesu mozku. Výsledkem je návrat všech funkcí v plném rozsahu.

#### **2.4.2 Trvalé přerušení funkce v části míšního průřezu**

Při tomto typu poranění nedochází k úplnému přetěti míchy, a proto může mít diagnóza různé formy.

První z nich je Brown – Sequardův syndrom s homolaterálním defektem motoriky a heterolaterálním výpadkem bolestivého a termocitivního cití. K takto „čistému“ poranění dochází dle Beneše st. jen po bodnutí nožem mezi obratlové trny. Prognóza je vzhledem k oboustranným nezkříženým drahám poměrně příznivá (Beneš st, In Jedlička, Keller, 2005).

Druhým typem je syndrom přední míchy, při kterém dochází k přerušení funkce předních dvou třetin míšního průřezu. Zachován je jen polohocit a hluboké cití (Jedlička, Keller, 2005).

Dalším typem poranění je syndrom poranění vnitřní části krční míchy, které je charakterizováno větším výpadkem motoriky na horních končetinách než na dolních. Zadní provazce a dráhy pro střevní motilitu a močení jsou zachovány.

V neposlední řadě je třeba zmínit syndrom conus medullaris. Ten má za následek reflexní močový měchýř, střeva a dolní končetiny. Sakrální segmenty mohou vykazovat záchovné reflexy (Malý, 1999).

Posledním zmíněným bude syndrom cauda equina. Jedná se poranění lumbosakrálních nervových kořenů uvnitř spinálního kanálu, které způsobuje reflexní močový měchýř, střeva a dolní končetiny.

### **2.4.3 Trvalé přerušení funkce v celém míšním průřezu**

Kompletní transversální míšní léze je bohužel častější typ poranění než inkompletní léze. Poměr obou typů poranění se v různých statistikách různí. Beneš st. ve svých pozorováních uvádí poměr zhruba 60 : 40 ve prospěch úplných lézí (Beneš, 1987).

### **2.4.4 Hodnocení poranění míchy**

Pro neurologickou a funkční klasifikaci poranění míchy se v současnosti používá mezinárodní standard, který byl schválený v roce 1992 v Barceloně pod zkratkou ISCSCI – 92 (International Standards Committee Spinal Injury Association – 92), ale který se v běžné praxi uchytil spíše pod názvem ASIA (American Spinal Injury Association) (Malý, 1999).

Podstata klasifikace spočívá v získání údajů z minimálních neurologických a funkčních měření s možností interpretace pro neurologický a funkční stav pacienta po poranění míchy, klasifikaci a kvantifikaci následků poranění míchy a využití dat pro potřeby dalších klinických nebo vědeckých pracovníků (Malý, 1999).

Neurologické vyšetření má dvě složky – senzitivní a motorickou. Skládá ze z povinných a doplňujících částí, přičemž povinná část se zaznamenává do protokolu a používá se pro stanovení neurologické, senzitivní a motorické úrovně. Doplňující měření se nezaznamenávají do protokolu, ale mohou být přínosná pro komplexní zhodnocení stavu pacienta.

Senzitivní vyšetření spočívá v testování klíčových bodů v 28 dermatomech bilaterálně na citlivost na jehlu ( ostrý a tupý pocit) a na lehký dotyk vatou. V perirektální krajině se ještě doplňuje vyšetření na silný tlak. K volitelným senzitivním vyšetření patří vyšetření pohybcitu v kloubech ( Malý, 1999).

K povinným motorickým vyšetřením patří vyšetření klíčových svalů. Klíčové svaly byly vybrány na základě toho, že každý z příslušných míšních segmentů musel být zastoupený určitým svalem, každý sval musel být dostupný z vyšetření na zdech a musel mít funkční signifikaci. Testují se svaly odpovídající segmentům C5 – C8, Th1, L2 – L5 a S1. Mezi nepovinná vyšetření motorických funkcí patří vyšetření bránice, břišních svalů a análního sfinkteru (Malý, 1999).

Všechny takto získané výsledky se zpracují a získáme výsledné senzitivní a motorické skóre.

#### **2.4.4.1 Stupnice poškození míchy podle ASIA, výhody a nevýhody.**

Vzhledem k níže používaným termínům je zde nejprve třeba zmínit a vysvětlit pojmy neurologická, senzitivní a motorická úroveň.

Neurologická úroveň. Tento termín se vztahuje k nejdistančnějšímu segmentu míchy s normální senzitivní a motorickou funkcí na obou stranách těla.

Senzitivní úroveň odpovídá nejdistančnějšímu segmentu míchy s normální senzitivní úrovní na obou stranách těla.

Motorická úroveň je definována podobně jako senzitivní, jen je vztažena k motorické funkci.

Stupnice poškození míchy dle ASIA.

A – Kompletní: v sakrálních segmentech S4 – S5 není zachována žádná sensorická a motorická funkce.

B – Nekompletní: senzitivní funkce je zachována pod neurologickou úrovní včetně sakrálních segmentů S4 – S5, motorická funkce není přítomna.

C – Nekompletní: motorická funkce je zachována pod neurologickou úrovní a většina klíčových svalů pod neurologickou úrovní má svalovou sílu nižší než stupeň 3.

D - Nekompletní: motorická funkce je zachována pod neurologickou úrovní a většina klíčových svalů pod neurologickou úrovní má svalovou sílu vyšší nebo rovnu 3.

E - Normální: senzitivní a motorické funkce jsou v normě.

Oproti starším klasifikacím (především Frankelově) umožňuje ASIA skóre sledovat dynamiku změn, přesněji rozlišovat stupně C – D a umožňuje hodnotit motoriku a senzitivitu pod neurologickou úrovní. Ve Frankelově škále chybí vyšetření segmentu S4 – S5 (Malý, 1999).

Mezi nevýhody ASIA skóre patří poměrně široké spektrum paréz spadajících pod stupeň D, těžko zařaditelné hemisyndromy míšní, délka vyšetření a vyhodnocení. Skóre nemá příliš velkou vypovídací hodnotu neurologickou a je nutno jej doplňovat o cílená neurologická vyšetření, nebere příliš v potaz spasticitu ( Malý, 1999 ).



## 2.5. Patofyziologie poranění míchy

V okamžiku úrazu prudký pohyb zlomených či luxovaných kostí přetrhne někdy tvrdou plenu míšní, pod tím prolabuje otvory v měkké pleni kašovitě rozdrčená míšní tkáň (Beneš st., In Jedlička, Keller, 2005). Četná drobná krvácení z malých cév tvoří plošné hematomy, některé cévy trombozují. Ischémie, na které se podílí porucha cév, ale patrně i uvolněné kyslíkové radikály a lipidové peroxidázy, zvětšuje postupně rozsah primárního poškození. Sekundární změny jsou nazývány „autodestrukce“. Třetí fáze je vzestupná i sestupná degenerace a ta probíhá velmi dlouho.

Postupný vývoj reflektorických změn se rozděluje do těchto čtyř stádií:

1. spinální šok,
2. flekční spasticita,
3. současná flekční i extenční spasticita,
4. převažující extenční spasticita.

Spinální šok je jednotka při níž díky přerušení vegetativních drah dochází k poklesu tělesné teploty, povrchnímu dýchání, bledosti kůže, zástavě pocení pod místem léze, hypotenzi. Ve spinálním šoku dochází k dočasné areflexii způsobené náhlým přerušením inhibičních i stimulačních impulsů z mozku. Dle Beneše st. existuje přímá úměra mezi kvalitou poskytované péče a délkou míšního šoku. Prvním signálem konce míšního šoku po dvou až třech týdnech může být stah detrusoru močového měchýře (Beneš st., In Jedlička, Keller, 2005).

Výpadek inhibičních centrálních impulsů vede u jednoduchého šlachového reflexu s dvěma motoneurony k postupnému zvýšení - i  $\alpha$ - aktivity, a tím k vývoji spasticity paraplegika. První je spasticita flekční, jež se stupňuje až k trojflexi. Reflexní odpověď na taktilní podnět je náhlá, prudká, relaxace je naopak pomalá.

