

Univerzita Karlova v Praze

2. lékařská fakulta

VLIV PASIVNÍHO POHYBU DOLNÍCH KONČETIN NA KREVNÍ TLAK A
TEPOVOU FREKVENCI U SPINÁLNÍCH PACIENTŮ

Diplomová práce

Autor: Bc. Jiří Ptáček

Vedoucí práce: doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D.

Praha 2018

Bibliografická identifikace: PTÁČEK, Jiří. Vliv pasivního pohybu dolních končetin na krevní tlak a tepovou frekvenci u spinálních pacientů. Praha 2018, 70 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova. 2. Lékařská fakulta. Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D.

Jméno a příjmení autora: Bc. Jiří Ptáček

Název diplomové práce: Vliv pasivního pohybu dolních končetin na krevní tlak a tepovou frekvenci u spinálních pacientů

Pracoviště: Klinika rehabilitace

Vedoucí diplomové práce: doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2018

Abstrakt: Pacienti s míšní lézí (SCI) jsou kvůli trvalému neurologickému deficitu ohroženi komplikacemi z imobility jako jsou ICHS, obezita a metabolický syndrom, což zvyšuje jejich morbiditu a mortalitu. Protektivní vliv na kardiovaskulární aparát pacientů s SCI by podle recentních studií mohl mít cyklický pasivní pohyb (PC). Cílem této práce bylo ověřit, zda PC vyvolá změnu tepové frekvence (TF) a krevního tlaku (TK) u pacientů s SCI a zda tato reakce závisí na výšce léze, a tedy na intaktní sympatické inervaci (hranicí byla zvolena výška léze nad a pod Th6). Studie se zúčastnilo 17 pacientů SJ FN Motol, 10 s míšní lézí nad Th6, 7 s míšní lézí pod úrovní Th6. U pacientů byly sledovány hodnoty TF a TK před, při a po 15minutovém PC na MOTOmedu. Při hodnocení výsledků byly srovnány klidové hodnoty TF a TK s hodnotami TF a TK v průběhu pasivního pohybu, a následně hodnoty skupiny s úrovní léze pod Th6 (skupina A) a nad úrovní Th6 (skupina B).

Výsledky: Statistická analýza ukázala rozdíl v hodnotách systolického tlaku mezi skupinou A a B v klidu i v průběhu pasivního pohybu. Rozdíly v hodnotách diastolického tlaku nebyly statisticky významné. V rámci skupin (A; B) nedošlo během celého měření ke statisticky signifikantní změně TK ani TF.

Klíčová slova: spinální pacient, krevní tlak, cyklický pasivní pohyb, tepová frekvence

Bibliographic identification: PTÁČEK, Jiří. Influence Of Cycling Movement Of Lower Extremities On Changes In Blood Pressure And Pulse Repetition Frequency. Prague: Charles University. 2nd Faculty of Medicine. Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2017. 70 p. Supervisor doc. MUDr. Jiří Kříž, PhD.

Author's first name and surname: Bc. Jiří Ptáček

Title of the diploma thesis: Influence of cycling movement of lower extremities on changes in blood pressure and pulse repetition frequency

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract: Due to permanent neurological impairment, patients with spinal cord injury (SCI) are put at risk of complications caused by immobility such as ischemic heart diseases, obesity and metabolic syndrome, which again increases their morbidity and mortality. Based on recent studies, passive cycling (PC) could have protective influence on SCI patients' cardiovascular system. The objective of this thesis is to verify whether PC will effect a change in heart rate and blood pressure in SCI patients and whether or not this reaction depends on the position of spinal cord injury, and hence on intact sympathetic innervation (the line was drawn at Th6 – below and above) 17 patients of Special Unit at Motol University Hospital participated in the study, 10 with the spinal cord injury above Th6 and 7 with the injury below Th6. Heart rate and blood pressure was monitored before, during and after 15-minute passive cycling at MOTOmed. When assessing the results, the heart rate and blood pressure values measured at rest and during passive cycling as well as the values in the group with SCI injury below (group A) and above (group B) of Th6 were compared.

Results: The statistical analysis has shown a difference in the value of systolic pressure in group A and B measured both at rest and during passive cycling. The difference in diastolic blood pressure have shown no statistical significance. None of the groups (A, B) reported statistically significant changes in heart rate and blood pressure during the entire measurement.

Keywords: spinal cord injury, pasive cycling, blood pressure, heart rate

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením doc. MUDr. Jiřího Kříže, PhD., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Praze dne

.....

Poděkování autora

Děkuji personálu Spinální jednotky FN Motol za prostor a čas, který mi byl věnován pro měření praktické části diplomové práce a pacientům z FN Motol a Rehafitu, kteří byli ochotni účastnit se měření. Dále pak děkuji doc. MUDr. Jiřímu Křížovi, PhD. za nekonečnou trpělivost s mou osobou a nevídanou ochotu. Poslední dík patří přátelům a rodině, kteří mě po dobu mého studia podporovali.

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	SEZNAM ZKRATEK	11
3	MÍŠNÍ LÉZE	13
3.1	Příčiny vzniku.....	13
3.2	Incidence.....	14
3.3	Klinický obraz míšní léze	16
2.3.1	Tetraplegie	17
3.3.2	Paraplegie.....	18
3.3.3	Míšní šok.....	18
3.3.4	Klinická stádia míšní léze	19
3.3.5	Průběh léčby.....	20
3.4	Vyšetření a klasifikace pacientů s poškozením míchy	21
3.4.1	Mezinárodní standardy pro klasifikaci míšního poranění.....	21
3.4.2	Spinal Cord Independence Measure	22
3.4.3	Chůzové testy.....	22
3.5	Rehabilitační postupy	23
3.6	Komplikace.....	24
3.6.1	Muskuloskeletální systém.....	24
3.6.2	Autonomní nervový systém	26
3.6.3	Kardiovaskulární systém.....	28
3.6.4	Změny metabolismu	30
3.6.5	Kožní systém.....	33
3.6.6	Respirační systém	34
3.6.7	Gastrointestinální a urogenitální systém.....	34
3.6.8	Nervový systém	35
4	PACIENT S MÍŠNÍ LÉZÍ A POHYB.....	39

4.1	Přístrojové metody používané pro zkoumání vlivu pohybu na spinální pacienty.....	40
4.1.1	MOTOMed.....	40
4.1.2	Finapres NOVA	42
4.2	Vliv aktivního pohybu na spinálního pacienta	43
4.2.1	Reakce spinálních pacientů s lézí pod Th6	43
4.2.2	Reakce spinálních pacientů s lézí nad Th6	43
4.3	Vliv pasivního pohybu na spinální pacienty.....	45
4.3.1	Reakce pacientů s míšní lézí nad úrovní Th6	45
4.3.2	Reakce pacientů s míšní lézí pod úrovní Th6	46
5	CÍLE.....	48
6	HYPOTÉZY A VĚDECKÉ OTÁZKY	49
7	METODIKA	50
8	VÝSLEDKY	51
8.1	Charakteristika výzkumného souboru	51
8.2	Průběh měření.....	52
8.3	Naměřená data	52
8.4	Statistická analýza dat	52
9	DISKUZE	60
10	ZÁVĚR.....	63
11	SOUHRN	64
12	REFERENČNÍ SEZNAM	65
13	PŘÍLOHY	70
13.1	Příloha č.1: Incidence SCI v ČR v letech 2006-2015.....	70
13.2	Příloha č.2: The Global Map For Traumatic Spinal Cord Injury Epidemiology	71

1 ÚVOD

Pacientů s poškozením míchy každoročně přibývá. V naprosté většině případů se jedná o pacienty v produktivním věku, kterým současná medicína nemůže nabídnout návrat k plnému zdraví. Přesto je maximálním zájmem lékařů, fyzioterapeutů, psychologů a ve výsledku i státní správy, aby se tito pacienti co největší měrou vrátili do běžného života a našli odpovídající pracovní uplatnění. Tento návrat je dlouhodobě ovlivněn nejen mírou neurologického deficitu, ale i vážnými zdravotními komplikacemi, které se u pacientů s míšní lézí vyskytují.

Mezi závažné až život ohrožující komplikace patří hluboká žilní trombóza, autonomní dysreflexie, urologické infekce a dekubity. Klinický obraz míšní léze s sebou však přináší i zvýšené riziko civilizačních chorob, které se v dnešní době hojně vyskytují u běžné populace. Snížená možnost pohybu vede u pacienta s míšní lézí ke snížení energetického výdeje, zvýšení rizika obezity, aterosklerózy, hypertenze, ischemické choroby srdeční a diabetu druhého typu. To vše je u pacientů s plegií podpořeno ztrátou svalové hmoty a jejím nahrazením tukovou tkání, což snižuje úroveň bazálního metabolismu a zvyšuje riziko předčasného rozvoje kardiovaskulárního onemocnění.

S postupně vzrůstající kvalitou péče o pacienty s míšní lézí stoupá i šance na úspěšné řešení dříve fatálních komplikací jako jsou dekubity a urologické infekce. Vystávají však otázky, jakým způsobem lze ovlivnit snížený energetický výdej a zda je možné ovlivnit funkci kardiovaskulárního systému pohybem, který je pasivní.

Studie provedené na animálních modelech v tomto směru ukazují slibné výsledky. Bylo zjištěno, že pomocí cyklicky prováděných pasivních pohybů lze u hlodavců s přerušenou míchou snížit spasticitu a riziko vzniku autonomní dysreflexie. Stejně tak byl objeven pozitivní vliv na kardiovaskulární aparát pokusných myší a vliv na kortikální neuroplasticitu. Přesvědčivé důkazy o tom, že lze tyto výsledky očekávat i u skutečných pacientů s míšní lézí zatím nejsou.

V České republice je nejčastěji využívaným nástrojem pro vykonávání pasivního pohybu MOTOmed. Předchozí studie prokázaly jeho příznivý efekt na prokrvení dolních končetin, prevenci tromboembolické nemoci, otoků a kontraktur. Přechodně dokonce pomocí MOTOmedu lze snížit úroveň spasticity.

První otázkou, kterou si klademe v naší práci je, zda je možné pomocí pasivního pohybu na MOTOmedu možné vyvolat odezvu kardiovaskulárního systému, tedy, zda bude u

pacientů měřitelná změna krevního tlaku a tepové frekvence. Druhá otázka je, zda se tyto proměnné budou lišit u pacientů s porušenou a u pacientů s intaktní sympatickou regulací cév, tedy u pacientů s míšní lézí pod a nad úrovní Th6.

Pokud by se prokázal efekt pasivního pohybu pomocí MOTOmedu v tomto směru jako účinný, bylo by možné jej využívat nejen s cílem ovlivnění prokrvení dolních končetin, rizika TEN, otoků a kontraktur, ale i při prevenci kardiovaskulárních chorob a obezity.

2 SEZNAM ZKRATEK

ASIA	American Spinal Injury Association
ARO	Anesteziologicko-resuscitační oddělení
ATB	antibiotika
AIS	Asia Impairment Scale
AD	Autonomní dysreflexie
ANS	Autonomní nervový systém
CNS	centrální nervový systém
CZEPA	Česká asociace paraplegiků
ČR	Česká republika
DPR	Delayed Pronation Reflex
dTK	diastolický krevní tlak
DKK	dolní končetiny
EMG	elektrolomyograf
EMSCI	European Multicenter Study about Spinal Cord Injury
FNsP	Fakultní nemocnice s poliklinikou
FES	funkční elektrická stimulace
GER	gastroezofageální reflux
ISNCSCI	International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury
IMF	intramuscular fat
ICHS	ischemická choroba srdeční
JIP	jednotka intenzivní péče
KV	kardiovaskulární systém
KN	Krajská nemocnice
TK	krevní tlak
VEpeak	maximální minutová ventilace
VO ₂ peak	maximální spotřeba kyslíku
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
NLI	Neurological Level of Injury

o.p.s.	obecně prospěšná společnost
OH	ortostatická hypotenze
PO	periartikulární osifikace
PNF	proprioceptivní neuromuskulární facilitace
RÚ	rehabilitační ústav
Th1-12	segmenty hrudní páteře
C1-8	segmenty krční páteře
SF36	Short Form Survey 36
6 MWT	Six Minutes Walking Test
SCIM	Spinal Cord Independence Measure
SCI	spinal cord injury
SJ	spinální jednotka
sTK	systolický krevní tlak
TMT	techniky měkkých tkání
10 MWT	Ten Minutes Walking test
TUG	Timed Up and Go
TEN	trombembolická nemoc
VAS	vizuální analogová škála
WISCI II	Walking Index For Spinal Cord Injury

3 MÍŠNÍ LÉZE

Poranění míchy je závažný a v mnohých případech život ohrožující stav, který i přes intenzivní erudovanou péči zanechává trvalé následky na zdraví i psychice pacientů (Kříž & Chvostová, 2009). Péče o pacienty s míšní lézí musí probíhat na specializovaném pracovišti, a to nejen bezprostředně po vzniku obtíží, ale i v následujících měsících (intenzivní rehabilitace) a letech, například při řešení vzniku zdravotních komplikací. Systém takové péče se vyvíjel několik desetiletí a dnes má podobu tzv. spinálního programu, který zahrnuje okamžité spondylochirurgické ošetření, pobyt na spinálních jednotkách a v rehabilitačních ústavech, stejně jako pomocné neziskové organizace (Kříž, 2013).

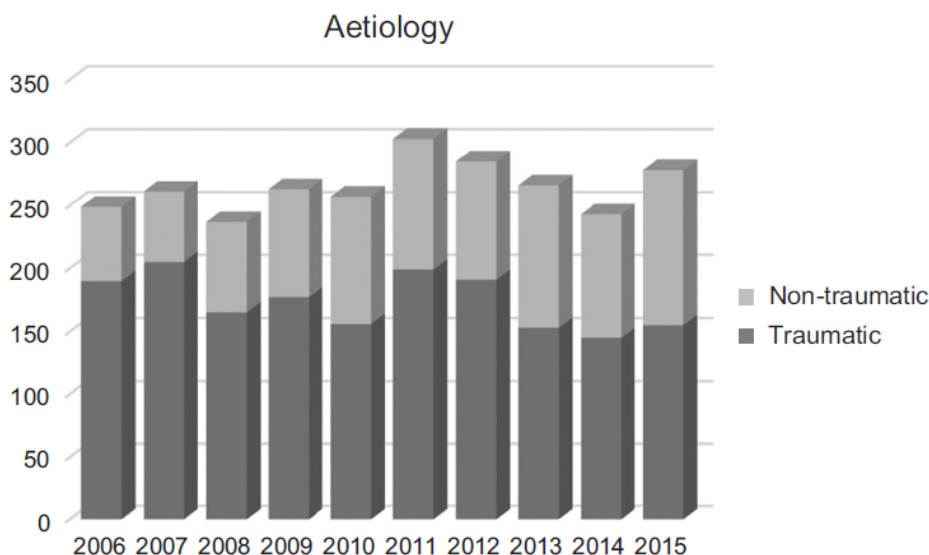
3.1 Příčiny vzniku

Příčiny vzniku míšní léze (dále jen SCI – spinal cord injury) lze rozdělit na traumatické a netraumatické. Netraumatickou příčinou míšní léze může být vaskulární léze, zánět, degenerativní onemocnění, tumor nebo roztroušená skleróza. Traumatické příčiny se v různých zemích liší a jejich poměrné zastoupení závisí na povaze prostředí. V okolí velkých aglomerací jsou častější příčiny zahrnující dopravní prostředky (v České republice příčina 28,2 % SCI (Kříž, Kulakovská, Davidová, Sílová & Kobesová, 2017), zatímco v méně obydlených oblastech jsou častější sportovní úrazy. Míšních lézí způsobených sportem v poslední době přibývá. Naopak incidence takto závažných pracovních úrazů klesá, neboť práce v dolech a na stavbách jsou mnohem bezpečnější než dříve (Sekhon, Fracs, Fehlings, 2001).

Ze studie českého týmu (Kříž et al., 2017) vyplývá, že traumatické příčiny vzniku SCI převažují nad ostatními, nicméně byl zaznamenán jejich úbytek z průměrných 200 na 150 případů ročně. Jak ukazuje Obrázek č. 1, poměr mezi traumatickými a netraumatickými příčinami se mění a v průběhu let přetrvává trend přibývání netraumatických lézí. Zda je příčinou tohoto trendu stárnutí populace a zvyšování hranice dožití, je otázkou spekulací.

Hlavní příčinou traumatického poškození míchy jsou pády, v průměru 44,5 %, na druhém místě v četnosti jsou dopravní nehody s 28,2 %. SCI způsobené během sportovních aktivit či potápění se pohybovaly mezi 10 a 20 případy za rok. V přepočtu se jedná o 16,5 případů na milion obyvatel ČR (Kříž et al., 2017).

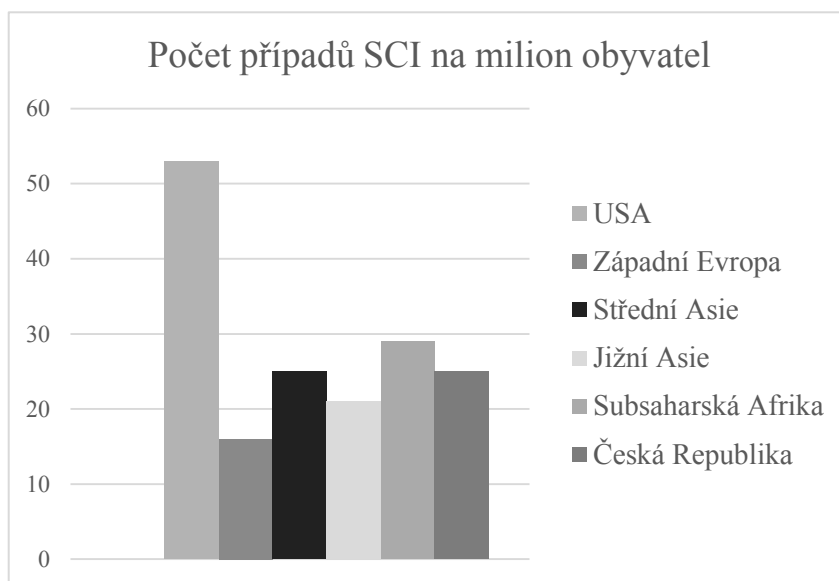
Netraumatické SCI jsou způsobené spondylodiscitidou či myelitidou (29,7 %), nádory (20,9 %) a cévní lézí (17,7 %). Zbýlých 34,8 % příčin tvoří akutní léze spojené s dekompenzací degenerativních spondylotických změn, herniací disku, vrozenými defekty míchy a pooperačními komplikacemi. V přepočtu se jedná o 8,6 případů na milion obyvatel ČR.