Extenční spasticita se objevuje později, její trvání i rozsah ovlivňují komplikace. Extenční spasmy jsou vyvolány především pasivní změnou polohy ochrnutých končetin. Nastupují pomalu, trvají dlouho, nikdy úplně nevymizí. Někteří paraplegici si umějí extenční spasmus dolních končetin vyvolat, což jim umožní na krátkou chvíli stoj (Beneš st., In Jedlička, Keller, 2005).

Následky pod míšním poraněním jsou:

Výrazné zvýšení reflexů, zvýšení svalového tonu a případná reflexní synergie. Svaly pod místem přerušení nápadně rychle atrofují.

Mezi další patofyziologické poruchy doprovázející míšní poranění, které jen zmíním, patří poruchy vegetativních reflexů, poruchy močení, sexuální poruchy, vznik proleženin a bolesti, případně fantomové bolesti.

Kapitolou, která by si zasloužila zpracování ve vlastní práci je problematika psychických změn u pacientů s tímto typem poranění. Jak již bylo uvedeno výše, tak ztráta motoriky a cití, nebezpečí proleženin, močových infekcí, bolesti a sexuální dysfunkce výrazně ovlivňují psychiku nemocných. V současnosti má každá spinální jednotka svého psychologa, případně spolupracuje s psychiatrem. Dle Beneše st. dříve aplikovaný způsob „svaté lži“ (Jedlička, Keller, 2005) se neosvědčil, protože pacienti věřili v nápravu stavu, který byl prakticky nereálný a ztráceli zájem o rehabilitaci. V současné době se pacienti a jejich příbuzní šetrně, ale pravdivě, informují o skutečném stavu a jsou naopak pozitivně motivováni pro aktivní spolupráci, která je v těchto případech klíčová. Velkou úlohu zde hraje i ergodiagnostika a další uplatnění takto postižených lidí ve společnosti.

## 2.6 Léčba poranění míchy

Léčba pacientů se zraněním míchy prošla v posledních letech výrazným zlepšením. Pro pacienty s tímto poraněním vznikly v ČR čtyři spinální jednotky (Praha, Brno, Ostrava, Liberec). Doba vleklých sporů zastánců konzervativního léčení (Guttmann) a řešení operačního (Beneš, st.) již minula (Beneš st., In Jedlička, Keller, 2005).

I v současné době, ale můžeme terapii rozdělit do dvou skupin. Na léčbu konzervativní (farmakologickou), kam spadá podávání kortikosteroidů, antikoagulancií, antiagragancií, prostředků stimulujičích imunitu, antacid, antibiotik, laxancií, atd. a léčbu operační.

V rámci operačních oborů je poranění páteře a míchy doménou spinálních chirurgů, kteří se rekrutují z řad ortopedů nebo neurochirurgů. Ti na základě klinického vyšetření a zobrazovacích metod určí typ poranění a zvolí optimální postup (Beneš st., In Jedlička, Keller, 2005).

Cílem moderních operačních metod při poranění míchy je co nejúplnější rekonstrukce páteřního kanálu, okamžitá a trvalá fixace páteře a prevence nestability, příp. pakloubu (Beneš st., In Jedlička, Keller, 2005).

Dalšími úkoly lékařské a ošetrovatelské péče o spinální pacienty je prevence dekubitů, gastrointestinálních problémů, psychologická podpora, atd.

Nezastupitelnou a možná hlavní roli v terapii spinálních pacientů má rehabilitace, které bude věnována samostatná kapitola.

## **2.7 Rehabilitace po poranění míchy**

Cílem rehabilitačního procesu u poškození pohybového systému je úprava narušených pohybových funkcí pomocí celé řady cílených metodik a technik. Jde také o zlepšení a zabezpečení určité kvality života. Vzhledem k závažnosti zranění, kterým poranění míchy bezesporu je, je rehabilitace dějem dlouhodobým.

Rehabilitační program pacientů s poraněním míchy se dá rozdělit do tří základních skupin:

1. Rehabilitační léčba v akutním stádiu,
2. stádium intenzivní rehabilitace,
3. stádium reintegrace (Malý, 1999).

### **2.7.1 Zdravotnický tým**

Rehabilitační program plní v nemocnici tým zdravotníků jejichž lídrem je vedoucí lékař spinální jednotky. Je optimální, aby měl k dispozici neurologa, neurochirurga, ortopeda, urologa, sexuologa, internistu, chirurga, plastického chirurga a anesteziologa, fyzioterapeuty, ergoterapeuty, logopeda, sociálního pracovníka, psychologa a ortopedického protetiky. Je důležité z této skupiny zdravotníků nevynechat členy rodiny a přátele postiženého, kteří jsou zdravotníkům spojenci především v udržování dobrého duševního stavu pacienta (Malý, 1999).

### **2.7.2 Rehabilitační program v akutním stádiu**

Tento program sestavuje lékař ve spolupráci s fyzioterapeutem. Musí splňovat požadavky na aktuální zdravotní stav pacienta a působit preventivně především proti

hrozícím komplikacím, kterými jsou v této fázi především bronchopneumonie, embolie, dekubity, demineralizace skeletu, uroinfekce, katabolismus a další možné komplikace (Malý, 1999). Znamená to tedy, že se zde uplatňuje především dechová rehabilitace, pasivní cvičení na lůžku a polohování.

### **2.7.3 Rehabilitační program ve stádiu intenzivní rehabilitace**

Rehabilitace v tomto stádiu by měla volně navazovat na předchozí a vycházet z aktuálních potřeb pacienta, výsledků vyšetření a měla by být realisticky opodstatněná.

Program by měl zahrnovat individuální pohybovou léčbu zahrnující pasivní i aktivní protahování, posilování, cvičení snižující spasticitu, nácvik vyprazdňování močového měchýře. Dále skupinové cvičení, ergoterapii, nácvik běžných denních činností, hydrokinezioterapii, fyzikální léčbu, vertikalizaci na vertikalizačním stole, později sed na lůžku, případně stoj, v neoptimálnějších případech nácvik chůze, používání rehabilitačních pomůcek, nácvik zdolávání architektonických bariér, nácvik transferu lůžko – vozík, jízdu na vozíku, případně lze již zahájit sportovní či rekreační činnost.

### **2.7.4 Program ve stádiu reintegrace**

V této fázi rehabilitace je záměrem fyzioterapeuta naučit pacienta vhodnou sestavu cvičení, kterou může vykonávat doma, upozorní pacienta, případně doporučí vhodné rehabilitační a kompenzační pomůcky.

Ergoterapeut se s pacientem věnuje ergodiagnostice, tj. vhodnému výběru činnosti pro jeho další působení a začlenění do společnosti, zároveň by měl pomoci vybrat pacientovi vhodný vozík.

### **2.7.5 Cíl rehabilitace**

Cílem rehabilitace u pacientů po poranění míchy je pokud možno plná reintegrace do jejich přirozeného způsobu života před úrazem. Jak již bylo uvedeno výše, využíváme k tomu nejrůznějších rehabilitačních technik a prostředků, a to s různým výsledkem, který se odvíjí od mnoha faktorů.

Asi největším úspěchem, kterého je možno dosáhnout, je navrátit pacientovi možnost chůze. V posledních letech se objevila řada nových poznatků o její patofyziologii a stejně tak s rozvojem techniky vzniklo mnoho nových zařízení, které nám v tom mohou pomoci. Tyto jsou nadějným východiskem pro nové přístupy a principy doplňující klasické kinezioterapeutické koncepty.

### **2.8 Chůze**

Chůze je nejběžnějším typem lokomoce. Slouží jak základním životním potřebám při sebeobsluze, tak i při práci v zaměstnání. Bezpečná chůze po nerovném zemském povrchu je možná jen při zajištění stabilizace vzpřímené polohy těla jak v klidu, tak i při pohybu. Centrální nervový systém je schopen zajistit svalovým aparátem tuto stabilizaci za předpokladu pevné opory v místě kontaktu s opornou bází na zemi tak, aby mohla působit reaktivní síla vznikající působením gravitace a propulzní svalové síly. K tomu je třeba přilnutí dolních končetin k oporné bázi jejím uchopením spojeným s třením v místě kontaktu. Udržení polohy i pohyb při lokomoci působí antigravitační svaly. Propulzní síla produkovaná svaly odrazové končetiny zvedá trup šikmo vzhůru a vpřed a švihová končetina brání pádu trupu podporovanému gravitací při posunu těžiště vpřed, vyvolaném odrazovou končetinou ( Véle, 2006 ).