Obrázek č. 1: Poměr mezi traumatickými a netraumatickými příčinami SCI v letech 2006 až 2015 (Kříž et al., 2017)

3.2 Incidence

Incidence míšních léze se napříč různými zeměmi pohybuje mezi 15 a 40 případy na jeden milion obyvatel (Sekhon et al., 2001). V České republice se v letech 2006 až 2015 počet nových případů pacientů s akutních míšních lézí (spinal cord injury – SCI) pohyboval mezi 250 až 300 ročně. S přihlédnutím na fakt, že Česká republika má 10,5 milionu obyvatel je incidence traumatické a netraumatické SCI 25,1 případů na milion (Kříž et al., 2017). V USA je přitom incidence přibližně dvakrát vyšší. Dokládají to závěry americké studie „Traumatic Spinal Cord Injury in the United States, 1993-2012“, ze kterých vyplývá, že průměrná incidence SCI v USA je 53 případů na milion obyvatel (Jain et al., 2015). V západní Evropě je to 16 SCI na milion, střední Asii 25 SCI na milion, jižní Asii 21 SCI na milion či v Subsaharské Africe střed 29 SCI na milion (Lee, Cripps, Fitzharris, Wing, 2014). Přehled těchto údajů nabízí Obrázek č. 2.



Obrázek č. 2: Počet případů SCI na milion obyvatel

Průměrný věk, kdy dochází k SCI, je 49,1 let (Kříž et al., 2017). Tento věk se bude pravděpodobně zvyšovat na 50 let a více, neboť od roku 1993 do roku 2012 došlo k posunu průměrného věku vzniku míšní léze ze 40,5 na 50,5 (Jain et al. 2015). Většina pacientů s SCI jsou mužského pohlaví a to 73,7 % ze všech případů. Ženy tvoří zbylých 26,3 % (Kříž et al., 2017).

Incidence dle výše míšní léze ukazuje na převahu pacientů s poškozenou míchou v krční oblasti – tvoří skoro polovinu všech případů míšní léze – průměrně 45,3 %. Druhou nejčastěji poškozenou oblastí je hrudní páteř s procentuálním zastoupením 39,9 % a nejméně často bývá porušena oblast lumbosakrální – 14,8 %. Během deseti let se tyto poměry příliš neměnily.

Data o závažnosti poranění (AIS) jsou dostupná z posledních šesti let studie a nejvíce zastoupenou kategorií jsou motoricky nekompletní SCI označované jako AIS D (33,3 %) a AIS C (30,6 %). Třetí příčku v otázce četnosti zabírají senzomotorický kompletní SCI značené jako AIS A (27,3 %) a senzorycky nekompletní SCI, tedy AIS B (8,8 %). Během šesti let se poměr v počtech SCI dle závažnosti výrazně neměnil. Podrobný přehled o incidenci poskytuje tabulka v Příloze č. 1 (Kříž et al., 2017). Za zmínku dále stojí „The Global Map For Traumatic Spinal Cord Injury Epidemiology: update 2011, global incidence rate“. Jedná se o názorný přehled incidence, příčin traumatického SCI, počet tetraplegických a paraplegických

pacientů a procento případů vedoucí k úmrtí pacienta od roku 1959 do roku 2011. Mapa je k nahlédnutí jako Příloha č. 2.

3.3 Klinický obraz míšní léze

Klinický obraz míšní léze je anatomicky určen transverzálním rozsahem – horizontální topikou a výškovou lokalizací – vertikální topikou patologického procesu. Léze může být lokalizovaná do určité výškové oblasti, kde postihuje buď celý míšní průřez, nebo jeho část. V prvním případě hovoříme o kompletní, v druhém o inkompletní transverzální lézi míšni (Ambler, 2008). V narušeném místě dochází k poruše vedení nervového vzruchu. To se projeví poruchou hybnosti, čítí a autonomních funkcí.

Při postižení míšních struktur se poruchy hybnosti projevují periferní, centrální nebo smíšenou parézou. Periferní neboli chabá paréza ukazuje na lézi motorických neuronů na úrovni předních rohů míšních. Klinickými příznaky jsou svalová hypotonie, hypotrofie až atrofie, porucha volní hybnosti a hyporeflexie až areflexie. Při vyšetření u pacienta nenacházíme pyramidové iritační jevy. Centrální, spastická paréza je známkou léze 1. centrálního motoneuronu a příznaky jsou prakticky opačné než u parézy periferní. U pacienta nacházíme zvýšený svalový tonus, poruchu volní hybnosti, přítomné patologické iritační jevy. Exteroceptivní reflexy jsou sníženy nebo nejsou přítomny vůbec (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

Při narušení senzitivních vláken dochází ke vzniku senzitivních dysfunkcí. U pacienta se může vyskytnout hypestezie až anestezie nebo naopak hyperstezie nebo dysestezie. Léze v oblasti vstupní zóny a zadních rohů míšních vede k poruše všech kvalit citlivosti a je distribuována ipsilaterálně a segmentálně. Léze postranních provazců míšních obsahujících tractus spinothalamicus ventralis a lateralis vede ke kontralaterální poruše hrubé kožní citlivosti, termického a algického čítí provazcového typu. Léze zadních provazců míšních vede k poruše propriocepce a diskriminačního čítí provazcového typu ipsilaterálně.

U pacientů s míšni lézi nacházíme kromě poruch hybnosti a poruch senzitivity i autonomní dysfunkce. Může dojít buď k porušení centrálních drah ovlivňujících pregangliové autonomní neurony, nebo k lézi pregangliových sympatických neuronů lokalizovaných v nukleus intermediolateralis segmentů C8 – Th3 a dále pregangliových parasympatických neuronů v sakrální míše – segmenty S2 - 4. Postižení se může projevovat řadou poruch, z

nichž klinicky jsou nejvýznamnější poruchy mikce a defekace, poruchy sexuálních funkcí, zornicové poruchy a poruchy regulace vazomotoriky (Wendsche & Kříž, 2005).

Rozsah těchto změn závisí na výšce léze a na tom, zda je mícha přerušena úplně – kompletní míšní léze, nebo pouze v určité části – inkompletní míšní léze. Při úplném přerušení míchy dochází ke ztrátě hybnosti, cití a autonomní regulace pod místem léze.

Mícha končí na rozhraní obratlů L1 a L2 a její konec je nazýván konus míšní. Část míchy kraniálně od konu se nazývá epikonus (Čihák, 2004). Při kompletní lézi ve výši epikonu dochází k postižení míšních segmentů v úrovni L4 – S2 a projevem je postižení plantárních a dorsálních flexorů hlezenního kloubu. Léze konu se neprojevuje tak výrazně motoricky avšak v popředí jsou sfinkterové poruchy a perianální a perigenitální poruchy cití. Při kompletním lézi míšního kořenu – postižení kaudy dochází k poruchám cití a paréze svalů odpovídajících inervaci jednotlivým míšním kořenem. Rovněž vznikají spontánní kořenové bolesti (Ambler, 2006).

Inkompletní léze lze rozdělit do několika skupin, které se klinicky vyznačují částečným zachováním citlivosti nebo hybnosti pod místem léze. Do kategorie inkompletních míšních lézí řadíme následující poruchy:

1. Brown – Séquardův syndrom = syndrom hemisekce míšní
2. Syndrom centrální míšní šedi = syringomyelický syndrom
3. Syndrom a. spinalis anterior
4. Syndrom zadních provazců
5. Syndrom epikonu (míšní segment L4-S2)
6. Syndrom konu (míšní segment S3-S5)
7. Syndrom kaudy (poškození kořenů L3-S5)

Z hlediska výšky poranění a její souvislosti s motorikou rozlišujeme na tetraplegii, paraplegii a paraparézu.

2.3.1 Tetraplegie

Podle Faltýnkové (2012) lze pacienty s tetraplegií, nazývanou také kvadruplegie, rozdělit do 4 skupin podle stupňů postižení:

- **stupeň 1** (C1 – C3, C4, C4/5) nazýván též jako pentaplegie, zahrnuje ochrnutí bránice. Tito pacienti potřebují částečnou či trvalou umělou plicní ventilaci. Nejsou schopni sedět bez opory zad.
- **stupeň 2** (C5, C5/6) – pacient je schopný sedět pomocí opory o extendované a zevně rotované paže s uzamčenými loketními klouby. Není schopen zvednout jednu paži a udržet rovnováhu. Aktivní hybnost ramenního kloubu a funkční ohnutí lokte jsou přitom zachované. Lze vycvičit pasivní funkční úchop prostřednictvím ortéz a kompenzačních pomůcek.
- **stupeň 3** (C6, C6/7) - pacient je schopný sedět s oporou o extendované a zevně rotované paže a je schopen jednu paži zvednout do úrovně ramen, dělat pomalé pohyby při stálém vyrovnávání rovnováhy. Aktivní hybnost ramenních kloubů je plně zachovalá. Může být slabá síla natahovače lokte. Lze vycvičit aktivní funkční úchop – tetraplegická funkční ruka.
- **stupeň 4** (C7, C7/8) – pacient je schopný sedět i bez opory paží, je schopen zvednout jednu paži nad hlavu a pohybovat s ní, druhou se opírá o podložku. Klíčovým svalem je m. triceps brachii, který podmiňuje schopnost se předklonit a narovnat se zpět. Pacient má plnou hybnost loketního kloubu a zápěstí a může mít zachovalou různou kvalitu úchopové funkce ruky a jemnou motoriku (Faltýnková, 2012).

3.3.2 Paraplegie

Vzniká při postižení hrudní páteře od Th2 (pod segmentem C8). Horní končetiny nejsou postiženy, na dolních končetinách dochází k plegii. Paraplegii můžeme dělit na vysokou (poškození míchy v segmentu horní části zad) a nízkou (poškození míchy v segmentu dolní části zad) (Faltýnková, 2004).

3.3.3 Míšní šok

Míšní šok je stav, kdy dochází k náhlému výpadku nervových funkcí pod úrovní akutní míšní léze a jeho příčinou je přerušení descendentních supraspinálních drah. Klinicky dominuje dočasná ztráta nebo pokles míšní reflexní aktivity pod úrovní léze, hypotonie porucha motorických, senzitivních a autonomních funkcí (Háková & Kříž, 2015). Míšní šok

může trvat několik dní až týdnů. Nejčastěji se jedná o časový úsek 6 týdnů (Wendsche & Kříž, 2005).

Z časového a klinického hlediska lze míšňí šok rozdělit do 3 fází.

1. **Fáze hyporeflexie/areflexie:** 0. – 1. den po SCI, kdy jsou pod úrovní míšňí léze výrazně redukovány až vymizelý míšňí reflexy. Patrná je chabá paréza či plegie kosterních svalů, porucha čítí a autonomních funkcí. V této fázi míšňího šoku se rovněž může rozvinout neurogenní šok, a to v důsledku poškozování sympatické inervace při zachované funkci parasymptatiku.
2. **Fáze návratu reflexů (denervační hypersenzitivita):** 1. – 3. den po SCI, kdy u kompletního míšňího poranění není návrat reflexní aktivity provázen obnovením motorických funkcí. U nekompletní míšňí léze se s reflexní aktivitou navrácí i volní pohyb. Vývoj těchto reflexů v prvních několika dnech po vzniku poranění se zdá být pro určování prognózy důležitější, než pouhá přítomnost nebo nepřítomnost reflexů v den poranění. Například vybavitelnost Delayed Plantar Response (DPR) – opožděné plantární odpovědi – déle než 48 hodin od vzniku poranění je špatné prognostické znamení a spolu s vyšetřením ISNCSCI může být využito pro odhad prognózy u pacientů s SCI.
3. **Fáze hyperreflexie:** dochází k návratu šlachookosticových reflexů 4. – 30. dne po vzniku poranění. Autonomní funkce pokračují ve vývoji se zmírněním vagové bradykardie a hypotenze. Pacienti s lézí nad šestým hrudním míšňím segmentem, může postihnout autonomní dysreflexie (AD). Dochází k růstu nových synapsí, což může vést k žádoucímu i nežádoucímu klinickému vývoji (Háková & Kříž, 2015).

3.3.4 Klinická stádia míšňí léze

Podle Metodického opatření MZ ČR z 18. června 2002, prochází po traumatickém poranění míchy pacienti čtyřmi základními klinickými fázemi onemocnění.

Stádium 1 a (cca 1. – 2. týden) po vzniku onemocnění – akutní (urgentní) fáze, během které by měl být pacient hospitalizován na ARO nebo JIP spondylochirurgického oddělení.

Stádium 1 b (cca 2. – 12. týden) po vzniku onemocnění – subakutní (postakutní) fáze kdy je pacient hospitalizován na Spinální jednotce.

Stádium 2 (cca 6. - 26. týden) po vzniku onemocnění – chronická fáze, během které by měl být pacient hospitalizován na Spinální rehabilitační jednotce rehabilitačního ústavu (RÚ) Kladruby, nebo v rehabilitačním ústavu Hrabyně.

Za stádium 3 je považována pozdní doba, kdy někteří pacienti potřebují péči pro vzniklé komplikace nebo následné akutní stavy a operační zákroky (Wendsche & Kříž, 2005).

3.3.5 Průběh léčby

Po úrazu míchy je pacient přijat na spondylochirurgické pracoviště, kde je proveden urgentní operační zákrok – dekomprese míšní a stabilizace páteře. Ve chvíli, kdy je kompenzován po stránce kardiopulmonální, je přeložen na spinální jednotku, kde probíhá komplexní ošetrovatelská, lékařská, rehabilitační a psychologická péče. Do systému této komplexní péče byly začleněny čtyři spinální jednotky (SJ) a to SJ Motol ve FN v Motole, SJ v ÚN v Brně, SJ ve FNsP Ostrava a SJ v KN Liberec.

Po dvou až třech měsících je pacient přeložen na spinální rehabilitační jednotku do rehabilitačního ústavu, kde pokračuje v intenzivní rehabilitaci po dobu 4-5 měsíců. Mezi tyto rehabilitační ústavy byl zahrnut Rehabilitační ústav Hrabyně, Rehabilitační ústav Kladruby a Hamzova odborná léčebna Luže-Košumberk pro děti a dospělé. V rehabilitačním ústavu je pacient postupně vybaven pomůckami podle rozsahu hybného deficitu a propuštěn do domácího prostředí (Kříž, 2013).

Po opuštění Rehabilitačního ústavu by se dlouhodobá a systematická rehabilitační péče poskytovaná spinálním pacientům měla stát součástí životního stylu každého vozíčkáře. Je třeba nejen udržovat fyzickou kondici a dlouhodobě pracovat na získání samostatnosti například při polohování, přesunech či autokatetrizaci ale snažíme se průběžně ovlivňovat negativní důsledky ochrnutí, jako jsou spasticita, zkracování svalů či vznik svalových dysbalancí (Kříž & Faltýnková, 2012).

Tuto péči poskytují jak rehabilitační ústavy formou opakovaného rehabilitačního pobytu, tak neziskové organizace. Ty zaměstnávají tetraplegiky coby instruktory soběstačnosti. Pobytovou rehabilitaci poskytuje centrum Paraple o.p.s v Praze a ambulantní rehabilitaci poskytuje Para CENTRUM Fénix v Brně a Rehafit a Česká asociace paraplegiků – CZEPA v Praze (Kříž & Faltýnková, 2012).

3.4 Vyšetření a klasifikace pacientů s poškozením míchy

Cílem vyšetření pacienta po poranění míchy je zhodnocení změn v neurologickém a funkčním nálezu. Pro to se využívá neurologické vyšetření podle ASIA protokolu, neurofyziologické vyšetření, vyšetření nezávislosti pacienta a funkční testy (Kříž & Chvostová, 2009).

Po poranění míchy se rozvíjí různě závažný neurologický deficit, a i sebemenší zlepšení v senzomotorických a autonomních funkcích může mít pro pacienta zásadní význam. Proto je třeba hodnotit tyto změny detailně a používat při nich jednotnou metodiku. Z toho důvodu používá spinální jednotka v Motole standardizované metody vyšetření neurologického funkčního stavu po poranění míchy. Tyto vyšetření si motolská SJ osvojila díky účasti na v projektu EMSCI (European Multicenter Study about Spinal Cord Injury) a od roku 2010 se na SJ Motol pořádají kury vyšetření spinálního pacienta. Do těchto kurzů jsou kromě klasifikace ISNCSCI začleněna i vyšetření SCIM a chůzové testy (Kříž et al., 2015).

3.4.1 Mezinárodní standardy pro klasifikaci míšního poranění

Za účelem vytvoření jednotného konceptu vyšetření a zhodnocení neurologického stavu pacientů s míšní lézí vznikly mezinárodní standardy pro klasifikaci míšního poranění – International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (INSCI). Ty byly vytvořeny Americkou asociací spinálního poranění (ASIA) v roce 1982 (Kříž et al., 2013). Součástí klasifikace je hodnocení neurologické úrovně léze NLI (Neurological Level of Injury) a hodnocení rozsahu míšní léze škálou AIS.

Neurologická úroveň léze se hodnotí vyšetřením motorických a senzitivních funkcí. Motorická úroveň se určí hodnocením svalové síly tzv. klíčových svalů pro horní a dolní končetiny. Senzitivní úroveň se pak hodnotí testováním vnímání lehkého dotyku a rozlišením tupého a ostrého podnětu pomocí píchnutí špendlíkem v tzv. klíčových bodech. Vyšetření volní anální kontrakce a hlubokého análního tlaku je zásadní pro odlišení kompletní a nekompletní léze (Kříž et al. 2014). Rozsah míšní léze (AIS) se dělí do 5 podskupin, a to do AIS A – kompletní míšní léze, AIS B – senzitivně nekompletní, AIS C/D – motoricky nekompletní, AIS E – normální motorická a senzitivní funkce.

Pro zápis výsledků a snadnější orientaci byl vytvořen formulář ISNCSCI, který postupem času došel k mnoha změnám. Poslední verze z roku 2013 je k nahlédnutí v přílohách jako příloha 2. (Kříž et al. 2014).