### 2.8.1 Základy neurofyzologie chůze

Neurofyzilogickým podkladem řízení lidské lokomoce je poměrně autonomní činnost míšních generátorů rytmu, tzv. low level central pattern generators (Mayer, 2000).

Tato základní aktivita je modulována reflexními faktory a supraspinálními vlivy. U spinalizované kočky vyvolá stejný podnět aplikovaný na tlapku buďto flexní, nebo extenzní odpověď v závislosti na fázi krokového cyklu. Dotek přední části tlapy vykonávající pohyb vpřed vyvolá flexní odpověď ve všech kloubech příslušné končetiny a tento mechanismus zvyšuje pravděpodobnost překročení překážky, která by bránila dopřednému pohybu. V případě, že aplikujeme stejný podnět v okamžiku pokládání končetiny na zem, facilitují se extenzorové reflexy, které urychlí a posilní opření nohy o podložku (Mayer, 2000).

Neurofyzilogické studie ukazují, že se podobné mechanismy uplatňují i u člověka, z čehož vyplývá, že stejný podnět (exteroceptivní, propioceptivní, elektrický) může vyvolat rozdílnou až protichůdnou odpověď při aplikaci v různých fázích krokového cyklu.

Z hlediska rehabilitace chůze je důležité zmínit poznatky o míšní plasticitě. Ukazuje se, že mícha má výraznou schopnost plasticity, a tím i učení. Na druhé straně je zřejmé, že tato míšní plasticita je jen součástí mnohvrstevných a paralelních, „holograficky“ uspořádaných (Mayer, 2000) a zčásti rovněž rytmicky modulovaných synoptických procesů v různých strukturách a etážích centrální nervové soustavy. Proces pohybového učení nelze lokalizovat do jednoho nebo několika málo míst nervové soustavy, protože jej musíme chápat jako funkci centrální nervové soustavy jako celku v propojení se systémem svalovým a kostním.

### 2.8.2 Fáze chůze

Dle Véleho (Véle, 2006) probíhá chůze jako rytmický translatorní pohyb těla kyvadlového charakteru. Začíná v určité výchozí poloze, prochází obloukem přes nulové postavení do jedné krajní polohy a pokračuje do druhé krajní polohy, ne však jako kyvadlo, ale dále dopředu.

Pro každou dolní končetinu existují tři zřetelně oddělené pohybové fáze:

1. švihová fáze, ve které končetina postupuje vpřed bez kontaktu s opornou bází,
2. oporná fáze, kdy je končetina po celou dobu ve styku s opornou bází,
3. fáze dvojí opory, ve které jsou obě končetiny ve styku s opornou bází.

Švihová fáze je náročná na udržení vodorovné polohy pánve, která má tendenci na straně švihové dolní končetiny poklesnout, protože ztratila jeden ze dvou bodů opory odpoutáním švihové nohy od podložky a podepřena zůstává pouze opornou dolní končetinou. Tímto dochází k poklesu pánve na straně švihové dolní končetiny a ten je nutno vyrovnat aktivitou abduktorů oporné dolní končetiny a také aktivitou m. quadratus lumborum a m. iliopsoas na straně švihové dolní končetiny. Počínajícimu pádu zabrání následný dotyk paty švihové nohy s podložkou.

Oporná fáze chůze začíná nárazem paty švihové nohy na opornou plochu, která zabrzdí postupující pád. Kontakt nohy s podložkou se postupně rozšiřuje z paty na celou plantu a nožní klenbou se dynamicky uchopuje členitá plocha oporné báze tak, aby vznikl pevný a spolehlivý kontakt. To se projevuje střídáním supinace a pronace nohy, což je spojeno se změnami klenby nožní. Dolní končetina původně brzdící pád se od tohoto okamžiku stává končetinou opornou. Na to navazuje propulzní pohyb provázený odvinutím paty plantární flexí nohy, a z oporné končetiny se stává odrazová, která je zdrojem propulzní síly zvedající tělo mírně vzhůru a dopředu. Tato fáze končí odvinutím



palce zakončujícím propulzní část pohybu a oporná končetina se stává končetinou švihovou (Véle, 2006).

Fáze dvojí opory, při které se obě končetiny dotýkají oporné báze, tvoří přechod mezi fází švihovou a opornou. Odvíjení špičky na stojné noze se kryje s kontaktem paty na švihové noze a tato fáze odlišuje chůzi od běhu, při kterém fáze dvojité opory chybí (Véle, 2006).

Zdrojem síly pro chůzi jsou svaly, které plní současně několik funkcí:

1. vytvářejí startovací impulz pro trup,
2. dodávají propulzní impulz zvedající tělo šikmo vzhůru pro posun vpřed,
3. stabilizují vertikální polohu i pohyb těla a uchopují terén pro zajištění opory,
4. brání počínajícímu pádu způsobenému gravitací (Véle, 2006).

Rytmus a charakter pohybů těla při chůzi se může zdát strojově stejný, ale ve skutečnosti je natolik odlišný, že lze dle chůze identifikovat. Chůze je řízena z centrální nervové soustavy (CNS), a proto lze analýzou chůze získat informace právě o jejím stavu a pochodech jež jsou důležité pro návrh léčebného programu při poruchách motoriky (Véle, 2006).

### **2.8.3 Analýza chůze**

Hlavní pohyby dolních končetin probíhají sice ve směru flexe – extenze, ale pohyb se přenáší přes pánev na osový orgán, kde má spíše torsní charakter, protože se pánev při chůzi otáčí protisměrně vzhledem k ramennímu pletenci. Vedle toho dochází i k mírným stranovým i svislým deviacím osového orgánu. Bez nadsázky lze říci, že chůze ovlivňuje nejen funkci končetin, ale celého axiálního systému, který je střídavými pohyby při chůzi

rytmicky opakovaně mobilizován. Z tohoto vyplývá, že se chůze využívá i terapeuticky (Véle, 2006).

### **2.8.3.1 Analýza švihové fáze**

Dle Véleho (2006) se pánev otáčí směrem k podpůrné noze a ramenní pletenec rotuje v opačném směru, čímž vzniká v páteři torsní pohyb s hypomochliem ve výši osmého hrudního obratle.

V kyčelním kloubu dochází k flexi a mírné zevní rotaci, addukce na počátku přechází v abdukci na konci, zejména při delším kroku.

V koleni dochází v první polovině pohybu k flexi, ve druhé k extenzi.

V kotníku a na noze dochází k dorzální flexi a mírné everzi.

### **2.8.3.2 Analýza oporné fáze**

V průběhu této fáze dochází v osovém orgánu k torsnímu pohybu a lehkému přesunu trupu na stranu oporné nohy, protože průmět těžiště pro stabilizaci polohy prochází středem oporné nohy.

K extenzi v kyčli dochází od kontaktu paty až k odvinutí palce. Zevní rotace se snižuje a přechází do vnitřní rotace jako prevence addukce stehna a poklesu pánve na protilehlé straně.

V koleni dochází k mírné flexi od dotyku paty až po dotyk celé planty, a potom k extenzi až do odvíjení paty, kdy začíná opět mírná flexe. Touto flexí se oplošťuje zdvih těžiště a tím se chůze ekonomizuje.

V kotníku a na noze dochází k plantární flexi, jež je zdrojem propulze a následuje mírná dorziflexe. Připojuje se hyperextenze metatarzo – falangeálních kloubů. Ve fázi opory přilne noha k oporné ploše, kterou uchopuje, aby mohla zajistit spolehlivou oporu pro působení reaktivní síly. Dochází při tom střídavě k pronaci a supinaci nohy (Véle, 2006).

### **2.8.3.3 Analýza fáze dvojí opory**

Tato fáze je přechodem mezi švihovou a opornou fází. Těžiště těla je při ní na nejnižší úrovni a představuje nulovou polohu kyvadla, na kterou navazuje jak propulzní, tak švihová a brzdící fáze chůze (Véle, 2006).

### **2.8.3.4 Horní končetiny při chůzi**

Horní končetiny se pohybují švihově v opačném smyslu než příslušné dolní končetiny. Tento pohyb se považuje za pohyb pasivní a vyvažovací. Při hypertonu centrálního původu je tento pohyb tlumen, například u Parkinsonovy choroby. K útlumu však dochází i při lokálních poruchách v ramenním kloubu (Véle, 2006).

### **2.8.4 Vliv prostředí na chůzi**

Pro ekonomiku chůze je důležité, aby kadence kroků odpovídala kmitům kyvadla, jehož délka je dána délkou končetin, z čehož vyplývá, že zdraví jedinci vyššího věku mají delší kroky s pomalejší kadencí a naopak. Pro chůzi je důležitá jak řídicí funkce CNS, tak i logistická složka kardiovaskulární. Pomalá chůze není sice namáhavá pro kardiovaskulární aparát, zato ale zatěžuje více posturální systém, a proto se dostavuje

při delší pomalé chůzi dříve únava z poruchy koordinace než u chůze středně rychlé. Rychlá chůze neklade nároky na stabilizaci vzpřímené polohy, protože ta je udržována setrvačnou hmotou těla a tím odlehčuje řídicí funkci centrální nervové soustavy. Má však větší nároky na kardiovaskulární aparát. Rychlost terapeuticky používané chůze je nutno přizpůsobit léčebnému záměru podle toho, zda se hodlá procvičit více funkce stabilizující nebo logistická a do jaké míry je možno tyto dva aparáty zatížit (Véle, 2006).

### **2.8.5 Historie reedukace chůze**

K reedukaci chůze se využívalo a ještě stále využívá různých technických pomůcek, které využívají pohyblivého chodníku (treadmill). V minulosti byl tento chodník vybaven pouze zábradlím dávajícím pacientům oporu při tréninku. Následoval manuálně asistovaný trénink chůze, jenž byl výrazně účinnější, avšak náročný na počet obsluhujícího personálu – zpravidla bylo třeba dvou až tří fyzioterapeutů, přičemž se každý věnoval určité části pacientova těla. V současnosti se na trhu objevují elektronicky řízené chůzové ortézy fungující v rámci speciálního závěsného systému v kombinaci s pohyblivým chodníkem, kterého lze používat i samostatně. Jedním z těchto systémů je i systém Lokomat, který bude blíže představen v následujících kapitolách.

## **2.9 Lokomat**

Systém Lokomat (obr. 1, obr. 2) je nové moderní medicínsko – technické zařízení, které navazuje na manuálně asistovaný trénink chůze s použitím pohyblivého chodníku. K tréninku chůze s využitím Lokomatu jsou indikováni především pacienti po poranění míchy, periferních parézách dolních končetin, dále hemiparetici po cévní mozkové

příhodě, pacienti po traumatech a obecně pacienti s narušeným stereotypem chůze různé etiologie.

Celý systém je ovládaný pomocí dvou osobních počítačů a speciálního softwaru. Toto zařízení výrazně usnadňuje péči o pacienty s poruchami nebo s neschopností chůze.

Systém Lokomat byl navržen v úzké spolupráci lékařů, fyzioterapeutů, bioinženýrů a pacientů ve Spinal Cord Injury Centre, Balgrist University Hospital v Zurichu ve Švýcarsku. Projektu a výroby se ujala švýcarská společnost Hocoma (Spáčilová, 2006).

Mezi hlavní výhody tréninku chůze s využitím Lokomatu patří především přesná kontrola hlavních parametrů chůzového stereotypu. Cvičení může být prováděno pravidelně, aktivně nebo pasivně, s minimálním nebo maximálním odlehčením hmotnosti pacienta (body – weight support), symetricky nebo asymetricky a na základě optimálního nastavení všech komponent (Spáčilová, 2006).

### **2.9.1 Technické parametry Lokomatu**

Celé zařízení se skládá z několika částí. Patentovaný celek "Lokolift" je speciálním typem závěsu umožňující variabilní podporu tělesné hmotnosti a využívá se v kombinaci s vlastními chůzovými elektronicky řízenými ortézami a pohyblivým chodníkem (treadmill). Další možností je využití samostatného pohyblivého chodníku. Systém Lokolift může být použit také samostatně pro nácvik vertikalizace pacienta. (dle [www.hocoma.com](http://www.hocoma.com))

Vlastnímu cvičení pacienta předchází přesné naměření délky dolních končetin, volba a vyzkoušení jednotlivých komponent, nastavení a upevnění pacienta do systému a zanesení všech parametrů do speciálních formulářů. Kromě variabilního odlehčení tělesné hmotnosti lze upravovat i délku krokového cyklu, ovlivnit kvalitu švihové i stojné

fáze, korigovat a modifikovat provedení pohybu v kyčelním, kolenním kloubu i hlezenním kloubu.

Lokomat je individuálně upravitelná ortéza obsahující čtyři pohony pro kyčelní a kolenní klouby. Příklad lze nastavit pro délku horní části nohy od 350 do 470 mm. Pro hodnocení pacientova výkonu a zlepšení stavu je systém Lokomat vybaven čtyřmi integrovanými snímači síly.

Systém je dodáván s řídicím hardwarem a softwarem. Terapeutická rychlost se pohybuje od 1 do 3,2 km/h. Kroky jsou monitorovány pomocí optických snímačů, které rovněž brání případnému zranění v případě zakopnutí pacienta. Rychlost pohyblivého pásu je regulovatelná od 0 do 5 km/h. Opěry pro ruce jsou výškově a šířkově nastavitelné, stejně jsou nastavitelná také sedadla pro terapeuty Lokobasis. Lokomat obsahuje systém pro oporu hmotnosti těla při cvičení na pohyblivém pásu s vyvažovacím závažím. Hlavní síťový přívod - 230 V AC 50/60 Hz 10 A.

Technické parametry systému Lokomat:

- a) rozměry – délka 400, šířka 85 a výška 279 cm,
- b) prostorové požadavky – požadovaná výška místnosti je udávána min. 280 cm, požadovaný prostor musí mít minimálně délku 550 cm a šířku 350 cm, přičemž výraznou délku zařízení tvoří nájezdová rampa pro vozík (obr.4),
- c) požadavky na pacienta – hmotnost pacienta nesmí překročit váhu 135 kg, pro vyvážení jsou dodávána vyvažovací závaží v rozmezí od 5 do 80 kg, přidávána jsou po 5 kg (dle [www.hocoma.com](http://www.hocoma.com)).

### **2.9.2 Indikace a kontraindikace pro využití Lokomatu**

Mezi indikace v jejichž terapii nalezne Lokomat své místo, patří jak již bylo výše uvedeno poranění míchy a to především inkompletní léze míšň – paraparézy,

tetraparézy. Dále jsou to pacienti po cévních mozkových příhodách, periferních parézách dolních končetin a pacienti po traumatických stavech, při nichž byl nějakým způsobem poškozen chůzový automatismus.

Ke kontraindikacím užití Lokomatu patří především ortostatické problémy. Právě proto je jednou z podmínek, kterou musí pacient před zahájením terapie na Lokomatu splňovat třicetiminutový test na stavěcím stole s negativním výsledkem. K dalším kontraindikacím patří infekce, febrilie, kardiopulmonální nestabilita, kožní problémy (vyrážky, poruchy kožního krytu – nezhojené jizvy, dekubity), omezení pohybového rozsahu v kloubech limitující fyziologickou chůzi, výraznější asymetrie DKK (délka), tělesná hmotnost nad 135 kg, tělesná výška nad 200 cm, těžká osteoporóza, nezhojené fraktury, strach, nespolupráce pacienta (IQ, dyskomfort), bolest a poruchy povrchového i hlubokého cití.