3.4.2 Spinal Cord Independence Measure

Spinal Cord Independence Measure (SCIM) je škála hodnotící disabilitu pacientů po míšním poranění. Obsahuje 4 hlavní oblasti s celkem 16 dotazy, hodnocené body. Maximální možný počet dosažených bodů je 100, přičemž platí, že čím vyššího skóre pacient dosáhne, tím je jeho míra soběstačnosti vyšší.

První oblast se týká sebeobsluhy a hodnotí schopnosti pacienta v oblasti stravování, koupele, oblékání a úpravy zevnějšku. Za tuto oblast lze získat 20 bodů. Druhou oblastí je dýchání, ovládání svěračů a použití toalety. Za tuto oblast lze získat 40 bodů. Třetí oblastí je mobilita v místnosti a na toaletě zahrnující mobilitu na lůžku a prevenci dekubitů, přesun z lůžka na vozík a z vozíku na toaletu. Poslední – čtvrtá oblast pak zahrnuje mobilitu v interiéru a exteriéru. Do této části patří mobilita na různé vzdálenosti, schopnost překonávat schody, přesun z vozíku do auta a ze země na vozík. Za třetí a čtvrtou oblast je možno získat dohromady 40 bodů (Kříž et al. 2015).

3.4.3 Chůzové testy

Mezi testy hodnotící chůzi řadíme Walking Index For Spinal Cord Injury (WISCI II), Timed Up and Go (TUG), 10metrový test chůze (Ten Minute Walking Test – 10MWT) a šestiminutový test chůze (Six Minute Walking Test – 6MWT).

WISCI II je testem hodnotícím způsob chůze. Zjišťuje, zda pacient potřebuje pomůcky, asistenci, ortézy a jaké jsou jeho pocity. TUG hodnotí, za jak dlouho pacient vstane ze židle, absolvuje trasu 3m, otočí se a vrátí se zpět na židli. Celkový čas je měřen v sekundách. 10MWT měří čas v sekundách, za který pacient absolvuje vzdálenost 10 m. Oproti tomu 6 MWT měří vzdálenost, kterou pacient absolvuje během 6 minut chůze. (Kříž, et al., 2015).

3.5 Rehabilitační postupy

I přes vysokou úroveň dnešní medicíny není možné provést rekonstrukci zničené tkáně a navrátit pacientovi plné zdraví. Po provedení dekomprese míchy, spondylochirurgické stabilizace páteře a zajištění stability životních funkcí se dominantou zdravotnické péče stává rehabilitace, která se zahajuje bezprostředně po úrazu (Kříž, Chvostová, 2009). Zde uvádíme přehled základních fyzioterapeutických postupů, které se v rehabilitaci pacientů s míšní lézí využívají.

- **polohování** je třeba v rámci prevence vzniku dekubitů, a to střídavě na boky a záda po 3 hodinách. Dalším z důvodů k polohování je i prevence svalových kontraktur, omezení rozsahu kloubní pohyblivosti a následných deformit různých částí těla s neurologickým deficitem.
- **pasivní pohyby** slouží k prevenci kontraktur, zachování plného rozsahu v jednotlivých segmentech a jsou jednou z hlavních metod, jež vede ke snížení svalového hypertonu. Je třeba dbát na pomalé provádění pohybů a pravidlo nepřekračovat 2/3 fyziologického rozsahu ve stádiu míšního šoku. Při překročení této hranice by mohlo dojít k mikrotraumatizaci tkání v oblasti kloubu, jejich následné reparaci a tím i zvýšení rizika vzniku paraartikulárních osifikací.
- **aktivní pohyby** provádíme pro posílení svalů, které jsou pro pacienta důležité k udržení správné postury, k pohybu na vozíku a pro přesuny.
- **techniky měkkých tkání (TMT)** a mobilizace jsou používány pro ovlivnění funkčních poruch pohybového systému, nejčastěji v oblasti hrudníku a šije. Význam mají mobilizace na akrálních částech horních a dolních končetin a užití TMT pro uvolnění jizev (Lewit, 2003).
- dále je možnost užití **metod na neurofyziologickém podkladě** jako je například Vojtova metoda, PNF, Bobath koncept či S.E.T koncept (Kříž & Chvostová, 2009).
- **respirační fyzioterapie** je u pacientů s lézí krční míchy či u pacientů s přidruženým poraněním hrudníku a plic v akutním a subakutním stadiu na prvním místě (Kříž & Chvostová, 2009). Hlavním cílem je hygiena dýchacích cest a zlepšení dechových parametrů. Pro tyto účely lze využít respiračních pomůcek jako je flutter nebo akapela (Faltýnková, 2012).
- **cvičení na přístrojích** je nedílnou součástí rehabilitační péče – cvičení na MOTOmedu či Lokomatu se využívá jak se SJ, tak v RÚ. Jako další možnosti se

nabízí užití funkční elektrické stimulace (FES), která má dobrý vliv pro zachování svalové hmoty, neboť napomáhá aktivaci svalové pumpy a zlepšuje venózní návrat (Warburton, Krassioukov, Sproule & Janice, 2014).

- **vertikalizace** do sedu a postupně i do stoje se zahajuje co nejdříve po úrazu. Kromě asistované vertikalizaci využíváme pomůcky jako je vertikalizační lůžko a stůl, které i pacientovi s kompletní míšní lézí umožní simulovat osovou zátěž ve vertikální poloze.
- **fyzikální terapie** se u pacientů po poranění míchy používá především k ovlivnění muskuloskeletálních bolestí, tendosynovitid, artropatií, zlepšení hojení kožních afekcí a jizev, redukci otoků a případně elektrostimulaci paretických svalů.

Ergoterapie se může svou důležitostí řadit na stejnou úroveň jako fyzioterapie. Jejím cílem je naučit pacienta po poškození míchy maximálně využít zachovanou svalovou aktivitu k pohybu, běžným denním činnostem a návratu do aktivního života. Pro případné nahrazení chybějící funkce postižených svalů slouží výběr vhodných kompenzačních pomůcek (Kříž & Chvostová, 2009).

3.6 Komplikace

Komplikace provázející míšní lézi lze přehledně rozdělit dle orgánových systémů, kterých se týká. Vzhledem k jejich vysokému počtu a vzhledem k zaměření diplomové práce bude tato kapitola zaměřena přednostně na kardiovaskulární, muskuloskeletální a metabolické změny provázející míšní lézi. Uvedené poruchy budou dány do kontextu s poškozením autonomního nervového systému (ANS). Okrajově budou zmíněny komplikace týkající se gastrointestinálního, respiračního, kožního a urogenitálního ústrojí.

3.6.1 Muskuloskeletální systém

U pacientů s míšním poraněním dochází k úbytku svalové hmoty. Tento úbytek je pochopitelně vyšší u pacientů s kompletní míšní lézí než u inkompletní SCI. To potvrdil svými výzkumy Moore, který porovnával průřez lýtkového svalu u třech skupin – pacienti s kompletní míšní lézí, pacienti s inkompletní míšní lézí a zdraví jedinci. Výsledek ukázal, že čím menší stupeň poranění míchy, tím vyšší průřez svalovým bříškem (Moore, 2015).

Castro, Apple, Hilegass a Dudley (1999) zjišťovali procentní úbytek v příčném průřezu svalu v průběhu 6měsíců od vzniku SCI. Zjistil 24 % úbytek svalové hmoty m. gastrocnemius, 14 % úbytek quadriceps femoris, 12 % úbytek m. soleus, 16 % u adduktorů kyčle a 14 % u hamstringů (Castro, Apple, Hilegass & Dudley, 1999).

Podle Kříže (2014) dochází k průměrnému úbytku 4 kg celkové aktivní hmoty každých 5 let od úrazu. To je dvojnásobkem úbytku svalové hmoty v porovnání se sarkopenií způsobené věkem. Množství zachované aktivní hmoty je přitom ovlivněno i spasticitou. Spastické stehenní svaly jsou o 22 % větší než stejná svalová skupina s chabou plegií (Kříž, 2014).

Postupné snižování aktivní tělesné hmoty s sebou nese negativní konsekvence. U pacientů dochází ke zmnožení intramuskulární tukové (IMF) a vazivové tkáně. Již v 6 týdnech po SCI je množství intramuskulárního tuku u pacientů s nekompletní míšní lézí o 126 % vyšší než u osob bez léze (Georgey & Dudley, 2007).

Procentuální nárůst tukové tkáně vede k metabolickým změnám, které zvyšují riziko rozvoje metabolických onemocnění. U spinálních pacientů dochází ke změně poměru svalových vláken ve prospěch rychlých glykolytických a snížení oxidační kapacity kosterního svalu. Dochází rovněž k poklesu poměru kapilár ke svalovým vláknům a snižuje se množství transportních proteinů pro glukózu.

Uvedené poznatky vysvětlují fakt, že více než 70 % pacientů trpí glukózovou intolerancí. Tito pacienti jsou ohroženi rozvojem diabetu a dalších civilizačních onemocnění (Georgey & Dudley, 2007).

Ztráta aktivní hmoty je přímo úměrná ztrátě kostní hmoty a bezprostředně po úraze začíná kostní resorpce doprovázená zvýšenou hladinou kalcia a hydroxyprolinu v moči. Hodnoty těchto metabolitů se vracejí k normě asi rok po úraze (Kříž & Hyšperská, 2009). Osteoporotický pacient má vyšší riziko zlomenin, kdy stačí i nešťastný pád z vozíku či zaklínění nohy pod vozíkem. Zlomeniny se obvykle řeší operačně, protože dlouhodobá sádrová fixace by zvyšovalo riziko vzniku dekubitu (Faltýnková, 2012).

Komplikací, která se objevuje u dlouhodobě imobilizovaných pacientů a není tedy vázána pouze na míšní lézi, jsou parartikulární (heterotopní neurogenní) osifikace (PO). PO jsou stavem, ve kterém dochází k dediferenciaci buněk vazivové tkáně na osteoblasty. Ty pak tvoří kostní tkáň v oblasti kloubu, ale mimo kost samotnou a tím snižují rozsah pohybu a způsobují bolest (Kříž & Hyšperská, 2009), vzácněji je jejich vznik popisován i několik let po

SCI. V 70–97 % případů se vyskytují v oblasti kyčle, u 3–8 % pacientů způsobují svým rozsahem ankylózu v kloubu. Mezi rizikové faktory pro vznik PO patří dekubity a spasticita, ale i nešetrná, agresivní rehabilitace (Pazour, 2005). Příčinou totiž mohou být mikrotraumata tkání v oblasti kloubu (Kříž & Hyšperská, 2009).

Terapii můžeme dělit na primární, kdy jde o prevenci vzniku osifikací a sekundární, kdy jde o léčbu samotných PO. Do primární terapie patří vhodná ošetrovatelská péče, fyzioterapie a farmakoterapie kde se názory na preventivní podávání medikamentózních preparátů liší. Sekundární léčbou je medikamentózní léčba – podávání nesteroidních antiflogistik a bisfosfonátů, radiační léčba a léčba operativní (Pazour, 2005). Invazivní řešení je třeba pečlivě zvážit. Nese s sebou riziko komplikací jako je krvácení a další imobilizace pacienta (Kříž & Hyšperská, 2009).

Poslední z řady poruch muskuloskeletálního systému, které snižují kvalitu života a omezují soběstačnost, jsou svalové dysbalance. U tetraplegiků dochází k přetěžování, decentraci a předčasnému rozvoji degenerativních změn v oblasti ramenních kloubů. Dalšími přetěžovanými oblastmi jsou lokty a úponové šlachy flexorů a extenzor zápěstí (Kříž & Hyšperská, 2009).

3.6.2 Autonomní nervový systém

Zatímco somatický motorický systém inervuje příčně pruhované svaly, autonomní nervový systém (ANS) řídí aktivitu hladkých svalů, srdce a žláz. Autonomní nervové dráhy z hlediska morfologického i funkčního dělíme na sympatikus a parasympatikus (Ambler, 2006). Aferentní část ANS tvoří takzvané viscerosenzitivní neurony jejichž axony přivádějí informace od útrobních receptorů do centrálního oddílu autonomního nervstva. Buněčná těla těchto neuronů leží ve spinálních gangliích, nebo příslušných gangliích kraniálních nervů. Eferentní část je tvořena tzv. visceromotorickými neurony, které jsou dvouneuronové. Prvním neuronem je neuron pregangliový a jeho tělo leží uvnitř CNS. Druhý neuron – postgangliový svým tělem tvoří tzv. autonomní ganglia, kde dochází k synaptickému kontaktu obou visceromotorických neuronů (Králiček, 2011). Sympatikus a parasympatikus, až na několik výjimek, pracují v souladu. Zvýší-li se tonus sympatiku, automaticky se sníží tonus parasympatiku a obecně. Autonomní nervový systém je řízen z hypotalamu, který se podílí na řízení mnoha funkcí přímo souvisejících s homeostázou (Ambler, 2006).

Sympatický nervový systém je zodpovědný za reakci „fight or flight“. Aktivace tohoto systému tedy nastává během situací, kdy je zapotřebí zvýšení výdeje energie a které jsou spojeny s emočním vypětím. Dochází ke zvýšení krevního tlaku, redistribuuje se krevní oběh do kosterních svalů, srdce a mozku kde dojde k vazodilataci na úkor vnitřních orgánů a kůže, kde dochází k vazokonstrikci (Mourek, 2012). Dále pak dochází k dilataci bronchiolů, útlumu činnosti gastrointestinálního traktu, mydriáza (rozšíření zornic), zvýší se pocení a naježí kožní ochlupení. V poslední řadě se zvýší mentální aktivita a vznikají metabolické změny, jež zajišťují zvýšení dostupné glukózy (Richard, 2015). Pregangliová sympatická vlákna mají své mateřské buňky v míšních segmentech C8 – L3. Proto se eferentní část sympatiku rovněž nazývá systém cervikothorakolumbální. Perikaryiony, těla těchto neuronů, jsou seskupena v postranních rozích míšních v ncl. intermediolateralis a axony těchto neuronů vstupují do paravertebrálně lokalizovaného řetězce sympatických autonomních ganglií zvaného truncus sympathicus (Králíček, 2011).

Během míšní léze dochází k poruše těchto drah a dysfunkci sympatického nervového systému, který má klíčovou roli v řízení činnosti kardiovaskulárního systému. Proto při poruše tohoto systému dochází k často zmiňovaným jevům jako je ortostatická hypotenze, nebo rozvoji autonomní dysreflexie. Při lézi nad Th6 se významně zvyšuje riziko těchto komplikací. Dochází totiž k narušení supraspinální kontroly v oblasti splanchniku, kde se nachází hlavní objemová krevní rezerva. Obecně lze říci, že čím vyšší etáž míchy je poškozena, tím více je poškozena regulační schopnost eferentních drah sympatiku (Claydon, Steeves & Krassioukov, 2006). Pacienti s míšní lézí nad Th6 jsou kromě rozvoje výše zmíněných stavů ohroženi rovněž hlubokou žilní trombózou, aterosklerózou a rozvojem ischemické choroby srdeční (Popa et al., 2010).

Autonomní dysreflexie

Autonomní dysreflexie je rizikový stav vyznačující se pulzujícími bolestmi hlavy, úzkostmi, paresteziemi, zarudnutím a pocením nad úrovní léze, třesem a nauzeou. K rozvoji autonomní dysreflexie dochází u kompletních i inkompletních lézí, a to v akutním i chronickém stádiu po úrazu míchy (Krassioukov et al., 2007). Pro syndrom AD svědčí zvýšení tlaku o 20 mm Hg oproti bazální hodnotě (Kříž & Rejchrt, 2014). Průběh AD může být asymptomatický a symptomatický.

Nejčastější příčinou vzniku této neadekvátní reakce kardiovaskulárního systému je distenze močového měchýře. To znamená, že k rozvoji AD může dojít i několikrát za den u jedinců s lézí nad šestým hrudním obratlem (Rabchevsky & Kitzman, 2011). Mezi další možné příčiny vedoucí k rozvoji AD patří cystitida, urolitiáza, distenze střeva, zlomeniny, těhotenství či porod (Kříž & Hyšperská, 2009). Vyprázdnění močového měchýře ve většině případů vede k úpravě stavu pacienta a kompenzaci stavu (Rabchevsky & Kitzman, 2011). Odstranění příčiny AD je tedy základem v terapii AD a další častou metodou je vertikalizace pacienta. Pokud se nedaří zjistit příčinu a hypertenze přetrvává, je na místě užití sublinguálních antihypertenziv jako je nifedipin, nitroglycerin (Popa et al., 2010), případně terazosinu, prazosinu a captoprilu (Kříž & Rejchrt, 2014).

Neřešená autonomní dysreflexie může vyústit v mozkové nebo subarachnoidální krvácení, srdeční selhání, selhání ledvin nebo v hypertenzní neuropatii. Z tohoto důvodu je třeba brát subjektivní obtíže vážně a v žádném případě je nebagatelizovat (Kříž & Hyšperská, 2009).

3.6.3 Kardiovaskulární systém

Je známo, že chronická onemocnění jako jsou choroby kardiovaskulárního systému či diabetes mellitus 2. typu se u pacientů s míšní lézí projeví dříve než u běžné populace. To dokládají závěry Warbutona a jeho kolegů, kteří uvádí, že prevalence symptomatických KV onemocnění je u pacientů s SCI 30–50 % v porovnání s 5–10 % u běžné populace. Prevalence asymptomatických KV onemocnění se u spinálních pacientů odhaduje dokonce na 60–70 %, což má vliv i na mortalitu.

Warbuton též shrnul rizikové faktory pro rozvoj KV onemocnění u SCI pacientů a patří mezi ně dyslipidemie, zhoršení metabolismu glukózy, vyšší podíl tukové tkáně a snížení tukoprosté hmoty, snížení funkce periferního řečiště, zvýšené riziko TEN, zvýšené množství prozánětlivých faktorů, snížená hladina endogenních anabolických hormonů, zvýšená aktivace renin-angiotensin-aldosteron systému, hypertenze a snížené množství aerobní zátěže (Warbuton, Krassioukov, Sproule, Janice, 2014).

Možnostmi ovlivnění těchto rizikových faktorů se zabývaly studie zahrnující kombinace aktivního pohybu ať už na vozíkovém ergometru, ručním ergometru, pasivního pohybu na motomedu, bicyklovém ergometru, FES, ES jednotlivých svalů, tréninku v Lokomatu, či

odporovém tréninku (Phillips, Cote, Warburton, 2011). Jejich závěru jsou uvedené v kapitole 4 Pacient s míšňí lézí a pohyb.