### **2.9.3 Výhody a nevýhody využití Lokomatu**

Mezi hlavní výhody, které Lokomat přináší pacientům patří přesná kontrola hlavních parametrů chůzového stereotypu a jeho dynamiky, možnost nastavení jednotlivých komponent pohybu v závislosti na individuálních potřebách a únavě pacienta. Dále možnost pohybu ve vertikále, zajištění stability trupu, zlepšení funkční mobility a celkové kondice, pozitivní ovlivnění spasticity a v neposlední řadě také ovlivnění funkce vnitřních orgánů. Cvičení může být čistě pasivní, kdy si pacient snaží uvědomit vlastní stereotyp chůze a jeho kvalitu, ale i aktivní až odporované, případně asymetrické se zacílením na konkrétní problém (Spáčilová, 2006). Zde lze s výhodou využít zpětné vazby, kdy pacient na druhém monitoru sleduje úspěšnost cvičení a má možnost je měnit. Velkou výhodou je využití váhové podpory pacienta, tzv. BWS (Body Weight Support), umožňující odlehčit pacienta od 0 až do 80 kg.

K nevýhodám Lokomatu patří poměrně výrazný dyskomfort pacientů v oblasti třísel (obr.3), kde mají umístěn zkřížený popruh (Spáčilová, 2006). Mírného zlepšení lze dosáhnout vypodložením těchto popruhů speciální podložkou. K dalším nevýhodám patří vyšší riziko ortostatických kolapsů pacientů. Ti sice procházejí vstupním třiceti minutovým testem na stavěcím stole, ale i přesto je pro ně terapie na Lokomatu poměrně velkou zátěží, která může kolaps vyvolat. Posledním zde uvedeným problémem, který můžeme tomuto zařízení vytknout je absence rotačního pohybu v pánvi v průběhu terapie.



### 3 KAZUISTIKA PACIENTA

Jméno: ing. M.Z.

Pohlaví: žena

Věk: 35 let

Dg: Paraparéza dolních končetin s poruchou čítí od L1 s poruchou sfinkterů,  
stav po odstranění gigantického v.s. ependymomu Th10 – S3,  
stav po laminektomii Th11 – S3, odstranění expanze s uvolněním conu, epiconu a  
kořenů, reziduální nálety na jednotlivých vláknech.

RA: otec, matka, mladší sestra – všichni zdraví

OA: běžné dětské nemoci, nikdy vážněji nestonala

AA: mořské plody, náplasti

SPA: vdaná, manžel, dvě děti – syn 2 roky, dcera 6 měsíců; nyní na mateřské dovolené;  
žijí v patrovém rodinném domku se schody.

NO: dlouholeté vertebrogenní obtíže s LS páteří, po prvním porodu (v epidurální  
anestezii) akcentace lumbalgii – po cvičení odezněly během dvou měsíců. Během 2.  
těhotenství změny citlivosti perianogenitálně. Po porodu opět akcentace bolestí,  
hypestézie perianogenitální, poruchy citlivosti dolních končetin od kolen distálně.  
Sfinktery intaktní.

Provedeno MRI (magnetická resonance) – rozsáhlá expanze Th11 – S3, suspektní  
ependymom.

9.2.2007 – provedena laminektomie Th11 – S3, odstranění expanze s uvolněním  
conu, epiconu a kořenů. Reziduální nálety na jednotlivých vláknech – doporučena  
aktinoterapie.

Pooperačně – paraparéza dolních končetin horší vpravo, perianogenitální  
hypestézie, porucha sfinkterů, nepozná nucení na stolicí.

## STATUS PRAESENS

Kineziologický rozbor:

Hlava – ve středním postavení, bez omezení hybnosti, mírné zvýšení napětí horního trapézu.

Trup – pánev symetrická, kvalitní aktivace břišního svalstva; na zádech dlouhá jizva, klidná. Dýchání bez zjevné patologie. Povrchové čítí v oblasti pánve mírně sníženo. Trendelenburgova zkouška negativní – udrží pánev oboustranně bez problémů, ale s oporou o HKK; zvládne „most“, tj oporu o ramena a plošky nohou s elevací pánve – kvalitní funkce vzpřimovačů trupu, m.quadriceps femoris, břišního svalstva a hamstrings.

HKK – bez poruchy hybnosti, kloubní pohyblivost a svalová síla bez omezení.

DKK - bez výraznější spasticity, iritační jevy negativní, pasivní hybnost bez omezení.

Porucha povrchového a hlubokého čítí,

PDK – hypestezie na akru. Svalová síla kořenově 3+, hamstrings 1, akrum plegické.

LDK – hypestezie od kolen distálně, svalová síla 3+ na celé dolní končetině, hamstrings 2.,akrum 1

Krátkodobý rehabilitační plán:

2 x denně iLTV (2 x 60 min)

Motomed (30 min)

Vertikalizace na stavěcím stole

Bazén

Lokomat (60 min) – v rámci jedné z hodin iLTV

Vlastní terapie na Lokomatu:

Zaměřena na snížení spasticity, stabilitu trupu, nácvik dynamického stereotypu a správný timing a symetrii chůze. Zároveň je trénink směřován k posílení dolních končetin.

Na začátku v ortotickém systému až 70% podpora BWS, tj. využití 30 % vlastní váhy. Nácvik dynamiky, důraz na odrazovou fázi, flexi v kyčli a správnou funkci nohy. Později zatěžování až do 90% vlastní váhy – cvičení zaměřené především na rozvoj síly DKK. Na konci tréninku chůze jen v závěsu bez vodících ortéz. Rychlost chodníku se odvíjí od aktuálních potřeb pacientky.

Dlouhodobý rehabilitační plán:

Celkové zlepšení neurologického nálezu a dosažení co nejkvalitnější možnosti pohybu – v našem případě chůze a tím plné soběstačnosti.

Závěr:

Pacientka v průběhu své měsíční hospitalizace na spinální jednotce udělala velký pokrok v nácviku chůze. Z počáteční plné závislosti na chůzových ortézách je nyní schopna po několik minut kvalitní chůze jen v závěsu. Chodí o francouzských holích. Problémem stále zůstává porucha hlubokého cití na levé dolní končetině, které způsobuje nepřesnou orientaci končetiny v prostoru a hypestezie na levém akru dolní končetiny způsobuje nepřesnost v odrazu a odvíjení chodidla.

Spolupráce s pacientkou je vynikající, má velký zájem na zlepšení svého stavu.

## **4 CÍLE A HYPOTÉZY**

### **4.1 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je seznámit zájemce o problematiku reedukace chůze s využitím robotických zařízení. V tomto konkrétním případě se systémem Lokomat.

Vzhledem k faktu, že se v České republice nachází pouze jedno takové zařízení a to právě na půdě 2.lékařské fakulty UK, respektive Spinální jednotky Kliniky rehabilitace, je tato práce asi první, která je zaměřena právě na Lokomat, a to s přihlédnutím ke skutečnosti, že k dispozici je poměrně krátkou dobu – necelý jeden rok.

Do této doby nebyly publikovány žádné konkrétní práce o tomto systému v českém jazyce, takže poznatky v této práci jsou čerpány ze zahraničních článků publikovaných v časopisech s rehabilitační a bioinženýrskou tematikou, případně z webových stránek výrobce Lokomatu.

### **4.2 Hypotézy**

Z dostupné literatury je možné se blíže zaměřit na několik skutečností, z nichž se v této práci zaměřím na tři z nich. Uvádí se, že Lokomat jako rehabilitační systém u pacientů po poranění míchy:

1. snižuje spasticitu,
2. zlepšuje chůzový stereotyp,
3. má pozitivní vliv na celkové zlepšení postury.

V následující diskusi se pokusím shrnout dostupné informace ze zahraničních článků, které se danou problematikou zabývají.

## 5 DISKUSE

Bylo provedeno několik studií, které potvrdily pozitivní efekt tréninku na Lokomatu a zařízeních, která fungují na podobném principu, jako například Gait Trainer (Reha-Stim, Německo) (Riener et al., 2005).

V této práci byl kladen důraz na výše uvedené tři složky, a sice, ovlivnění spasticity, vliv na chůzový stereotyp a posturu těla pacienta.