Ischemická choroba srdeční

Ischemická choroba srdeční (ICHS) a další kardiovaskulární (KV) onemocnění zaujímají první místo mezi příčinami mortality a morbiditý pacientů po poranění míchy. Pacienti po SCI mají 3x vyšší riziko rozvoje KV onemocnění než běžná populace a riziko je závislé na výšce míšňí léze – tetraplegici mají o 16 % vyšší riziko KV onemocnění než paraplegici (West, 2014). To potvrzuje i studie dle Krassioukova popisující výskyt komorbidit u SCI pacientů jako je hypertenze, arytmie, ICHS, onemocnění cév mozku, a kromě KV systému pak astma, alkoholismus, diabetes a další psychiatrické onemocnění. Výskyt těchto komorbidit je výrazně vyšší u pacientů ve věku přes 40 let (92,9 %) než u mladších pacientů, kde je jejich výskyt u 33,3 % (Krassioukov, 2003).

ICHS je onemocněním zužujícím koronární tepny a tím omezujícím metabolických požadavků srdečního svalu. Mezi rizikové faktory vedoucí ke vzniku ICHS patří věk, mužské pohlaví, genetické dispozice, arteriální hypertenze, nikotinismus, diabetes mellitus, obezita a bezesporu stres (Navrátil, 2008). U SCI pacientů je dalším charakteristickým rizikovým faktorem snížení tělesná aktivita, porucha glukózové tolerance, hypercholesterolémie a psychosociální faktory. Prevencí je úprava hladiny lipidů, kompenzace hypertenze, redukce hmotnosti, odvykání kouření a fyzická aktivita nejméně 3x týdně po 60 minutách (Kříž & Hyšperská, 2009). Nejčastější příčinou ICHS je ateroskleróza (Navrátil, 2008) a v případě rozvinuté ISCH je léčba shodná s léčbou běžné populace (Kříž & Hyšperská, 2009).

Ortostatická hypotenze

Ortostatická hypotenze (OH) je výsledkem ztráty supraspinální kontroly sympatického nervového systému postihující pacienty s akutní míšňí lézí v oblasti krční a vyšší hrudní páteře. OH lze definovat jako pokles systolického tlaku o 20mmHg, nebo pokles o 10mmHg diastolického tlaku při vertikalizaci (Krassioukov et al., 2007). Pokles krevního tlaku může být symptomatický – pacient pociťuje závratě, bolesti hlavy, slabost, nauzeu a v krajním případě i ztrátu vědomí, nebo asymptomatický. Incidence ortostatické hypotenze u pacientů s SCI v oblasti C a vyšší Th páteře je okolo 74 %, z toho 59 % případů je symptomatických (Popa et al., 2010). S ortostatickou hypotenzí se potýkají převážně pacienti a akutním a

subakutním stadiu, nicméně k rozvoji OH může dojít i u chronických pacientů, zvláště pak po delším setrvání v horizontální poloze při nemoci či po operačním zákroku (Kříž & Hyšperská, 2009).

Tromboembolická nemoc

„Tromboembolická nemoc (TEN) jsou onemocnění charakterizované vznikem krevní sraženiny trombu, obvykle v hlubokých žilách dolních končetin či pánve a jeho následným vmetením embolizací do plic. Riziko TEN zvyšují stavy se zvýšenou krevní srážlivostí.“ (Velký lékařský slovník online)

U pacientů s SCI zaznamenáváme nejvyšší riziko rozvoje hluboké žilní trombózy (TEN) v období sedmého až desátého dne po vzniku míšní léze a během následujících týdnů, kdy dochází k rekonvalescenci a rehabilitaci. Ke snížení rizika rozvoje TEN se dochází v rozmezí 8. – 12. týdne (Popa et al., 2010). I v chronickém stádiu je nutno myslet na TEN, například při dlouhodobé imobilizaci, zlomeninách DKK či operačních výkonech (Kříž, Hyšperská, 2009). Mezi příznaky TEN patří otoky na DKK, rozšíření cév, zvýšená teplota kůže, bolest a vzácně i modré zbarvení kůže. Nicméně k rozvoji TEN může dojít i bez přítomnosti výše zmíněných příznaků. Vzniklé tromby v oblasti DKK pak mohou způsobit závažné komplikace ve formě masivní plicní embolie, která má vysokou mortalitu (Popa et al., 2010).

Patofyziologický podklad vedoucí k rozvoji TEN je podobný jako u rozvoje hypotenze po SCI. Tedy poškození regulace tonu sympatiku a tím snížení vazomotorického tonu spolu s absencí svalové pumpy (Kříž & Hyšperská, 2009).

3.6.4 Změny metabolismu

Kromě výše popsaných komplikací jsou SCI pacienti zatíženi změnou v metabolismu glukózy, lipidů i změnou v bazálním metabolismu (Kříž, Hlinková & Slabý, 2014). Tyto změny vedou k rozvoji diabetu, aterosklerózy a dalších KV onemocnění, které SCI pacientům zkracují život. Doba dožití SCI pacientů je stále nižší než běžné populace (Vichiansiri et al., 2012).

Metabolismus glukózy

Svalová atrofie vede u pacientů s SCI ke snížené možnosti ukládat cukry ve formě svalového glykogenu. Zároveň dochází ke změně poměru typů svalových vláken ve svalu ve prospěch rychlých glykolytických vláken a zmnožení intramuskulárního tuku (Georgey & Dudley, 2007). Rychlá glykolytická vlákna jsou méně citlivá na inzulin a to, spolu s výše uvedenými změnami vyústí v porušení metabolismu cukrů (Kříž, Hlinková & Slabý, 2014). Výsledkem je pak inzulinová rezistence (Georgey & Dudley, 2007).

Inzulinová rezistence způsobuje zvýšené uvolňování mastných kyselin z adipocytů (Kříž, Hlinková & Slabý, 2014) a právě zvýšená hladina volných mastných kyselin brání prostupu glukózy do buněk a inhibici GLUT - 1 a GLUT – 4 receptorů. Větší množství tukové tkáně uvolňuje C – reaktivní protein, jehož přítomnost prohlubuje inzulinovou rezistenci a přispívá k rozvoji aterosklerózy (Gorgey et al., 2014).

Více než 70 % SCI pacientů trpí glukózovou intolerancí a jsou ohroženi rozvojem diabetu (DM) typu 2 (Georgey & Dudley, 2007) a kritéria pro přítomnosti DM2 splňuje 22 % SCI pacientů ve srovnání s 6 % osob z běžné populace (Kříž, Hlinková & Slabý, 2014). Komplikace vzniklé špatně kompenzovanou formou DM2, tedy dlouhodobou hyperglykemií jsou hlavní příčinou zvýšené invalidity a mortality diabetiků. Zahrnují jak mikrovaskulární, tak makrovaskulární komplikace – DM2 patří mezi rizikové faktory rozvoje aterosklerózy (Navrátil, 2008).

Metabolismus tuků

Mnoho autorů se shoduje na tom, že změny ve složení těla SCI pacientů jako je svalová atrofie a množení intramuskulárního tuku jsou klíčovým elementem ke vzniku hyperlipidemie (Gorgey et al., 2014). Metabolismus tuků je dále ovlivněn periferní inzulinovou rezistencí, hladinou katecholaminů, fyzickou aktivitou a výkonností (Kříž, Hlinková, Slabý, 2014). Vichiansiri uvádí nález dyslipidemie u 76.7 % chronických SCI pacientů (déle než 2 roky od úrazu). Nejčastěji byl snížen HDL cholesterol (58.9 %), zvýšené množství triglyceridů, cholesterolu a LDL cholesterolu bylo nalezeno u 28.9 %, 26.7 % a 21.1 % pacientů (Vichiansiri et al., 2012).

Mezi další faktory ovlivňující hladiny tuků patří pohlaví, množství tělesné aktivity a věk. Lipidový profil mužů s SCI odpovídal profilu pacientů s metabolickým syndromem (Kříž, Hlinková, Slabý, 2014). Věk nad 45 let je rovněž spojován s dyslipidemií a pacienti,

kteří cvičili méně než 30 minut denně, byli spojováni s hypercholesterolemií (Vichiansiri et al., 2012).

Bazální metabolismus a obezita

„Bazální metabolismus (BM) je část energie uvolněné z živin, kterou organismus potřebuje v klidu na udržení životních pochodů (Silbernagl & Despopoulos, 2004, s.226).“

Bazální metabolismus je jednou z částí celkového energetického výdeje jedince. Ten je kromě BM dán i termickým efektem stravy a fyzickou aktivitou (Kříž, Hlinková & Slabý, 2014).

Bazální metabolismus je množství energie pokrývající dostatečným způsobem všechny vitální funkce za bazálních podmínek jako jsou neutrální teplota, tělesný a duševní klid a stav nalačno (Mourek, 2012). BM představuje zhruba 65 % z denního výdaje energie jedince z běžné populace. U pacientů s SCI je BM o 14–27 % nižší (Gorgey et al., 2014).

Na nižších hodnotách BM se podílejí dva hlavní mechanismy – ztráta svalů, metabolicky aktivní hmoty a změna aktivity sympatického nervového systému. Sympatická regulace srdce a cév je porušena u pacientů nad Th6, což vede k nižší výkonnosti a obecně nižšímu energetickému výdeji (Kříž, Hlinková & Slabý, 2014). To dokládají i závěry Georgeyho (2014), který uvádí, že pacienti s míšní lézí vydají pomocí fyzické aktivity o 14 % méně energie než běžná populace. Autor však dodává, že záleží na výši míšní léze a množství aktivní svalové hmoty, jež lze zapojit (Gorgey et al., 2014).

U většiny SCI pacientů dochází ke snížení výdaje energie za den a tím zvýšenému riziku rozvoje obezity. Uvádí se, že až 2/3 pacientů po SCI jsou obézní (Gorgey et al., 2014) a mají tím zvýšené riziko rozvoje aterosklerózy ICHS, DM 2 a dalších civilizačních chorob (Kříž, Hyšperská, 2009). Dalším faktorem hrajícím roli v riziku rozvoje obezity se jeví snížené hodnoty testosteronu a růstového hormonu u SCI pacientů a tím zhoršená buněčná reparace a schopnost udržet i tukoprostou svalovou hmotu (Gorgey et al., 2014).

Za obezitu se obecně považují hodnoty BMI nad 30 kg/m² (Navrátil, 2008). Vzhledem k tomu, že BMI nehodnotí tělesné složení – tukovou hmotu neodliší od aktivní hmoty se BMI ukázalo být nedostačující pro hodnocení rizika vzniku nadváhy či obesity u SCI pacientů. Jak již bylo zmíněno, úbytek aktivní hmoty pod výškou léze je výrazný a je třeba s ním počítat – výsledné BMI může vycházet u SCI pacienta v normě, ale množství tukové tkáně může být

zdraví ohrožující. To dokládá například studie, kde bylo zjištěno, že 50 % pacientů s normálním BMI mělo množství podkožního tuku nad 30 %, množství odpovídajícímu obezitě (Gorgey et al., 2014).

Spolehlivější metodou ve stanovení rizika rozvoje obezity a metabolického syndromu se jeví být měření obvodu pasu, kdy za negativní hodnotu se jeví 100 cm a více kolem pasu u mužů. Obvod pasu je úzce spojen s množstvím viscerálního tuku a zvýšené množství tohoto tuku má vazbu na hodnoty celkového cholesterolu (Gorgey et al., 2014).

Základem léčby obezity je dlouhodobě negativní bilance (Navrátil, 2008), které lze u SCI pacientů dosáhnout vzhledem ke sníženému BM a omezení v možnosti pohybové aktivity ještě těžší než u běžné populace.

3.6.5 Kožní systém

Bezpochyby nejčastější a nejnebezpečnější komplikací týkající se kožního krytu jsou u imobilizovaných pacientů dekubity. Dekubit je poškození kůže a podkožních struktur vznikající třením, tlakem nebo stálým kontaktem části těla s podložkou. Dle statistik tato komplikace postihuje 12 % pacientů s míšní lézí. Jejich příčinou může být špatné nebo nedostatečné polohování nebo nevyhovující antidekubitní pomůcky (Kříž & Faltýnková, 2012).

Dekubity se vyskytují na tzv. predilekčních místech – místech kde jsou kostní výběžky hned pod kůží. Jde oblast křížové kosti, pat, velkých trochanterů, sedacích hrbolů, kotníků, hlavičky lýtkové kosti a při úzkém vozíku i boky. Poměrně často se vyskytují na žeberních obloucích nebo trnech obratlových těl při špatné pozici sedu (Faltýnková, 2012). V případě pozdního záchytu dekubitu nebo zanedbání léčby, může být tato komplikace pro pacienta fatální.

Vzhledem k narušenému cití může u pacientů s míšní lézí docházet k narušení kožního krytu popáleninami nebo omrzlinami. Příčinou poranění může být běžná situace, jako je převážení hrnku nebo horkého jídla či kontakt se žhavým předmětem jako je radiátor (Faltýnková, 2012). Snížená úroveň cití může být též příčinou pozdně stanovené diagnózy poruchy vnitřních orgánů, neboť pacient není schopen přesně lokalizovat bolest.

3.6.6 Respirační systém

„Respirační komplikace jsou nejčastější příčinou úmrtí pacientů s lézí krční a horní hrudní míchy do jednoho roku od úrazu. S vyšší úrovní míšní léze ubývá svalů, které se podílejí na dechovém stereotypu. Negativně se může projevit i přidružené trauma hrudníku či respirační potíže v anamnéze. Výsledkem mohou být poruchy expektorace, atelektázy, bronchopneumonie a respirační insuficience“ (Kříž & Faltýnková, 2012, s. 5).

Zvláště tetraplegičtí pacienti mají zvýšené riziko bronchopneumonie pro obtížnou expektoraci. Proto je třeba takové pacienty sledovat a neodkladně provádět laboratorní a rtg vyšetření a v případě potřeby včas zahájit ATB terapii (Kříž & Hyšperská, 2009).

Všichni tetraplegici a někteří paraplegici s vysokou paraplegií mají problém s funkčním kašlem právě proto, že svaly potřebné k vykašlávání jsou ochrnuté. Proto je pro tetraplegika nezbytné naučit se způsob hygieny dýchacích cest pro prevenci plicních infekcí. Osvojení technik pro samostatné vykašlávání vleže i vsedě na vozíku je nutností (Faltýnková, 2012).

3.6.7 Gastrointestinální a urogenitální systém

Mezi gastrointestinální komplikace patří u pacientů s poraněním míchy gastroezofageální reflux (GER), vředová choroba gastroduodena a neurogenní střevo (Faltýnková, 2012; Kříž, Hyšperská, 2009). Neurogenní střevo je termín používaný při dysfunkci střevní vlivem postižení centrálního či periferního nervového systému. Tetraplegik nemusí cítit potřebu na stolici a musí se naučit náhradnímu pravidelnému způsobu vyprazdňování, aby předešel nepředvídaným nehodám jako je samovolný odchod stolice a vznik následných opruzenin (Faltýnková, 2012).

V závislosti na lokalizaci léze existují 2 obrazy střevní poruchy. Spastický typ střevní poruchy neboli reflexní střevo vzniká poškozením míchy nad sakrálními segmenty, kdy nelze vůlí uvolnit zevní svěrač (Kulakovská, 2006). Tento typ střeva má tendenci k zácpě a vyvolání defekace je potřeba zevních podnětů jakou jsou bisacodylové čípky nebo miniklyksma a podráždění svěrače prsty pro jeho uvolnění. Interval vyprazdňování je nutné dodržovat, nejdéle 1x za 3 dny ve stejnou denní dobu (Faltýnková, 2012). Areflexní typ střevní poruchy – chabé střevo vznikne úrazem ve výši sakrálních segmentů S2 – S4 nebo cauda equina s následkem postižení dolního motoneuronu, při kterém chybí peristaltický reflex. Dochází k vysoušení stolice a velkému riziku inkontinence pro hypotonický zevní

sfinkter (Kulakovská, 2006). Zde je nutné dolní část střeva často a pravidelně vyprazdňovat vytlačením či manuálním vybavením stolice, pokud nevyjde spontánně. K vyprazdňování dochází 1 – 2x denně (Faltýnková, 2012).

Podobným způsobem lze pohlížet i na poruchy týkající se močového měchýře. I ten můžeme označit za spastický a chabý. Spastický vzniká při poškození míchy nad sakrálními segmenty a je zachován mikční reflex. Měchýř tedy reaguje při úplné náplni kontrakcí, zvýšením tlaku v měchýři a vypuzením moči při správné koordinaci svalů svěrače měchýře. V horším případě a nekoordinované souhře měchýře a svěrače může dojít k inkontinenci, zpětnému návratu moče do ledvin či k autonomní dysreflexii. Chabý měchýř vznikne poškozením míchy pod sakrálními segmenty a dojde buď k zadržování moči, nebo inkontinenci (Faltýnková, 2012).

Jednoznačně nejlepší metodou volby derivace moči je čistá intermitentní katetrizace. Přesto zůstává relativně vysoké procento lidí s permanentním močovým katétrem, epicystotomií nebo používajících metodu vyklepávání či urinální kondom. U takových skupin se často objevují zdravotní komplikace jako opakované uroinfekce, urolitiáza, ojediněle i selhání ledvin (Kříž & Hyšperská, 2009).

3.6.8 Nervový systém

Spasticita

Spasticita patří mezi závažné klinické projevy poruchy centrálního motoneuronu (Jech, 2015). Jedná se o zvýšení svalového tonu, které se projeví při rychlém protažení svalu. Vedle zvýšené aktivity svalu se spasticita projevuje dvěma dalšími symptomy, a to zkrácením a parézou (Ehler, 2015). Dle Jecha (2015) vzniká spasticita u (40-78 %) případů traumatické míšní léze a u spinálního typu léze lze očekávat para-, mono-, tri – nebo kvadruparetické postižení s dominující flexí DKK v kolenou, kyčlích a addukcí stehen (Jech, 2015).

Klinický obraz je charakterizován takzvaným syndromem horního motoneuronu. Jeho projevy mohou být pozitivní a negativní. Mezi pozitivní projevy patří svalový hypertonus, zvýšení šlachových reflexů, pozitivní iritační pyramidové příznaky, klonus a flexorové a extenzorové spasmy a asociativní motorické poruchy (Ehler, 2015). Negativní příznaky jsou přítomny v akutní fázi a patří mezi ně svalová hypotonie, slabost, ztráta obratnosti a výrazná únavnost (Štětkářová, 2009).