Spasticita patří mezi největší problémy u nemocných po poraněních míchy. Můžeme na ni pohlížet z perspektivy pohybového aparátu jako celku nebo se můžeme izolovaně zabývat aktivací konkrétního svalu či skupiny motorických jednotek (Mayer, 2002).

U spasticity v širším slova smyslu je rozvrácen plynulý nábor a frekvenční modulování aktivity motorických jednotek a tím časování aktivace relaxace svalů během výkonu. Typické je tedy narušení provádění izolovaných pohybů, plynulost a efektivita pohybového výkonu. Při pohledu na činnost jednotlivého spastického svalu narážíme na rozpojení korelace mezi stupněm aktivace svalu a vývojem jeho napětí. Již malá aktivace svalu vede k enormnímu vzestupu napětí, a tím k posunu maximálního výkonu mimo oblast biomechanického optima, navíc nevýhodně časoprostorově rozloženého (Mayer, 2002).

Dle Mirbagheriho a ostatních (2005), kteří se zabývali problematikou spastických pacientů cvičících na Lokomatu je důležitým faktorem, který pomáhá zlepšovat obraz spasticity, možnost odlehčení pacienta (BWS). Na rozdíl od dříve užívaných technik BWSTT ( Body weight support treadmill training) je výhodou chůzových ortéz Lokomatu kvalitní a plynulé vedení pacienta i s kranio – kaudálním posunem těžiště. Dříve, v době, kdy nebyl k dispozici systém s možností řízené robotické chůze, bylo třeba tří fyzioterapeutů, kteří řídili pacientův pohyb v závěsu. Byla to pro ně velmi těžká práce

v neergonomických podmínkách, která navíc neumožňovala plně plynulý pohyb v dostatečné frekvenci (Riener et al., 2005).

Dle Mayera (2002) dochází při chůzi na pásu u hemiparetiků k symetrizaci chůze, snížení spasticity plantiflexorů a jejich předčasné a excesivní aktivaci. Dochází rovněž k redukci patologických kokontraktí a zlepšuje se časování dorziflektorů nohy. Dle osobních pozorování dochází při cvičení a hned po něm, ke zvýšení spasticity daném únavou pacienta, ale již po zhruba dvouhodinovém odpočinku dochází k uvolnění spastických svalů a celkovému zlepšení obrazu spasticity.

Dalším sledovaným prvkem bylo ovlivnění chůzového stereotypu. Pacient je zavěšen na kladce ve speciálním postroji, který mu fixuje trup a dává podporu uchycením i v tříselech. Poloha těla je vertikální. Pánev a dolní končetiny jsou fixovány do Lokomatu, respektive do vlastního ortetického systému. Rychlost chůze se nastavuje tak, aby se dosáhlo optimální rytmicity chůze, která může být podpořena verbální stimulací a korekcí. Pro efektivní chůzi je nejdůležitější správné načasování stojné a švihové fáze a zvláště fáze dvojí opory, kterou obstarávají řízené ortézy ve spolupráci se speciálním softwarem, který umožňuje jejich přesné řízení a nastavování dalších parametrů tréninku. Během stojné fáze je důležitý plynulý průběh extenze v kolenním a kyčelním kloubu, v kloubu kolenním je třeba zabránit hyperextenzi. Výrazněji zkrácené flexory kyčelního a kolenního kloubu s nácvikem interferují. V ideálním případě by se nohy měly míjet pod vertikální projekcí těžiště (Mayer, 2000).

Colombo udává, že u pacientů po neúplné lézi míšni dochází vhodnou propioceptivní stimulací k aktivaci centrálních chůzových generátorů, které tím dostávají stejný vstup jako při běžné chůzi (Colombo et al., 2001). Dalšími pozitivy, ke kterým pravidelným tréninkem na Lokomatu dochází je prodloužení vzdálenosti, kterou je schopen pacient ujít a také rychlost, kterou je schopen vyvinout aniž by docházelo k zakopávání či jiným

patologickým prvkům chůze. Hornby zároveň uvádí, že velmi záleží na době po úrazu, ve které dochází k intenzivnímu tréninku a rehabilitaci (Hornby et al., 2005). Zjistil, že největšího efektu lze dosáhnout do dvou měsíců po úrazu. Tento efekt postupně klesá, ale je významný ještě asi po šesti měsících. Po dvou letech po úrazu přináší terapie na Lokomatu jen minimální výsledky.

Dalším faktorem, který byl pozorován je zlepšení posturálních schopností (Hornby et al., 2005). Lokomat jako systém umožňující trénink v odlehčení (BWS) ovlivňuje a normalizuje i axiální posturální systém. Zřejmě má na tom podíl již jen uvedení do vertikální polohy pacienta a navození velmi podobných parametrů k jakým dochází při chůzi, tj. ventro – dorsální a kranio – kaudální přesun těžiště, který pacienta instabilizuje a nutí jej zapojovat stabilizátory a vzpřimovače páteře a břišní svaly, které jsou třeba k vytvoření stabilního stoje. Při tréninku je zpravidla nutné, alespoň zpočátku, aby se pacienti přidržovali madel podél pohyblivého chodníku, která tak vytvářejí další místa opory a mají pro pacienta stabilizační přínos. Později je možný již trénink bez držení, který je z pohledu nácviku správného držení těla, ale i nácviku chůze výhodnější, stejně tak jako trénink bez řízených ortéz, jen s využitím závěsu v Lokoliftu. K tomu je třeba zmínit i podstatný fakt, že vlastní ortetický aparát Lokomatu fixuje pánev a neumožňuje tak pohyb pánve do rotace. Tím je do jisté míry ovlivněno i držení trupu a trénink chůze, při kterém rotační komponenta pánve chybí nebo je velmi omezena.

## 6 ZÁVĚRY A SHRNUÍ

Lokomat je nové moderní robotické zařízení, které dává pacientům, u kterých byla z různých důvodů ovlivněna možnost chůze, a to jak částečně tak i úplně, možnost znovu se pokusit tento mechanismus obnovit. Využívá se u pacientů po poraněních míchy, traumatech hlavy, cévních mozkových příhodách a nebo po těžkých traumatech dolních končetin, při kterých došlo k poškození nervového zásobení a následné paréze určitých svalů.

Dle zahraničních studií i vlastních pozorování lze říci, že Lokomat má pozitivní vliv na změnu spasticity. Pravidelným tréninkem lze docílit výrazného zlepšení chůzového stereotypu, který se dříve trénoval také na systémech s pohyblivým chodníkem, ale bez využití robotických, počítačem řízených ortéz, ke kterému bylo třeba tří fyzioterapeutů.

Nevýhodou Lokomatu, kterou se zřejmě s využitím biomechanických a technických prostředků podaří do budoucna odstranit, je absence rotačních pohybů pánve při nácviku chůze, daná fixací v ortéze.

Posledním, v této práci sledovaným parametrem byl vliv na posturu. I zde je možné se vyjádřit kladně. Vertikální poloha jak již bylo uvedeno výše má celkově pozitivní vliv na pacienta. Nejen nácvik chůze, ale i individuální cvičení v této nejvyšší poloze nutí pacienta k zapojování mechanismů, které zlepší a urychlí návrat jeho lokomočních funkcí.

Je zajisté velkým přínosem, že zařízení jako Lokomat se dostalo i do České republiky. Pomáhá v rehabilitaci a rychlejším návratu pacientů po poranění míchy zpět do společnosti.



## 7 SUMMARY

Lokomat is a new modern robotic equipment that helps the patients to try to regenerate the mechanism of gait. It is used after spinal cord injury, head injuries, strokes or else serious injuries of lower limbs when there is a damage of nervous supply and sequential paresis of some muscles.

According to foreign studies even self survey it is possible to say that Lokomat has a positive influence to spasticity, regular practice can reach for outstanding improvement of gait stereotype, which was earlier trained also at treadmill.

Disadvantage of Lokomat is absence of rotational movement of pelvic during gait therapy given by immobilisation in own orthosis.

Last parametr in this thesis was an influence to posture. It is also very affirmative. Vertikal position, as above mentioned, has generally positive influence to patients. Not only gait therapy but also and individual position force the patient to join the mechanisms, which will improve and accelerate the recovery of locomotion's functions.

There is a real contribution, that Lokomat is in the Czech Republic. It helps in rehabilitation and earlier comeback of the patients not only after the spinal cord injury.

## 8 REFERENČNÍ SEZNAM

- Barbeau, H. Locomotor Training in Neurorehabilitation: Emerging Rehabilitation Concepts. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2003, 17 (1), p.3 – 11.
- Beneš, V. st. *Poranění míchy*, 3.vyd. Praha: Avicenum, 1987. 190 s. ISBN 08-079-87.
- Beneš, Vladimír, st. Poranění míchy. In Jedlička, Keller. *Speciální neurologie* (s. 133-139). 1. vyd. Praha : Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.
- Colombo, G. & Wirz, M., & Dietz, V. Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegic patients. *Spinal Cord*. 2001, 39, p.252-255.
- Colombo, G. & Joerg, M. & Schreier, R. & Dietz, V. Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis, *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2000, 37 (6).
- Čihák, R. *Anatomie 1*. 1. vyd. Praha : Avicenum, 1987. 456 s. ISBN 08-102-87.
- Čihák, R. *Anatomie 3*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. 655 s. ISBN 80-7169-140-2
- Dietz, V. Spinal cord pattern generators for locomotion. *Clinical Neurophysiology*. 2003, 114, p. 1379-1389.
- Dietz, V. & Harkema, S.J. Locomotor activity in spinal cord injured persons. *J Appl Physiol*. 2004, 96, p.1954-1960.
- Ferris, D.P., & Sawicki, G.S., & Domingo A. Powered lower limb orthoses for gait rehabilitation. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2005, 11(2), p. 34-39.
- Field-Fote, C.E. Spinal Cord Control of Movement: Implications for Locomotor Rehabilitation Following Spinal Cord Injury. *Physical Therapy*. 2000, 80(5), p. 477 – 484.
- Galvez, J.A., & Reikensmeyer, D.J. Robotics for Gait Training After Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2005, 11(2), p. 18 – 33.

- Hornby, G.T., & Zemon, D.H., & Campbell, D. Robotic-Assisted, Body-Weight-Supported Treadmill Training in Individuals Following Motor Incomplete Spinal Cord Injury. *Physical Therapy*, 2005, 85 (1), p.52 – 66.
- Jezernik, S., & Colombo, G., & Keller, T., & Frueh, H., & Morari, M. Robotic Orthosis Lokomat: A rehabilitation and Research Tool. *Neuromodulation*. 2003, 6 (2), p.108 -115.
- Jezernik, S., & Scharer, R., & Colombo, G., & Morari, M. Adaptive robotic rehabilitation of locomotion: a clinical study in spinally injured individuals. *Spinal cord*. 2003, 41, p. 657 -666.
- Mayer, M. Některé metody a prostředky technické podpory rehabilitace chůze. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2000, roč. 7, 2, s. 66-73.
- Mayer, M. Paradoxy v neurokineziologii spastické chůze. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002, roč. 9, 2, s. 61-66.
- Mirbagheri, M.M., & Tsao, C., & Pelosin, E., & Rymer, W.Z. Therapeutic Effects of Robotic- Assisted Locomotor Training on Neuromuscular Neuromuscular Properties. *Proceedings of the IEEE 9th International Conference on Rehabilitation Robotics. (ICORR)*. 2005, Chicago USA, p. 561-564.
- Reinkensmeyer, D.J., & Emken, J.L., & Cramer, S.C. Robotics, Motor Learning, and Neurologic Recovery. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2004, 6, p.497 – 525.
- Riener, R., & Lunenburger, L., & Jezernik, S., Anderschitz, M., Colombo, G., Dietz, V. Patient – Cooperative Strategies for Robot – Aided Treadmill Training: First Experimental Results. *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering*. 2005, 13 (3) p. 380 – 394.
- Schidl, M.R., & Forstner, C., & Kern, H., & Hesse, S. Treadmill Training With Partial Body Weight Support in Nonambulatory Patients With Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000, 81, p. 301 – 306.
- Sipski, M.L., & Richards, J.S. Spinal Cord Injury rehabilitation: State of the science. *Am J Phys Med Rehabil*. 2006, 85, p.310 – 342.
- Spáčilová, L. Lokomat – první zkušenosti s jeho využitím pro reedukaci chůze na spinální jednotce FN Motol, *Výukový materiál*, 2006.

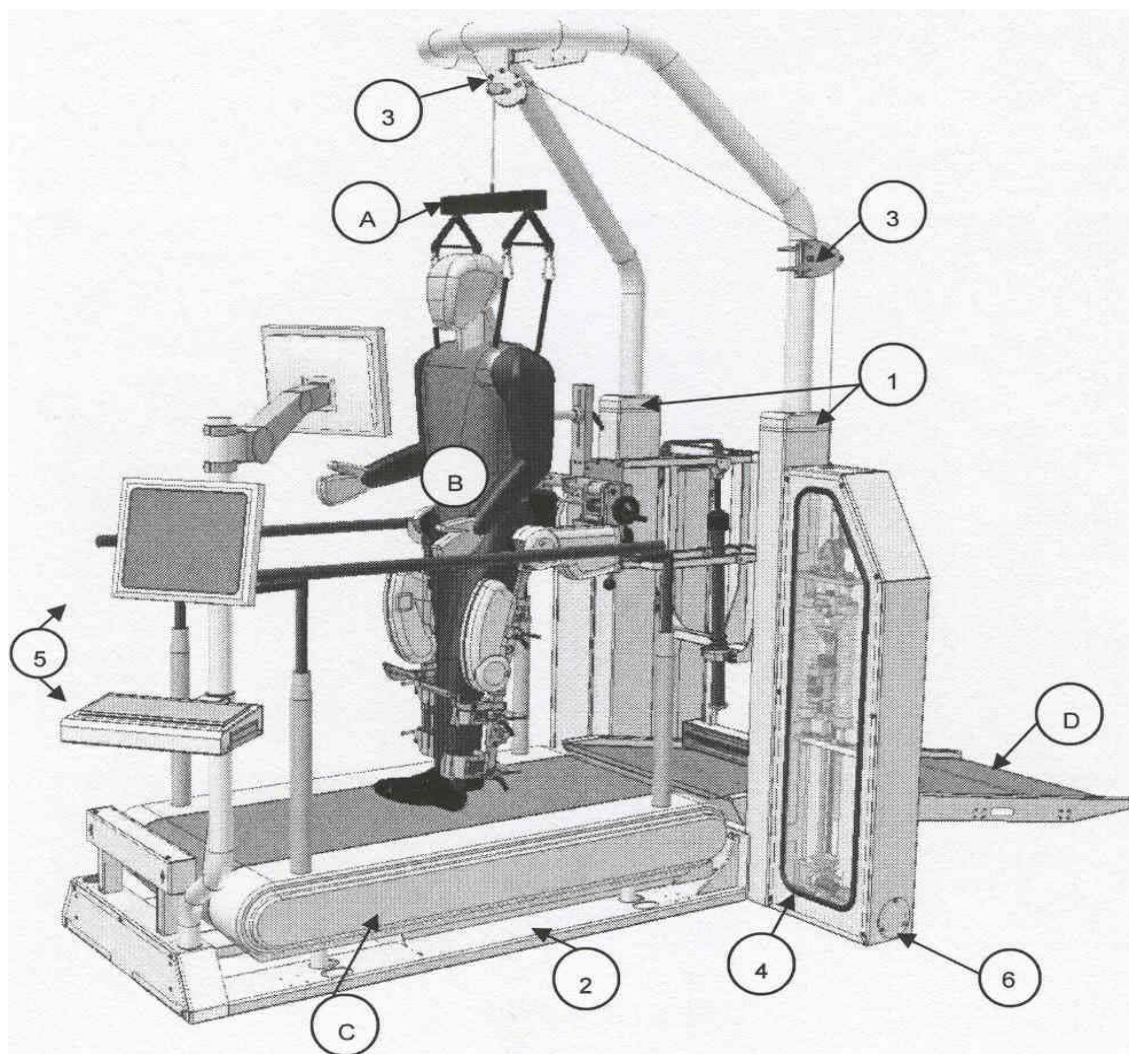
- Věle, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. 272 s.  
ISBN 80-7169-256-5.
- Věle, F. *Kineziologie : Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. přeprac. vyd. Praha : Triton, 2006. 376 s.  
ISBN 80-3754-837-9.
- Whittall, J., & McCombe Waller, S., & Silver, K.H.C., & Macko, R.F. Repetitive Bilateral Arm Training with Rhythmic Auditory Cueing Improves Motor Function in Chronic Hemiparetic Stroke. *Stroke*. 2000, 31, p.2390 – 2395.
- Wirz, M., & Zemon, D.H., & Rupp, R., & Scheel, A., & Colombo, G., & Dietz, V., & Hornby, G.T. Effectiveness of Automated Locomotor Training in Patients With Chronic Incomplete Spinal Cord Injury: A Multicenter Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005, 86, p.672 – 680.