Spasticitu lze dělit na lehkou, střední a těžkou. Pod lehkou spasticitou si lze představit zvýšení tonu a nanejvýš malé omezení rozsahu pohybu. Při střední spasticitě dochází k výraznějšímu zvýšení tonu, omezení rozsahu pohybu a možnosti rozvoje kontraktur. Těžká spasticita výrazně zvyšuje tonus, omezuje rozsah pohybů, hrozí rozvoj kontraktur a pacient má problémy s přesunem a sezením (Štětkářová, 2009).

Pro kvantifikaci spasticity se jako vhodná kombinace jeví užití Ashwortovy škály, Modifikované stupnice dle Ashworta, škály frekvence spasmů, užití VAS škály a určení stupeň parézy svalovým testem. Pro dlouhodobé zkoumání efektu léčby je vhodné užití Bartelův index, Karnofského škálu nebo dotazník kvality života SF36 (Ehler, 2015). Mezi další způsoby vyšetření spasticity patří například užití isokinetického dynamometru, test dle Pendula a užití dynamického EMG pro vyšetření aktivity agonistických a antagonistických svalů během pohybu či klidového EMG a snímání počtu spasmů za 24 hodin (Biering-Sørensen, Nielsen & Klinge, 2006).

Pro léčbu spasticity lze použít rehabilitaci, farmakoterapii a chirurgické postupy (Cibulčík, 2015). Do možností rehabilitace patří pasivní protažení svalů, polohování, dlahování, elektrostimulace a formy fyzikální terapie jako aplikace chladu, tepla a ultrazvuk. Pro vyrovnanou svalovou aktivitu se používají techniky jako propioceptivní neuromuskulární facilitace, senzomotorická stimulace či reflexní lokomoce. Návěst soběstačnosti jako schopnost samostatného přesunu, vertikalizace a oblékání má také svou důležitost (Štětkářová, 2012).

V rámci farmakoterapie je metodou volby užití Baclofenu, nicméně užití může být omezeno pro jeho vedlejší účinky jako je slabost, sedace pacienta ataxie a dále (Rabchevsky & Kitzman, 2011). Proto lze kromě Baclofenu užit například Tizanidin (Cibulčík, 2015), Botulinum neurotoxin, Gabapentin a jako slibná varianta vypadá užití Kannabinoidů, nicméně je třeba provést více studií pro prokázání efektu jasného efektu (Rabchevsky & Kitzman, 2011). Intratekální léčba baclofenem je variantou pro pacienty s těžkou míšní spasticitou a nedostatečnou klinickou odpovědí na perorální antispastické léky.

Mezi chirurgické přístupy patří ortopedické zákroky jako tenotomie, myotomie, prodlužování, zkracování nebo transfery šlach, které jsou voleny u těžkých fixovaných kontraktur (Štětkářová, 2012). Mezi používané neurochirurgické výkony pak řadíme periferní neurotomii, laterální longitudální myelotomii a rizotomii (Cibulčík, 2015). Tyto výkony bývají voleny u těžké převážně flekční spasticity s maximem projevu na DKK (Štětkářová, 2012).

Posttraumatická syringomyelie

Posttraumatická syringomyelie je syndrom vycházející ze zvětšujícího se syrinxu, tedy cysty plnící se tekutinou v šedé hmotě míšni (Kříž, Hyšperská, 2009). Vyskytuje se převážně u kompletních míšních lézí (až 9x vyšší výskyt než u inkompletních SCI) s nejvyšším výskytem u kvadruplegických pacientů (6 z 10 ti). Zdá se, že i věk, kdy došlo k SCI, hraje roli. Pacienti s věkem nad 45 let jsou rozvojem syringomyelie ohroženi více. Klinické příznaky posttraumatická syringomyelie jsou neuropatická bolest v úrovni léze, zhoršení sensorických a motorických funkcí či zvýraznění spasticity. Tyto příznaky se manifestují pouze u 7 % pacientů s SCI, incidence posttraumatická syringomyelie je však dle radiologického vyšetření vyšší než 50 % (Krebs, 2016).

Neuropatická bolest

Kromě bolesti muskuloskeletální a viscerální se mnoho pacientů potýká s bolestí neuropatickou. Neuropatickou bolest lze dle výše dělit na bolest nad úrovní léze, v úrovni léze a pod úrovní léze. Mezi neuropatické bolesti nad úrovní léze patří kompresivní neuropatie – nejčastěji pak syndrom karpálního tunelu a komplexní regionální bolestivý syndrom, který může vyústit v těžkou poruchu postižené oblasti, většinou končetiny, spojenou s tkáňovou dystrofií, motorickým deficitem a úpornou až krutou chronickou bolestí (Kozák, Kříž, 2006). V úrovni léze může dojít ke kompresi nervového kořene, rozvoji syringomyelie, míšnímu traumatu či ischemii, traumatu míchy a kořene. Bolesti pod úrovní léze jsou též označovány jako centrální dysestetický syndrom, centrální bolesti, fantomová bolest nebo deafferentační bolest (Kozák & Kříž, 2006).

Neuropatickou bolest patří mezi jedny z nejhůře léčitelných bolestivých stavů. Kromě výškové lokalizace lze bolest rozlišit na bolest stimulovanou a bolest spontánní. Pod stimulovanou bolest spadá alodynie a hyperalgezie. Spontánní bolest může být trvalá, a to většinou pálivá, nebo paroxysmální – bodavá a vystřelující.

Léčba neuropatické bolesti je často velmi obtížná a k její léčbě se jako léky první volby užívají antidepressiva a antikonvulziva a mezi léky druhé a třetí volby patří opioidy. Léčba silné neuropatické bolesti by měla být komplexní. Vedle účinné farmakoterapie by měla zahrnovat i fyzikální terapii, psychoterapii či vhodné invazivní léčebné postupy (Hakl, 2016).

Pacienti s kompletní lézí nad úrovní Th6 mají poruchu termoregulace. Ta vychází z poruchy aference z kožních receptorů do hypotalamu a následně neschopností regulovat

vazokonstrikci, vazodilataci a pocení. Rizikem je tedy přehřátí těchto pacientů v letních měsících (Kříž & Hyšperská, 2009).

4 PACIENT S MÍŠNÍ LÉZÍ A POHYB

Pacient s míšní lézí je ohrožen širokou škálou komplikací, které postihují prakticky všechny orgánové soustavy. Tyto komplikace snižují kvalitu jeho života a zkracují jeho délku, a proto je maximální snaha tyto zdraví ohrožující stavy eliminovat. Tomu v České republice napomáhá spinální program, zlepšující se kvalita péče a snaha informovat o specifikách péče o spinální pacienty odbornou veřejnost zejména těch pracovišť, které se na spinální pacienty nezaměřují. Jednou z opomíjených forem prevence komplikací u pacientů s míšní lézí je pohyb.

Motorický deficit znemožňuje pohyb a váže se na něj řada muskuloskeletálních i metabolických změn, které jsou blíže popsány v kapitole 3.6 Komplikace. Částečná nebo úplná imobilita zanechává závažné následky na kardiovaskulárním aparátu, které jsou velmi podobné změnám známých u osob se sedavým způsobem života a řadí tak pacienty s SCI do skupiny ohrožené vznikem civilizačních chorob. Hlavním způsobem prevence u takto ohrožených osob je vhodná forma pohybu, která napomáhá snížit, nebo alespoň stabilizovat tělesnou hmotnost, snižuje krevní tlak a zvyšuje podíl aktivní tělesné hmoty s přímým dopadem na bazální metabolismus a metabolismus sacharidů.

U běžné populace je největší překážkou ve změně životního stylu zejména nízká motivace pacienta – pacient má nechuť k pohybu, i když si může vybrat z nepřeberného množství jeho forem. U pacientů s SCI však narážíme v první řadě na motorický deficit – pacient se nemůže hýbat, a pokud jsou motorické funkce z části zachovány, je mu pohyb umožněn pouze v určité formě. Ta může být pro pacienta v jeho prostředí a finanční situaci nedostupná.

Specifiky vlivu pohybové aktivity na pacienty s míšní lézí se zabývá značné množství recentních studií. Philips v roce 2011 uváděl 283 studií, zabývajících se touto problematikou (Phillips, Cote, Warburton, 2011) a jistě se nejedná o konečné číslo.

Pro zkoumání efektu pohybu na pacienty s SCI je zásadní definovat tři proměnné – typ pohybu (aktivní/pasivní), typ míšní léze (kompletní/inkompletní a její výška) a způsob pohybu, který má dopad na různé orgánové systémy. Jednotlivé studie se též liší proměnnými, které byly u pacientů sledovány.

Při zkoumání vlivu aktivního, nebo pasivního pohybu na kardiovaskulární systém byly sledovány následující parametry: TK, TF, VO₂peak (Machač, Radvanský, Kolář & Kříž, 2016), změna srdečního výdeje a systolického objemu (Woerds et al. 2006) a průtok krve ve

stehenní artérii (Muraki, Ehara & Yamasaki, 2000; Machač et al., 2016). Zejména u těchto parametrů je zásadní definovat výšku léze vyšetřovaných pacientů. Je známo, že pacienti s lézí nad Th6 mají porušenou funkci sympatiku (Popa et al., 2010) a je tedy předpoklad, že jejich kardiovaskulární systém bude na zátěž reagovat odlišným způsobem než u pacientů s lézí pod úrovní Th6.

Příkladem může být pozorovaná bradykardie u kvadruplegiků, ke které docházelo během pasivního pohybu dolních končetin. Tento jev si Figony (2017) vysvětluje tak, že zvýšení žilního návratu do srdce zvýší preload a podrážděním baroreflexu dojde k vyvolání bradykardie (Figony et al., 2017). V následujících kapitolách je proto toto rozdělení respektováno a na každou tuto skupinu pohlížíme zvlášť.

4.1 Přístrojové metody používané pro zkoumání vlivu pohybu na spinální pacienty

Pro vyšetření vlivu aktivního pohybu se u pacientů s míšní lézí používají nejčastěji rumpálové a klikové ergometry, které pacient ovládá horními končetinami. V některých studiích se můžeme setkat i s variantou běžeckého pásu upraveného pro jízdu na vozíku (wheelchair ergometer – Obrázek č. 4). Pro vyšetření pasivního pohybu je v České republice nejčastěji využívaný MOTOmed (Obrázek č. 3). Pro objektivizaci vlivu zátěže lze využít stejné nástroje jako při vyšetření zdravých jedinců. Pro kontinuální měření krevního tlaku a srdeční frekvence lze využít přístroj Finapres (Obrázek č. 5).

4.1.1 MOTOmed

MOTOmed (Obrázek č. 3) je léčebný pohybový přístroj určený pro všechny pacienty s poruchou hybnosti dolních nebo horních končetin (Kříž & Chvostová, 2009). MOTOmed lze využít jak vsedě, tak vleže v posteli a na lehátku. Jednoduchá obsluha umožňuje provádět terapii i v domácím prostředí (Wendsche & Zralá, 2005). Opakované pasivní či částečně aktivní pohyby zvyšují pohyblivost v postižených segmentech u pacientů s omezením rozsahu hybnosti nebo zvýšeným svalovým napětím (Kříž & Chvostová, 2009). U nekompletních míšních lézí a paretických svalů podporuje syntézu svalové hmoty tím, že pacient aktivně přiřlápne. Při aktivní účasti pacienta a plném soustředění je používán mozek, čímž je zapojen obrovský potenciál neuroplasticity nervové tkáně (Wendsche & Zralá, 2005).

U velké části pacientů snižuje MOTOmed spasticitu na únosnou mez (Kříž & Hyšperská, 2009) a umožňuje cvičení bezprostředně po vertikalizaci do vozíku a je osvědčen jako výborná procedura prevence kolapsů (Wendsche & Zralá, 2005).

Kromě vlivu na pohyblivost a trofiku svalů DKK je prokázán i pozitivní vliv MOTOmedu na kardiovaskulární systém a úpravu hladin krevních lipidů (West et al., 2014).



Obrázek č.4: wheelchair ergometer, online dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Stationary-wheelchair-ergometer-The-roller-of-the-ergometer-is-connected-to-a-flywheel_fig2_284843638



Obrázek č.3: MOTOmed; dostupné z: <https://www.postelova.cz/Ostatni-pomucky.html?xmlid=1678318>

4.1.2 Finapres NOVA

Finapres NOVA je přístroj schopný neinvazivního kontinuálního měření krevního tlaku a tepu. Měření probíhá pomocí prstové manžety, která je k dispozici ve třech velikostech a čidla, které se přiloží na hrudník do výše srdce. Ke zpřesnění naměřených hodnot lze použít brachiální manžetu, která porovná tlaky naměřené na paži a prstu a v případě potřeby upřesní naměřené hodnoty. Kromě TK a TF lze Finapres užít pro hodnocení činnosti ANS a ke spirometrii. Technologie firmy Finapres jsou na trhu již 30 let a v nabídce je více produktů (finapres.com). Pro měření našich pacientů byl použit právě produkt Finapres NOVA.



Obrázek č. 5: Přístroj Finapres NOVA; dostupné z:

[https://www.intermedicgroup.rs/en/product/finapres-nova/#iLightbox\[\]/0](https://www.intermedicgroup.rs/en/product/finapres-nova/#iLightbox[]/0)

4.2 Vliv aktivního pohybu na spinálního pacienta

4.2.1 Reakce spinálních pacientů s lézí pod Th6

Možnosti adaptace organismu na zátěž u paraplegiků se věnoval Bougenot (2003), který zjišťoval reakci organismu na intervalový trénink u 7 probandů. Ti prováděli intervalový trénink na vozíkovém ergometru (wheelchair ergometer – Obrázek č. 4) po dobu 6 týdnů, 3 x týdně po 45 minutách, které byly rozděleny do 9 pětiminutových úseků. Během 5 minut pacienti 4 minuty cvičili v průměrné intenzitě a poslední minutu zakončili v intenzivní zátěži.

Bougenot provedl před zahájením intervalového tréninku zátěžový test, kde zvyšoval odpor o 10 W každé 2 minuty do té doby, než proband nebyl schopen udržet stanovenou rychlost. Stejně měření provedl po 6 týdnech intervalového tréninku. Výsledkem intervalového tréninku bylo zvýšení maximálního tolerovaného odporu až o 20 %, aerobního prahu a maximální spotřeby kyslíku. Tepová frekvence a ventilace byla výrazně vyšší při určitém odporu než při prvním měření a celkový objem fyzické práce, jež byl proband schopen vykonat, se zvýšil o 25 %. Hodnota maximální tepové frekvence se zdála být beze změny (Bougenot et al., 2003).

4.2.2 Reakce spinálních pacientů s lézí nad Th6

Při hodnocení reakce pacientů s lézí nad Th6 na zátěž je nutné si uvědomit, že se u těchto pacientů liší již klidové hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence. Claydon a Krassioukova (2006) prokázali nižší TF a TK u těchto pacientů a Machač (2016) upozornil na jinou zátěžovou odezvu kardiovaskulárního aparátu (Claydon & Krassioukova, 2006; Machač et al., 2016).

Ta je způsobena porušenou funkcí sympatiku, který je zásadní pro redistribuci krve ze splachniku do aktivních svalů (Machač, 2017). Další funkcí sympatiku je regulace srdeční činnosti prostřednictvím adrenalinu, který má pozitivní chronotropní, dromotropní a inotropní účinky (Radvanský, 2011).

Machač (2016) ve své studii testoval 20 tetraplegiků mužského pohlaví a porovnával reakce jejich KV s kontrolní skupinou 27 mužů bez motorického deficitu. Mezi měření hodnoty patřil TK, TF, VO_{2peak} – vrcholová spotřeba kyslíku a VE_{peak} , tedy minutová ventilace. Obě skupiny absolvovaly zátěžový test, kdy probandi měli za úkol udržet stálý

počet otáček a docházelo k postupnému zvětšování zátěže až do maxima. Autor porovnával hodnoty u maximální zátěže obou skupin a pro objektivizaci výsledků pak aplikoval zátěžový protokol SCI skupiny na kontrolní skupinu.

Reakce KV obou skupin byla odlišná. Hodnota sTK po ukončení zátěže byla vyšší než při měření v klidu pouze u kontrolní skupiny. U SCI skupina nedocházelo ke změnám tlaku v reakci na aktivní zátěž a po ukončení zátěže došlo u šesti pacientů ke snížení tlaku, hodnota tlaku u tří probandů byla neměřitelná. U kontrolní skupiny naopak došlo k fyziologickému navýšení TK při fyzické zátěži. Při zátěži došlo k navýšení TF, nicméně maximální hodnota TF se lišila při zátěži do maxima (Machač, et al., 2016).

Tyto výsledky se shodují s Birkovou studií (2001), který skupinu tetraplegiků s lézí v úrovni C4 vystavil aktivnímu cvičení v podobě elevace ramen proti odporu (0,7 kg a 1,4 kg závaží zavěšené na rukávech). Ten popsal zvýšení TF v průběhu cvičení, a nižší hodnoty TK po ukončení cvičení než v klidu. K nejvýraznějšímu snížení TK došlo u největší zátěže – tedy 1,4 kg závaží a cvičení po dobu 40 minut (Birk et al., 2001).

Currie (2015) porovnával reakci KV systému u kvadruplegiků atletů (17 ± 3 hodin sportovních aktivit za týden) a kvadruplegiků s minimem hodin trávených sportem (1 ± 1 hodin sportu za týden). Zaznamenal výrazné rozdíly v hodnotách maximální TF při zátěži, kdy atleti dosahovali podstatně vyšších hodnot (161 ± 20 vs. 102 ± 34). Při tom výše míšní léze byla u všech probandů v rozmezí C4 – C8 a AIS byla A, nebo B.

V rámci vyšetření funkce sympatického systému probandi podstoupili sit – up test, v jehož průběhu jim byl měřen TK a TF. Výsledky ukázaly, že 23 % probandů atletů mělo OH v porovnání s 88 % nesportujících kvadruplegiků. Dalším testem bylo zjišťování sympatické reakce kůže, kterou vyvolali stimulací mediálního nervu. Opět, atleti měli vyšší skóre v tomto testu.

Z těchto poznatků tedy vyplývá, že ani kompletní motorická léze nemusí znamenat přerušení sympatických drah. Tři probandi vykazovali nulovou reakci na podráždění n. medianus, nicméně jejich TF byla výrazně vyšší než TF nesportujících probandů. Z toho vyplývá, že přes stejnou lokalizaci vasomotorických a sudomotorických drah sympatiku, může dojít k poškození pouze jedné složky tohoto systému (Currie et al., 2015).

4.3 Vliv pasivního pohybu na spinální pacienty

4.3.1 Reakce pacientů s míšní lézí nad úrovní Th6

S cílem objasnit zátěžovou odezvu kardiovaskulárního aparátu organismu s míchou přerušenu v horní hrudní páteři, provedla skupina vědců experimentální studii na laboratorních myších (West et al., 2014). West a jeho tým testovali 3 skupiny myší – s výškou léze v etáži Th3. První skupina myší byla podrobena cvičebnímu programu stávajícího se z pasivního pohybu 2krát 30 minut každý den po dobu jednoho měsíce. Druhá skupině myší byla provedena léze stejné výšky, ale nepodstoupila cvičební program. Třetí skupina myší byla kontrolní skupinou bez míšní léze a bez pohybové intervence.

Závěry této studie zní velmi slibně, neboť se ukázalo, že skupina myší s míšní lézí měla v porovnání s necvičící skupinou již po jednom měsíci příznivější krevní obraz. Konkrétně to byly vyšší hladiny HDL cholesterolu a nižší hladiny triglyceridů. Cvičící skupina myší měla navíc příznivější hodnoty viscerálního tuku a tělesné hmoty oproti necvičícím myším, u nichž tělesná hmotnost kontinuálně rostla.

Dalším pozitivním dopadem na KV bylo zachování správné funkce srdečního svalu. SCI skupina bez pasivního pohybu vykazovala snížení enddiastolického i systolického objemu a srdečního výdeje. Kontrolní skupina bez SCI a SCI skupina s pasivním pohybem tyto rozdíly nevykazovaly (West, et al., 2014). Z uvedeného vyplývá, že ačkoliv byl organismus připraven o schopnost aktivního pohybu, podařilo se pravidelným pasivním pohybem udržovat stav kardiovaskulárního aparátu do té míry, že experimentální skupina, která cvičila, dosáhla výsledků blízkých kontrolní zdravé skupiny a vzdálila se výsledkům necvičící skupiny. Zda je tyto závěry možné aplikovat na skutečné pacienty s míšní lézí zatím však není zcela jasné. Naerdone (2017) a jeho tým v systematickém review upozorňují na rozcházející se výsledky studií zkoumajících laboratorní hlodavce a lidské pacienty. Jako příčiny uvádějí heterogenitu postižení pacientů s SCI oproti homogenní skupině myší, kterým byla za stejných podmínek, ve stejný čas provedena míšní léze shodným způsobem v přesně definované výšce. Další problém autoři vidí v příliš malých zkoumaných vzorcích a technicky nemožnému podání placebo (Nardone et al., 2017).

4.3.2 Reakce pacientů s míšní lézí pod úrovní Th6

Rayegani (2011) testoval 64 SCI pacientů, které rozdělil do 2 skupin. Jedna skupina, prováděla cyklický pasivní pohyb DKK 3x denně po 20 ti minutách po dobu 2 měsíců a druhá skupina absolvovala rutinní fyzioterapii jako je stretching, udržování rozsahu pohybu a posilování. Výsledkem byl lepší rozsah pohybu v kyčelním a hlezenním kloubu u skupiny provádějící cyklické pasivní pohyby. Nalezen byl i pozitivní efekt na snížení spasticity DKK (Rayegani, et al., 2011).

Ballaz (2008) se také věnoval účinku opakovaného cyklického pasivního pohybu DKK na paraplegického pacienta. Během 6 týdnů celkem 17 pacientů absolvovalo 36 cvičebních jednotek. Cílová hodnota otáček byla 45 za minutu a čas 30 minut pro jednu cvičební jednotku a k těmto hodnotám se všichni pacienti dostali během prvního týdne. Ballaz (2008) měřil hodnoty průtoku krve stehenní tepnou pomocí ultrazvuku v klidu a po 10minutovém cyklickém pasivním pohybu. Toto měření provedl před 6týdenním programem a po absolvování 6 ti týdnů. Výsledkem bylo výrazné zvýšení rychlosti průtoku krve cévami dolních končetin při nezměněné tepové frekvenci (Ballaz, 2008).

Okamžitému vlivu na kardiovaskulární systém u paraplegiků se zabýval Woerds (2006) a Muraki (1991). Závěry obou autorů se rozcházejí. Muraki (1991), provedl studii, které se zúčastnilo 6 paraplegických pacientů. Pacienti prováděli pasivní pohyb DKK po dobu 2 x 6 minut, při rychlosti 40 otáček za minutu. Muraki popisuje signifikantní zvýšení srdečního výdeje a systolického objemu 20 s po zahájení pasivního pohybu. Změnu na TF během celého cvičení však nezaznamenal (Muraki, Ehara, Yamasaki, 2000).

Woerdsovi (2006) výsledky naopak ukazují, že během pohybu DKK nedochází ke změnám na průtoku krve stehenní artérií ani ke zvýšení srdečního výdeje. Jeho měření podstoupilo 8 paraplegiků, kteří prováděli pasivní cyklický pohyb DKK po dobu 20 minut při rychlosti 35 otáček za minutu. Woerds nezměřil žádný rozdíl v cévním odporu cév DKK, a tedy rychlosti proudění krve. Hodnoty TK zůstaly rovněž beze změny (Woerds, et al., 2006).

Rozdílné výsledky si Woerds vysvětluje použitím jiného typu ergometru a pozice pacienta – Muraki měřil v sedu bez opory zad s užitím bicyklového ergometru, kdežto Woerds využil cyklického ergometru a pacienti seděli ve vozíku s oporou zad. Právě aktivita břišních svalů vsedě v případě měření dle Murakiho mohla zvýšit venózní návrat a ke zvýšení systolického objemu mohlo dojít Frank-Starlingovým mechanismem (Woerds, et al., 2006).

Ballaz (2007) měřil 15 probandů po poranění míchy, a to výši míšní léze od Th4 po L1. Nerozdělil tedy pacienty dle výše míšní léze a zachovalé funkce sympatického systému. Probandi absolvovali 10 minut cyklického pasivního pohybu v rychlosti 40 otáček za minutu. Měření průtoku krve femorální artérii pomocí ultrazvuku proběhlo před a po cyklickém pohybu a výsledkem bylo zvýšení průtoku krve beze změny na tepové frekvenci (Ballaz et al., 2007).

Reakci paraplegiků a kvadruplegiků na samotný pasivní pohyb DKK a pasivní pohyb kombinovaný s FES provedl Figony (2017). Skupinu 13 paraplegiků a 17 kvadruplegiků podrobil 5 ti minutám pasivního pohybu o rychlosti otáček 50 otáček za minutu a poté prováděl pohyb DKK pomocí FES. Došel k závěru, že samotný pasivní pohyb nevyvolá statisticky významnou změnu a zásadním pro vyvolání metabolické a kardiovaskulární odezvy je právě FES. Samotná reakce organismu a tím i naměřené hodnoty jako minutová ventilace, srdeční výdej či systolický objem se dle Figonyho v rámci skupin signifikantně nelišily, a proto se skupinou paraplegiků a tetraplegiků dále počítal jako s jednou skupinou.

Názory autorů na vliv cyklického pasivního pohybu DKK na KV systém pacientů po míšní lézi se liší. Pokud by se podařilo prokázat, že dochází ke změně TK či TF, jednalo by se o jednu z možností, jak ovlivnit bazální metabolismus a tím alespoň částečně snížit nepoměr mezi výdejem a příjmem energie, problémem tak často doprovázející pacienty po poranění míchy.

5 CÍLE

1. Cílem této diplomové práce je shrnout dosavadní poznatky o vlivu pasivního pohybu na kardiovaskulární systém pacientů s míšní lézí.
2. Tyto poznatky experimentálně ověřit na skupině spinálních pacientů pomocí přístroje pro provádění pasivních pohybů (MOTOmed) a přístroje měřícího krevní tlak a tepovou frekvenci (Finapres NOVA).
3. Porovnat odezvu kardiovaskulárního systému u pacientů s míšní lézí nad Th6 a pod touto úrovní.

6 HYPOTÉZY A VĚDECKÉ OTÁZKY

- V1 Projevuje se pasivní pohyb na kardiovaskulárním systému pacientů s míšní lézí změnami srdeční frekvence a krevního tlaku?
- V2 Liší se odezva kardiovaskulárního systému pacientů s intaktní a s narušenou sympatickou regulací srdce a cév (hranice léze v úrovni Th6)?
- H1 Klidové hodnoty krevního tlaku (TK_{klid}) skupiny A (míšní léze nad segmentem Th6) se budou lišit od klidových hodnot krevního tlaku (TK_{klid}) skupiny B (míšní léze pod segmentem Th6) a to na hladině statistické významnosti $p=0,05$.
- H2 Klidové hodnoty srdeční frekvence (TF_{klid}) skupiny A (míšní léze nad segmentem Th6) se budou lišit od klidových hodnot srdeční frekvence (TF_{klid}) skupiny B (míšní léze pod segmentem Th6) a to na hladině statistické významnosti $p=0,05$.
- H3 Hodnoty krevního tlaku (TK_z) v průběhu pasivního pohybu skupiny A (míšní léze nad segmentem Th6) se budou lišit od hodnot krevního tlaku (TK_z) v průběhu pasivního pohybu skupiny B (míšní léze pod segmentem Th6) a to na hladině statistické významnosti $p=0,05$.
- H4 Hodnoty srdeční frekvence (TF_z) v průběhu pasivního pohybu skupiny A (míšní léze nad segmentem Th6) se budou lišit od hodnot srdeční frekvence (TF_z) skupiny B (míšní léze pod segmentem Th6) a to na hladině statistické významnosti $p=0,05$.
- H5 Klidové hodnoty krevního tlaku (TK_{klid}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) skupiny A, se budou lišit od hodnot krevního tlaku (TK_z) a srdeční frekvence (TF_z) v průběhu pasivního pohybu a hodnot krevního tlaku (TK_{klid}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) po ukončení pasivního pohybu.
- H6 Klidové hodnoty krevního tlaku (TK_{klid}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) skupiny B, se budou lišit od hodnot krevního tlaku (TK_z) a srdeční frekvence (TF_z) v průběhu pasivního pohybu a hodnot krevního tlaku (TK_{rest}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) po proběhnutí pasivního pohybu.

7 METODIKA

Měření probíhalo na Spinální jednotce Nemocnice Motol od roku 2016 do roku 2018. Celkem bylo vyšetřeno 17 probandů ve věkovém rozmezí 22 až 66 let. Před měřením byly do protokolu zaznamenány následující údaje: výška, váha a věk probanda, výše míšního poranění dle škály ISNCSI.

Pacienti obou skupin absolvovali 25minutové měření, v jehož celém průběhu byly kontinuálně měřeny hodnoty krevního tlaku a tepová frekvence. K měření byl využit přístroj Finapres NOVA. Dolní končetiny každého pacienta byly upevněny k přístroji MOTOMed. Pro zpřesnění hodnot naměřených přístrojem Finapres byla před samotným měřením použita kalibrace brachiální manžetou. Prvních 5 minut byl pacient v klidu. Poté byl spuštěn přístroj MOTOMed rychlostí 15 otáček za minutu na dobu 15 minut. Poté následovala opět 5minutová klidová fáze bez pasivního pohybu dolních končetin.

Pro potřeby statistického zhodnocení byly pacienti rozděleni do 2 skupin dle výše míšní léze. Námi stanovenou hranicí byla úroveň léze v oblasti obratle Th6, tedy hranice pro sympatickou regulaci srdce a cév. Probandů s postižením nad Th6 bylo 10, probandů s výškou léze pod Th6 bylo 7.

8 VÝSLEDKY

8.1 Charakteristika výzkumného souboru

Měření vlivu pasivního pohybu na krevní tlak a tepovou frekvenci se účastnilo 17 pacientů spinální jednotky FN Motol. V tabulce č. 1 jsou zaznamenány podrobné údaje o výšce jejich léze (sloupec 1), její závažnosti (sloupec 2 – hodnocení kompletnosti léze dle AIS). Dále jsou v tabulce zaznamenány antropometrické parametry – věk, hmotnost a výška pacienta. Z tabulky vyplývá, že se měření účastnilo 9 pacientů s úrovní léze nad Th6 a 6 pacientů s SCI pod Th6. Průměrný věk pacientů byl 42,8 let (SD \pm 15,8; medián = 37), průměrná hmotnost 74,8 kg (SD \pm 8,7; medián = 79) a průměrná výška 175 cm (SD \pm 11,1; medián = 175).

Úroveň míšní léze	Kompletnost léze dle AIS	věk/roky	hmotnost/kg	výška/cm
C4	B	22	82	187
C4	A	61	80	184
C4	C	33	70	180
C6	A	26	85	190
C6	B	26	78	186
C7	A	39	72	175
T1	A	35	71	164
T1	A	30	65	173
T4	B	66	51	152
T9	A	65	73	182
T9	C	54	80	170
T10	A	66	65	158
T10	A	59	80	175
T11	A	28	80	168
T11	C	30	85	193
L2	C	44	80	175
Průměr \pm SD		42,8 \pm 15,8	74,8 \pm 8,7	175 \pm 11,1
Medián		37	79	175

Tabulka č. 1: Charakteristika výzkumného souboru

8.2 Průběh měření

Měření proběhlo dle metodického plánu. Studie se zúčastnilo 17 probandů, z nichž dva museli být ze souboru vyloučeni. U jednoho pacienta nebylo možné naměřit krevní tlak a tepovou frekvenci. Druhý pacient byl ze souboru vyřazen kvůli falešně vysokým hodnotám krevního tlaku. Kontrolní měření manžetou ukázalo fyziologické hodnoty tlaku, takže neúspěch byl pravděpodobně dán chybou přístroje. U tohoto pacienta nebylo možné provést kontinuální měření jako u ostatních, a proto byl z experimentálního souboru vyloučen.

8.3 Naměřená data

Naměřená data byla zpracována v počítačovém softwaru Microsoft Excel verze 2010. Z jednotlivých časových úseků byly stanoveny průměrné hodnoty sTK, dTK a TF (Tabulka č. 2).

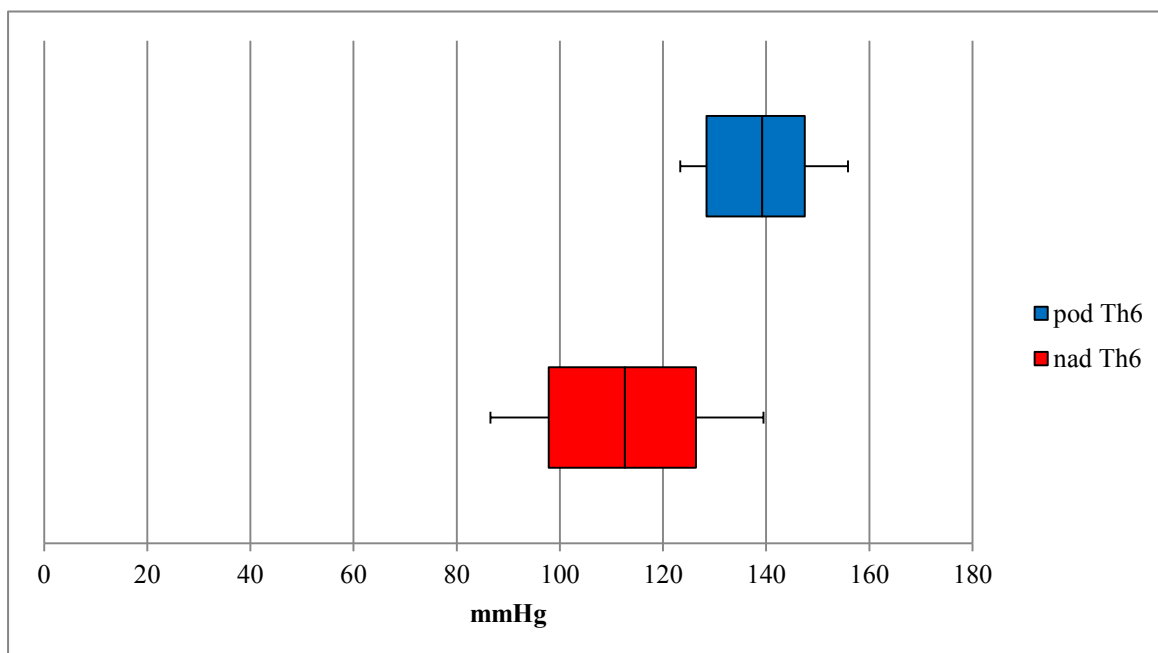
8.4 Statistická analýza dat

Statistická analýza byla provedena v počítačovém softwaru Microsoft Excel verze 2010. Pro ověření hypotéz 1 až 4 byla použita nepárová forma Studentova t-testu s jednostranným rozdělením. Pro ověření hypotéz 5 a 6 byla použita analýza rozptylu ANOVA. Hladina statistické významnosti byla stanovena při $p \leq 0,05$.