URL:

- *Hocoma* [online]. 2003 [cit. 2007-02-20]. Dostupný z WWW: <[www.hocoma.com](http://www.hocoma.com)>.

## 9 PŘÍLOHY

### Příloha 1



**Obr.1 Schéma Lokomatu**

- A** – Pomocný rám
- B** – Pomocný pás
- C** – Pohyblivý chodník (treadmill)
- D** – Nájezdová rampa

- 1** – základní sloupky
- 2** – základní deska
- 3** – ohybová kladka
- 4** – podpůrný systém Lokoliftu
- 5** – operační a řídicí jednotka
- 6** - záchranný uvolňovač

**Příloha 2**

Nastavení  
hlavové opěrky -  
hloubka

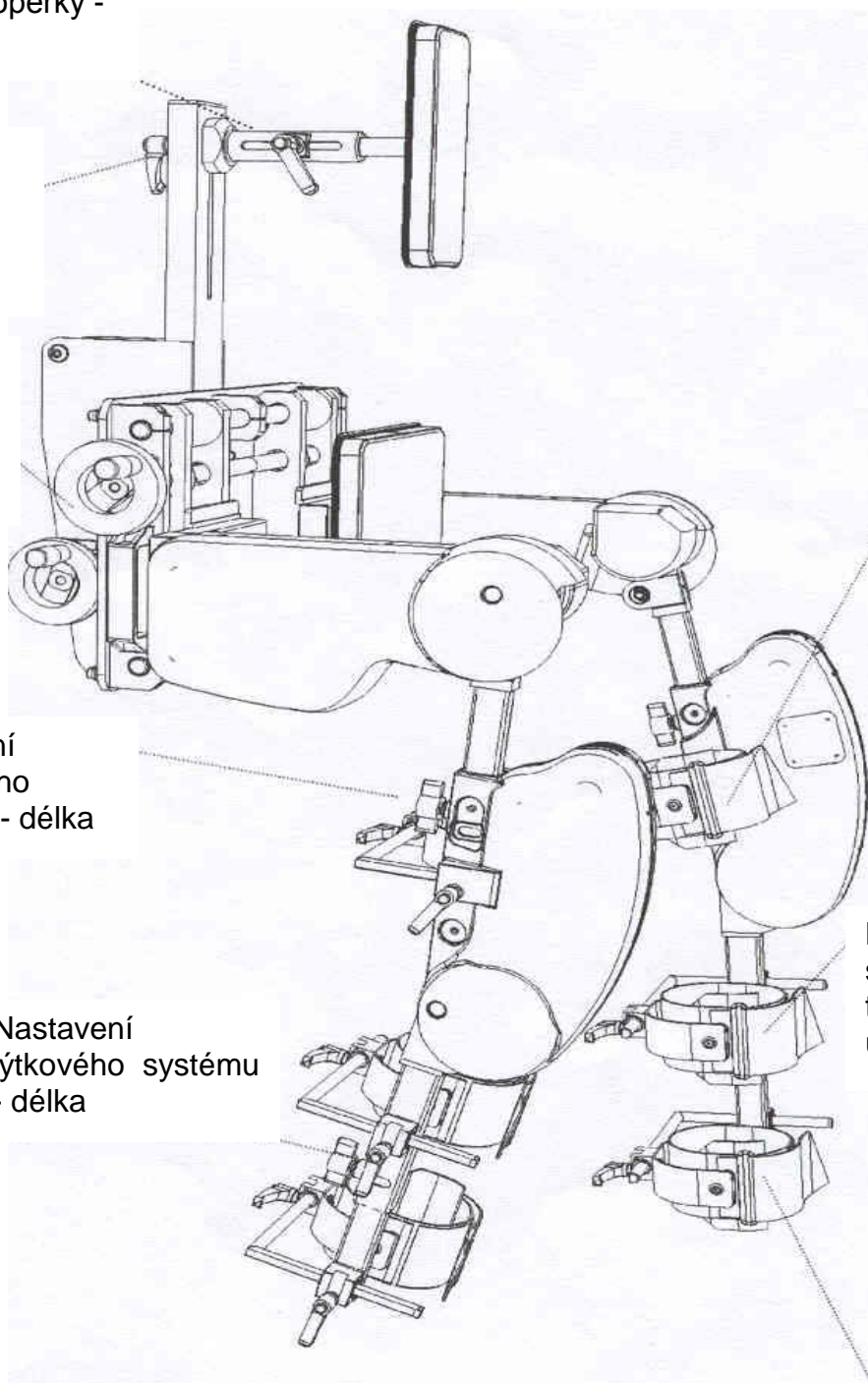
Nastavení  
hlavové  
opěrky -  
výška

Nastavení  
pánevního  
systému -  
hloubka

Nastavení  
stehenního  
systému -  
délka

Nastavení  
lýtkového systému  
- délka

Nastavení pásů na  
suchý zip ve všech  
třech systémech  
uchycení



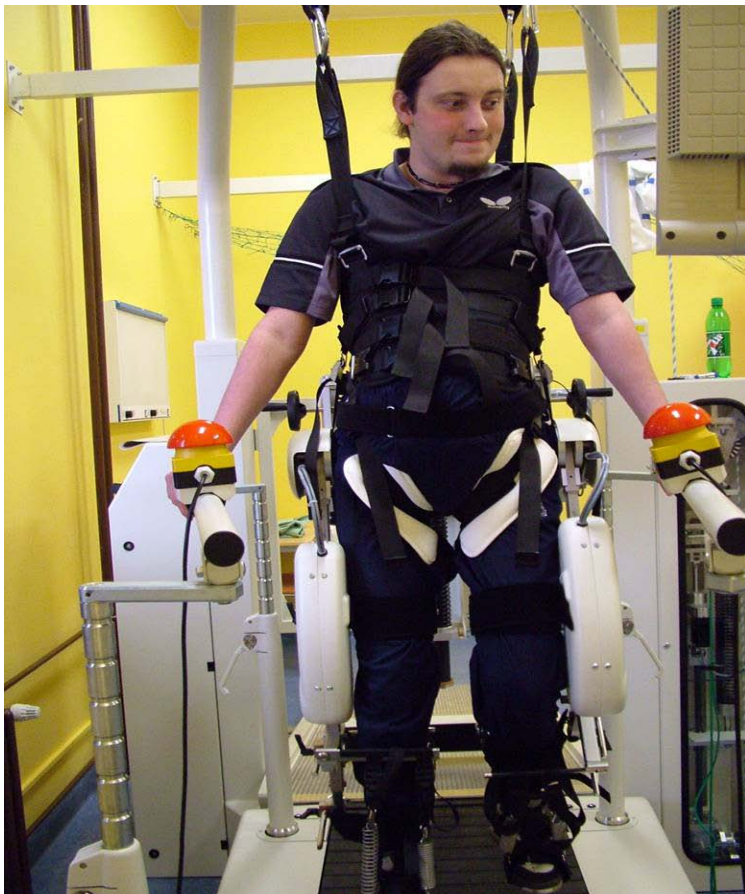
**Obr.2 Detail vlastního systému ortéz Lokomat**

**Příloha 3**





**Obr.3 Pacient při terapii**



**Obr. 4 Detail uchycení pacienta**