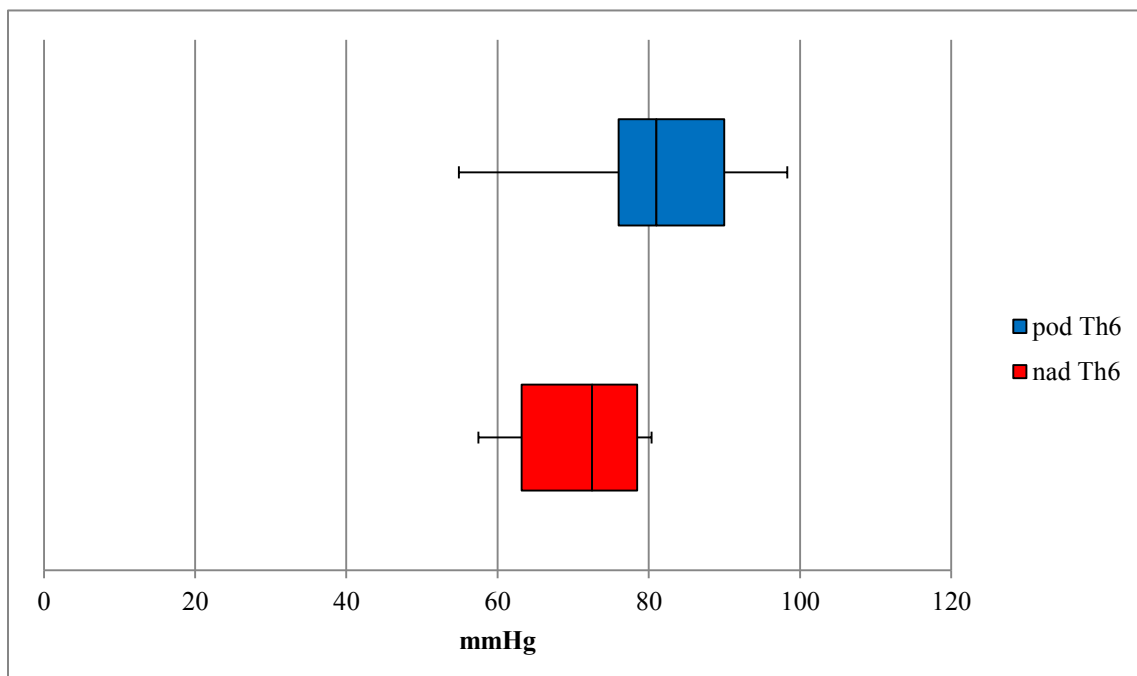
H1

Cílem ověření hypotézy 1 bylo zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi klidovými hodnotami krevního tlaku pacientů s úrovní léze nad Th6 (skupina A) a pacientů s lézí pod úrovní Th6 (skupina B). Studentův t-test ukázal, že statisticky významný rozdíl je pouze u systolického krevního tlaku ($p = 0,004$). Při porovnání klidového diastolického tlaku obou skupin rozdíl není statisticky významný ($p = 0,11$).

Klidové hodnoty systolického tlaku a jejich rozptyl znázorňuje Obrázek č. 6. Klidové hodnoty diastolického tlaku a jejich rozptyl ukazuje Obrázek č. 7.



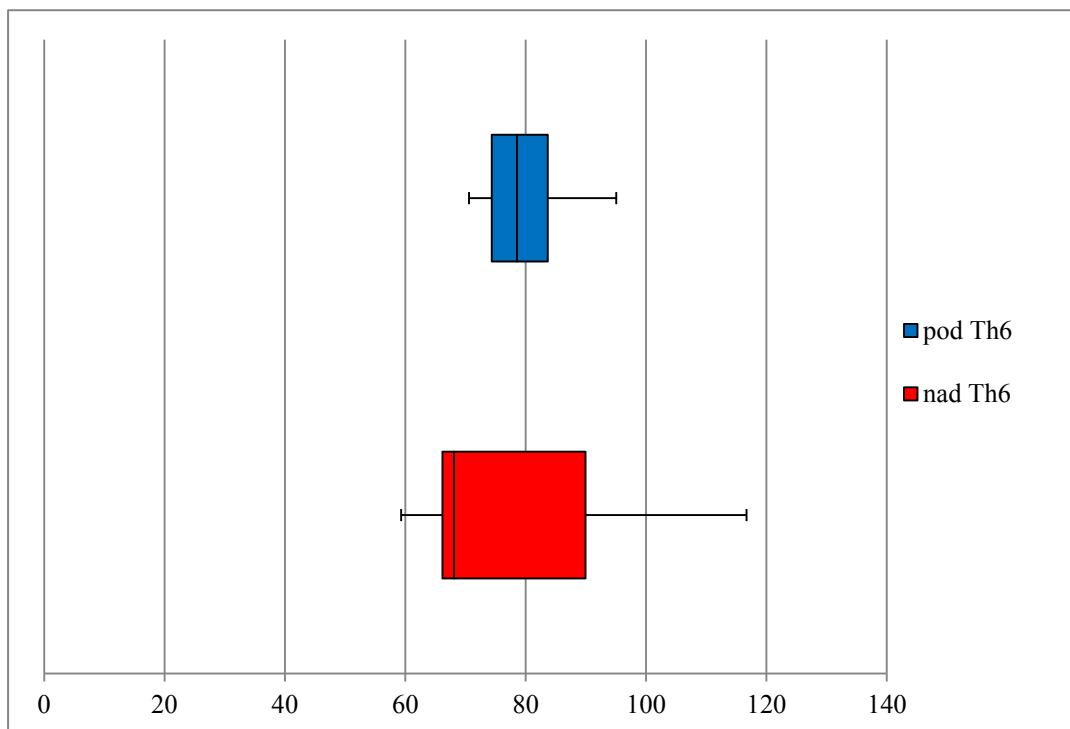
Obrázek č. 6: Klidové hodnoty systolického tlaku



Obrázek č. 7: Klidové hodnoty diastolického tlaku

H2

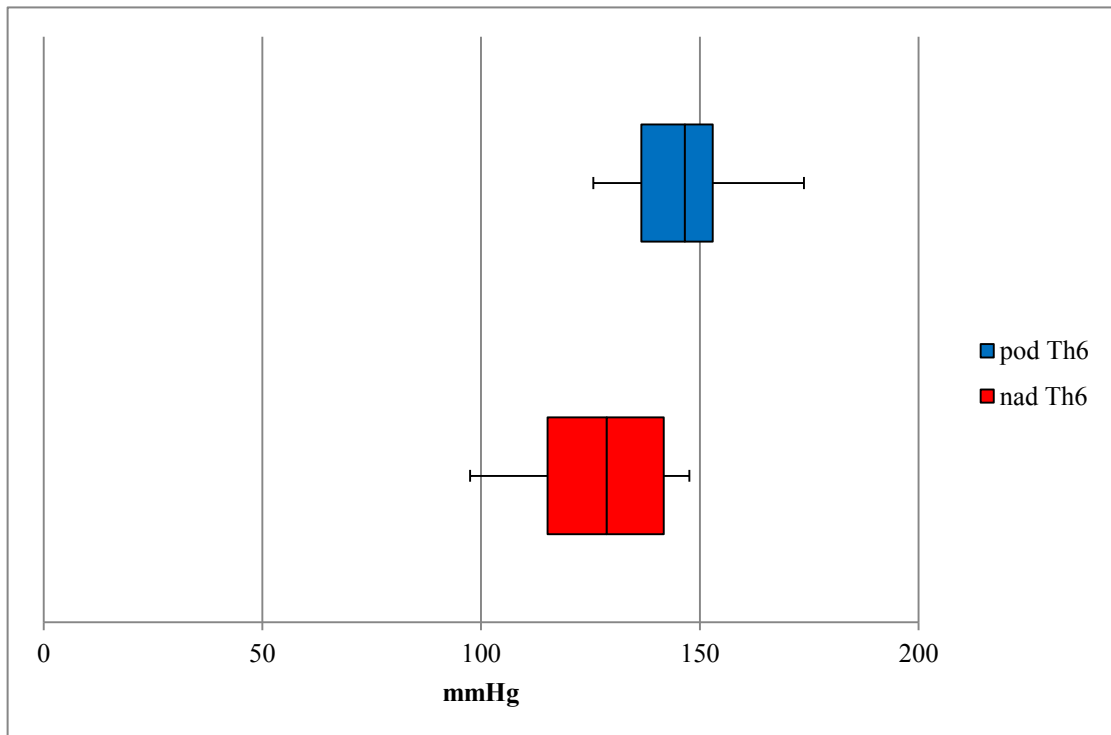
Cílem ověření hypotézy 1 bylo zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi klidovými hodnotami tepové frekvence pacientů s úrovní léze nad Th6 (skupina A) a pacientů s lézí pod úrovní Th6 (skupina B). T-test ukázal, že se tyto hodnoty statisticky významně neliší ($p = 0,44$). Klidové hodnoty tepové frekvence a jejich rozptyl znázorňuje krabicový graf níže (Obrázek č. 8).



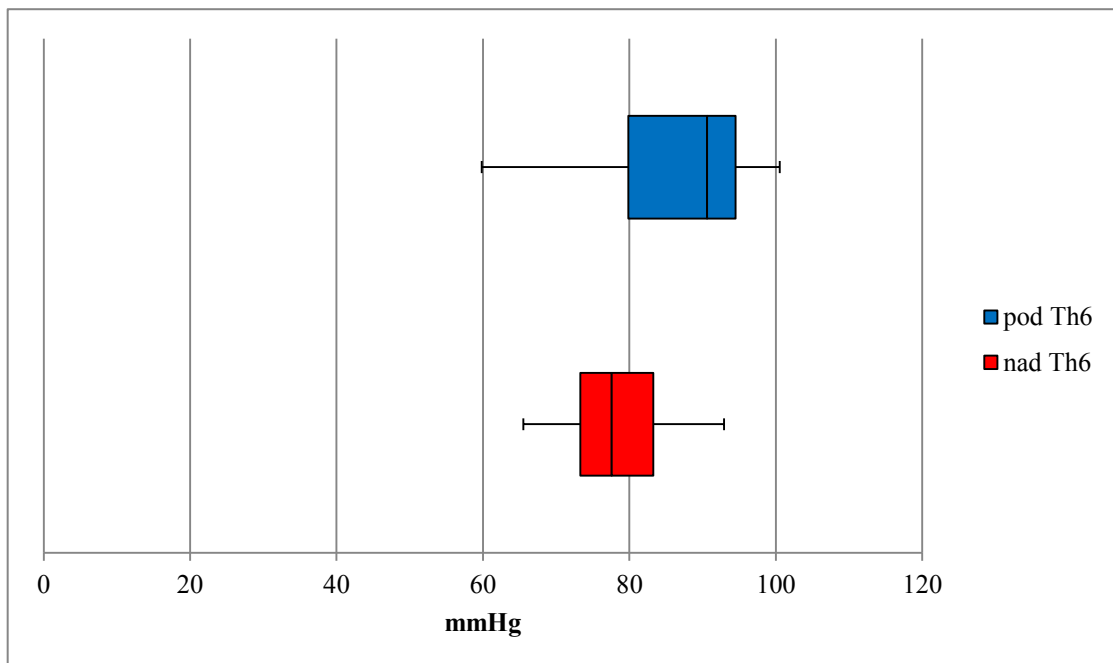
Obrázek č. 8: Tepová frekvence v klidu

H3

Cílem ověření hypotézy 3 bylo zjistit, zda se statisticky významně liší hodnoty krevního tlaku v průběhu pasivního pohybu u skupiny A a skupiny B. Statisticky významný byl v tomto případě rozdíl systolického krevního tlaku ($p = 0,021$), rozdíl diastolického tlaku byl statisticky nevýznamný ($p=0,16$). Hodnoty systolického tlaku měřeného v průběhu pasivního pohybu zobrazuje krabicový graf (Obrázek č. 9). Hodnoty diastolického tlaku v průběhu pasivního pohybu znázorňuje krabicový graf níže (Obrázek č. 10).



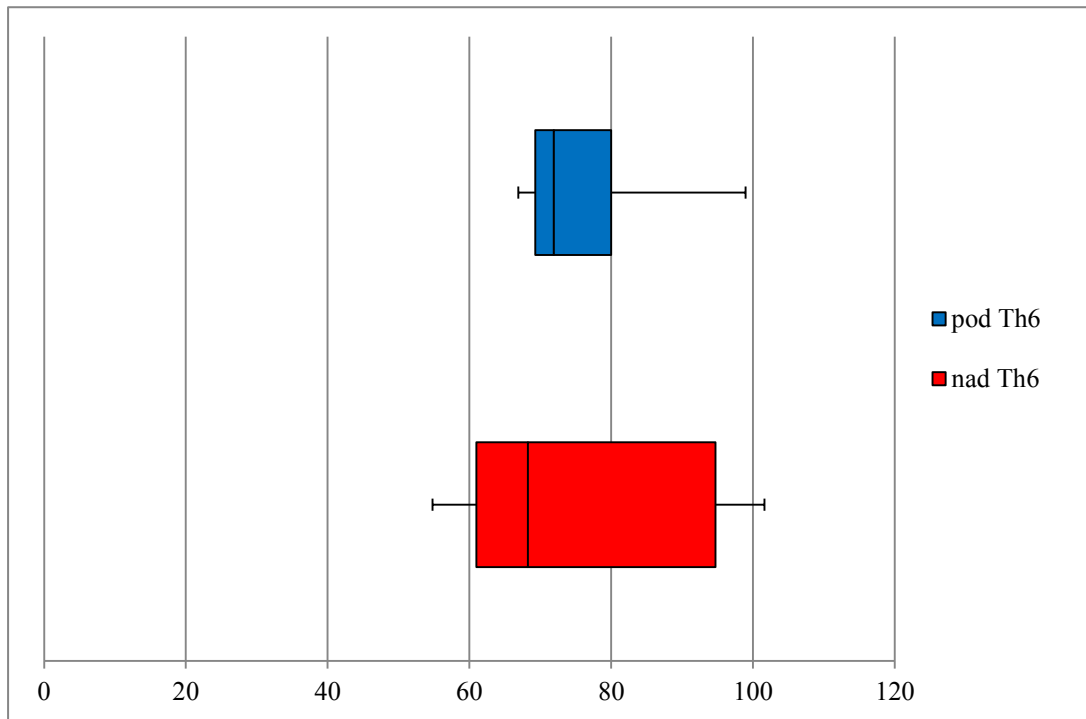
Obrázek č. 9: Hodnoty systolického krevního tlaku v průběhu pasivního pohybu



Obrázek č. 10: Hodnoty diastolického krevního tlaku v průběhu pasivního pohybu

H4

Cílem ověření hypotézy 3 bylo zjistit, zda se statisticky významně liší hodnoty srdeční frekvence v průběhu pasivního pohybu mezi skupinami A a B. Dle t-testu tento rozdíl nebyl statisticky významný ($p=0,47$). Hodnoty srdeční frekvence v průběhu pasivního pohybu a jejich rozptyl znázorňuje krabicový graf (Obrázek č. 11).

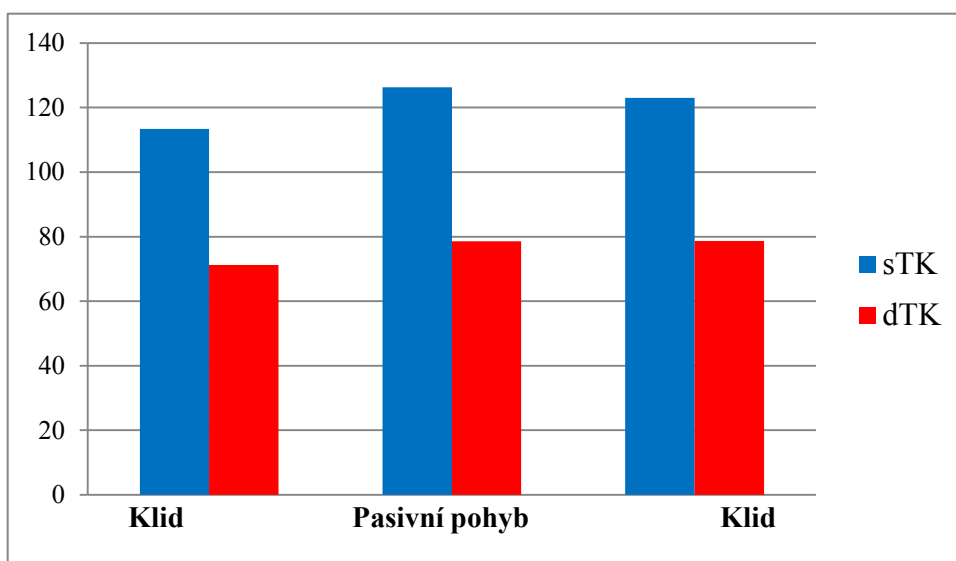


Obrázek č. 11: Hodnoty tepové frekvence v průběhu pasivního pohybu

H5

Hypotéza 5 zněla: „Klidové hodnoty krevního tlaku (TK_{klid}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) skupiny A, se budou lišit od hodnot krevního tlaku (TK_z) a srdeční frekvence (TF_z) měřených v průběhu pasivního pohybu a hodnot krevního tlaku (TK_{klid}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) po proběhnutí pasivního pohybu.“

Analýza ANOVA ukázala, že žádná ze změn uvedených veličin nebyla statisticky významná ($p_{syst.TK} = 0,36$; $p_{diast.TK} = 0,20$; $p_{TF} = 0,88$). Nicméně ke změnám tlaku docházelo, což ukazuje Obrázek č. 12. Tuto hypotézu se nepodařilo potvrdit.

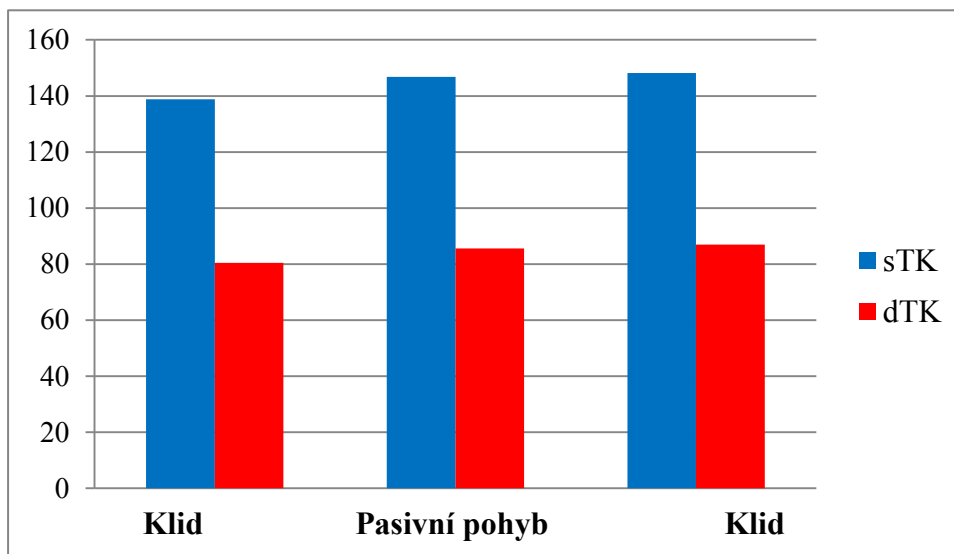


Obrázek č. 12: Porovnání systolického a diastolického tlaku u skupiny pacientů nad Th6 v průběhu měření

H6

Hypotéza 6 zněla: „Klidové hodnoty krevního tlaku (TK_{klid}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) skupiny B, se budou lišit od hodnot krevního tlaku (TK_z) a srdeční frekvence (TF_z) v průběhu pasivního pohybu a hodnot krevního tlaku (TK_{klid}) a srdeční frekvence (TF_{klid}) po proběhnutí pasivního pohybu.“

Dle analýzy ANOVA změny tepové frekvence ani změny krevního tlaku nedosáhly hladiny statistické významnosti ($p_{syst.TK} = 0,57$; $p_{diast.TK} = 0,73$; $p_{TF} = 0,97$). Ke změnám tlaku ovšem opět docházelo, což je patrné z Obrázku č. 13. Tuto hypotézu se nepodařilo potvrdit.



Obrázek č. 13: Porovnání systolického a diastolického tlaku u skupiny pacientů pod Th6 v průběhu měření

nad Th6	klid	resYS	reDIA	HR		zátěž	resYS	reDIA	HR		rest	resYS	reDIA	HR
	proband 1	135,13	68,63	59,32		proband 1	147,60	77,24	54,77		proband 1	142,24	83,20	68,52
	proband 2	123,73	80,36	68,07		proband 2	133,31	83,26	64,90		proband 2	137,60	96,20	76,07
	proband 3	97,86	61,64	63,69		proband 3	109,45	71,50	60,98		proband 3	108,91	69,79	58,86
	proband 4	112,6	72,48	113,84		proband 4	115,18	73,32	101,63		proband 4	105,45	69,25	113,23
	proband 5	102,05	78,47	88,12		proband 5	115,69	85,41	86,87		proband 5	105,40	75,16	93,00
	proband 6	139,5	78,14	66,52		proband 6	141,75	77,58	60,16		proband 6	118,79	75,25	68,63
	proband 7	86,55	57,48	116,70		proband 7	97,49	65,54	94,69		proband 7	92,35	61,94	92,18
	proband 8	96,68	63,17	89,96		proband 8	145,26	92,94	97,96		proband 8	156,51	97,96	82,46
	proband 9	126,38	80,26	66,19		proband 9	128,74	80,47	68,26		proband 9	139,89	79,43	59,56
mean	113,39	71,18	81,38		mean	126,27	78,58	76,69		mean	123,01	78,69	79,17	
sd	17,64	8,30	20,68		sd	16,63	7,67	17,36		sd	20,45	11,41	16,87	
pod Th6	klid	resYS	reDIA	HR		zátěž	resYS	reDIA	HR		rest	resYS	reDIA	HR
	proband 1	126,75	74,43	74,24		proband 1	125,68	76,57	73,69		proband 1	121,45	77,55	75,42
	proband 2	123,36	54,90	70,59		proband 2	142,99	59,85	66,90		proband 2	146,78	61,70	69,78
	proband 3	155,84	81,28	84,13		proband 3	173,84	91,49	82,94		proband 3	177,78	92,06	78,35
	proband 4	133,50	80,74	95,07		proband 4	134,56	89,69	98,97		proband 4	139,30	93,81	103,89
	proband 5	144,92	98,31	82,26		proband 5	150,14	100,54	79,29		proband 5	148,24	99,70	75,90
	proband 6	148,32	92,85	74,84		proband 6	153,89	95,50	70,08		proband 6	155,51	96,58	71,58
mean	138,78	80,42	80,19		mean	146,85	85,61	77,41		mean	148,18	86,90	79,15	
sd	11,76	13,92	8,14		sd	15,29	13,65	12,68		sd	16,96	13,26	11,42	

Tabulka č. 2: Průměrné hodnoty TF a TK

9 DISKUZE

Otázka řešení zdravotních komplikací u pacientů s míšní lézí je v soudobé literatuře často řešeným problémem. Mechanizmy prevence dekubitů, TEN a urologických infekcí jsou poměrně dobře známé. Otevřeným polem pro výzkum jsou teď možnosti pohybové intervence.

Vzhledem k heterogenitě skupiny pacientů je nutné vydefinovat typ pohybu (aktivní/pasivní), typ a rozsah míšní léze (kompletní/inkompletní a její výška) a způsob pohybu podle požadovaného efektu (např.: aerobní cvičení zaměřené na zvýšení kardiorespirační zdatnosti, pasivní protahování zaměřené na udržení rozsahu pohybu v kloubech). Vzhledem k tématu práce jsem zkoumal studie zaměřené na vliv cyklického pohybu na kardiovaskulární aparát pacientů s míšní lézí. V užším výběru se pak ocitly práce zkoumající vliv cyklického pasivního pohybu na krevní tlak a tepovou frekvenci pacientů s SCI. Cílem těchto studií je zjistit, zda cyklický pasivní pohyb dolních končetin dokáže vyvolat odezvu kardiovaskulárního aparátu a zda je možné pasivní pohyb možné využít v prevenci kardiovaskulárních chorob, kterými jsou pacienti s SCI ohroženi.

Pasivním pohybem dolních končetin a jeho vlivem na lidské tělo se zabývala řada studií. Zkoumaly vliv na muskuloskeletální systém, kardiovaskulární systém a kardiorespirační systém. K dohledání jsou jak dlouhodobé studie posuzující účinek opakovaného pasivního pohybu DKK, tak studie posuzující okamžitý vliv pasivního pohybu na pacienta po poranění míchy.

V jedné z dlouhodobých studií se dokázalo prokázat pozitivní efekt cyklického pasivního pohybu prováděného 2 měsíce na spasticitu a rozsahy pohybů (Rayegani, et al., 2011). Vliv PC na kardiovaskulární aparát se zajímal Ballaz (2008), který porovnával rychlost proudění krve stehenní tepnou před šestitýdenním obdobím, ve kterém pacienti absolvovali 36 cvičebních jednotek, obsahujících 30 minut PC DKK. Výsledkem bylo výrazné zvýšení rychlosti průtoku krve cévami dolních končetin při nezměněné tepové frekvenci (Ballaz, 2008).

Okamžitým vlivem na kardiorespirační a kardiovaskulární systém se zabývali Woerds (2006), Muraki (2000), Ballaz (2007) a Figony (2017). Právě výsledky těchto studií se rozcházejí – Muraki (2000) popisuje signifikantní zvýšení srdečního výdeje a systolického objemu a Ballaz (2007) zase zrychlení průtoku krve stehenní artérií. Proti tomu Woerds (2006) a Figony (2017) nezaznamenali statisticky významné změny v rychlosti proudění krve

stehenní artérií, ani na srdečním výdeji, systolickém objemu nebo minutové ventilaci (Muraki, Ehara, Yamasaki, 2000; Woerds, et al., 2006; Ballaz et al., 2007; Figony et al., 2017).

V České republice je nejčastěji využívaný přístroj pro provádění cyklických pohybů u pacientů s motorickým deficitem MOTOmed. Umožňuje práci dolních i horních končetin, a to jak pasivní, tak aktivní nebo jejich kombinaci. V dřívějších letech byl prokázán vliv MOTOmedu na redukci spasticity, prevenci vzniku TEN a zlepšení a udržení rozsahu pohybu dolních končetin. Předpokládáný, ovšem nedostatečně podložený je jeho efekt na prokrvení dolních končetin a kardiovaskulární aparát pacientů s míšní lézí.

Studie provedené na laboratorních hlodavcích prokazují jednoznačný pozitivní efekt cyklického pasivního pohybu (passive cycling) na kardiovaskulární a nervový systém zvířat s míšní lézí. Prokázáno bylo snížení spasticity, zvýšená produkce mRNA pro neurotrofní faktor, snížení incidence autonomní dysreflexie a protektivní vliv PC na kardiovaskulární aparát pokusných zvířat. Nardone a jeho tým (2017) však poukazují na nesoulad ve výsledcích experimentálních studií a studií na skutečných pacientech s míšní lézí, v nichž pozitivní vliv PC není jednoznačný. Tento fakt si autoři vysvětlují nehomogenitou skupin pacientů, malými výzkumnými soubory a (Nardone et al., 2017).

Naší studie se zúčastnilo 17 spinálních pacientů, 7 s úrovní léze pod Th6 (skupina A) a 10 s úrovní léze nad Th6 (skupina B). Tato hranice byla zvolena vzhledem k intaktní sympatické inervaci u pacientů s lézí pod Th6. Pacienti absolvovali 25minutové měření, které zahrnovala 5 minut v klidu, 15 minut pasivního pohybu a 5 minut v klidu. Měření probíhalo na SJ FN Motol za využití MOTOmedu a přístroje Finapres NOVA měřícího kontinuálně krevní tlak a tepovou frekvenci.

Cílem analýzy naměřených hodnot bylo zjistit, zda se lišily hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence v klidu a v průběhu pasivního pohybu v rámci skupin A a B a mezi skupinami navzájem. Statistická analýza byla provedena v MS Excel 2010 pomocí Studentova t-testu a analýzy ANOVA.

Na základě závěrů předchozích výzkumů jsme stanovili 6 hypotéz (H1-6) a dvě výzkumné otázky (V1-2). Vědecká otázka V1 zněla „Projevuje se pasivní pohyb na kardiovaskulárním systému pacientů s míšní lézí změnami srdeční frekvence a krevního tlaku?“. Otázkou V2 bylo „Liší se odezva kardiovaskulárního systému pacientů s intaktní a s narušenou sympatickou regulací srdce a cév (hranice léze v úrovni Th6)?“

Hypotézu 1 se nám podařilo potvrdit částečně, zaznamenali jsme statisticky významný rozdíl klidového sTK mezi skupinami nad A a B, nicméně změny klidového diastolického tlaku nebyly statisticky významné.

Hypotézu 2 se nám nepodařilo potvrdit, nezaznamenali jsme statisticky významný rozdíl klidové hodnoty TF mezi skupinami A a B

Hypotézu 3 se nám podařilo potvrdit částečně, zaznamenali jsme statisticky významný rozdíl zátěžového sTK mezi skupinami A a B nicméně změny dTK nebyly statisticky významné.

Hypotézu 4 se nám nepodařilo potvrdit, nezaznamenali jsme statisticky významný rozdíl zátěžové hodnoty TF mezi skupinami A a B

Hypotéza 5 se nepotvrdila. Nezaznamenali jsme statisticky významné změny hodnot TF a TK u skupiny A během celého měření. Klidové hodnoty TK a TF se tedy nelišily od TF a TK během pasivního pohybu a TF a TK v klidové fázi po ukončení pohybu.

Hypotéza 6 se nepotvrdila. Nezaznamenali jsme statisticky významné změny hodnot TF a TK u skupiny B během celého měření. Klidové hodnoty TK a TF se tedy nelišily od TF a TK během pasivního pohybu a TF a TK v klidové fázi po ukončení pohybu.

Odpověď na naše výzkumné otázky je proto záporná. Dle našich výsledků se cyklický pasivní pohyb na kardiovaskulárním systému pacientů s míšní lézí neprojeví změnami krevního tlaku a srdeční frekvence a tato reakce se neliší u pacientů s lézí nad a pod úrovní Th6.

Naše výsledky se tedy shodují s výsledky Woerdse (2006) a Figonyho (2017), kteří též nezaznamenali žádné statisticky významné změny v oblasti kardiovaskulárního aparátu.

Jednoznačným limitem naší studie byla malá velikost výzkumného vzorku pacientů a nízká homogenita souboru v ohledu na výšku míšní léze. To, že naše výsledky neprokázaly signifikantní rozdíly mezi klidovými hodnotami a hodnotami při pasivním pohybu mohlo být způsobeno nízkými otáčkami MOTOmedu. Pro další výzkum navrhuje navýšit otáčky na 30-50/minutu.

10 ZÁVĚR

Efekt pasivního pohybu na krevní tlak a tepovou frekvenci u spinálních pacientů v naší studii nebyl prokázán. Pro udržení kondice tedy zůstává zásadní fyzická aktivita svalových skupin se zachovalou hybností. Takto zajištěný energetický výdej sice nedosahuje hodnot zdravého jedince, ale vyvolá zátěžovou odezvu organismu se všemi benefity pro kardiovaskulární aparát a metabolismus a pomáhá alespoň částečně upravit energetickou bilanci. Krátkodobě lze pohybový režim doplnit funkční elektrickou stimulací, ovšem ani takto se pacient s míšní lézí nedostane na požadovaný energetický výdej a musí počítat s úpravou stravovacích návyků a snížením energetického příjmu.

Naše práce prokázala rozdíl v krevním tlaku mezi skupinami s míšní lézí nad a pod Th6, čímž byla potvrzena dysfunkce sympatiku u pacientů s vyšší lézí.

Pasivní pohyb nezlepší stav kardiovaskulárního aparátu a nemá vliv na metabolismus, stále je však účinnou pomůckou pro redukci spasticity a udržení rozsahu pohybu. Přes to je třeba dalších studií o větších výzkumných souborech. Dle dostupných studií se též jeví výhodné zvýšit frekvenci otáček na 30-50/minutu.

11 SOUHRN

Pacienti s míšňí lézí jsou ohroženi kromě závažných komplikací i kardiovaskulárními chorobami rezultujícími z imobility. U pacientů, kteří nemají možnost aktivního pohybu je alternativou pohyb pasivní nebo FES, která je však nákladnější a méně dostupná než přístroje zajišťující pasivní pohyb. V naší práci jsme se proto zabývali otázkou, zda je možné vyvolat kardiovaskulární odpověď u spinálních pacientů pasivním pohybem dolních končetin. V hodnocení jsme zohledňovali stav ANS a porovnávali proto pacienty s míšňí lézí pod a nad Th6 (skupina A a B).

Podle našich závěrů lze říci, že u pacientů s míšňí lézí nedochází při pasivním pohybu 15 otáček za minutu k okamžité změně krevního tlaku a tepové frekvence. Reakce na takto definovanou formu zátěže se neliší u pacientů s míšňí lézí nad a pod úrovní Th6. Pasivní pohyb této intenzity lze proto použít s cílem redukce spasticity, prevence TEN a zvýšení rozsahu pohybu, nikoliv však jako cílená prevence kardiovaskulárních onemocnění. Statistická analýza však ukázala rozdílné hodnoty systolického krevního tlaku skupiny A a B, což potvrzuje porušení autonomního nervového systému.

12 REFERENČNÍ SEZNAM

- AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 6., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-726-2433-4.
- BAKKUM, Arjan J. T., Sonja DE GROOT, Mark Q. ONDERWATER, Jelle DE JONG a Thomas W. J. JANSSEN. Metabolic rate and cardiorespiratory response during hybrid cycling versus handcycling at equal subjective exercise intensity levels in people with spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2014, **37**(6), 758-764. DOI: 10.1179/2045772313Y.0000000164. ISSN 1079-0268. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2045772313Y.0000000164>
- BAKKUM, Arjan J. T., Sonja DE GROOT, Mark Q. ONDERWATER, Jelle DE JONG a Thomas W. J. JANSSEN. Metabolic rate and cardiorespiratory response during hybrid cycling versus handcycling at equal subjective exercise intensity levels in people with spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2014, **37**(6), 758-764. DOI: 10.1179/2045772313Y.0000000164. ISSN 1079-0268. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2045772313Y.0000000164>
- BALLAZ, Laurent, Nicolas FUSCO, Armel CRÉTUAL, Bernard LANGELLA a Régine BRISSOT. Peripheral Vascular Changes After Home-Based Passive Leg Cycle Exercise Training in People With Paraplegia: A Pilot Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008, **89**(11), 2162-2166. DOI: 10.1016/j.apmr.2008.04.018. ISSN 00039993. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999308005522>
- BIERING-SØRENSEN, F., J. B. NIELSEN a K. KLINGE. Spasticity-assessment: a review. *Spinal Cord*. 2006, **44**(12), 708-722. DOI: 10.1038/sj.sc.3101928.
- BOUGENOT, M-P, N TORDI, A C BETIK, X MARTIN, D LE FOLL, B PARRATTE, J LONSDORFER a J D ROUILLON. Effects of a wheelchair ergometer training programme on spinal cord-injured persons. *Spinal Cord*. 2003, **41**(8), 451-456. DOI: 10.1038/sj.sc.3101475. ISSN 1362-4393. Dostupné také z: <http://www.nature.com/articles/3101475>
- CASTRO, M. J., D. F. APPLE JR., E. A. HILEGASS a G. A. DUDLEY. Influence of complete spinal cord injury on skeletal muscle cross-sectional area within the first 6 months of injury. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1999, **80**(4), 373-378.
- CIBULČÍK, F. Liečba spasticity. *Neurologia pre prax*. 2015, **16**(1), 23-28.
- CLAYDON, V. E., J. D. STEEVES a A. KRASSIOUKOV. Orthostatic hypotension following spinal cord injury: understanding clinical pathophysiology. *Spinal cord*. 2006, **44**(6), 341.
- CLAYDON, Victoria E. a Andrei V. KRASSIOUKOV. Orthostatic Hypotension and Autonomic Pathways after Spinal Cord Injury. *Journal of Neurotrauma*. 2006, **23**(12), 1713-1725. DOI: 10.1089/neu.2006.23.1713. ISSN 0897-7151. Dostupné také z: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/neu.2006.23.1713>
- CURRIE, KATHARINE D., CHRISTOPHER R. WEST, MICHÉLE HUBLI, CAMERON M. GEE a ANDREI V. KRASSIOUKOV. Peak Heart Rates and Sympathetic Function in Tetraplegic Nonathletes and Athletes. 2015, **47**(6), 1259-1264. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000514. ISSN 0195-9131. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-201506000-00020>
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-716-9970-5.
- DOLEŽEL, J. Traumatická léze míšní. *Urologie pro praxi*. 2004, (4), 146-155.

- EHLER, E. Spasticita–klinické škály. *Neurologie pro praxi*. 2015, **16**(1), 20-23.
- FALTÝNKOVÁ, Z. *Vše okolo tetraplegie*.
- FALTÝNKOVÁ, Z. Cesta k nezávislosti po poškození míchy. FALTÝNKOVÁ, Z. *Cesta k nezávislosti po poškození míchy*. Praha: Svaz paraplegiků, 2004. Dostupné také z: <http://files.czepa.webnode.cz/200016731-0eae810a26/Cesta%20k%20nez%C3%A1vislosti.pdf>
- FURLAN, Julio C. a Michael G. FEHLINGS. The Impact of Age on Mortality, Impairment, and Disability among Adults with Acute Traumatic Spinal Cord Injury. *Journal of Neurotrauma*. 2009, **26**(10), 1707-1717. DOI: 10.1089/neu.2009.0888. ISSN 0897-7151. Dostupné také z: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/neu.2009.0888>
- GORGEY, A.S. a G.A. DUDLEY. Skeletal muscle atrophy and increased intramuscular fat after incomplete spinal cord injury. *Spinal cord*. 2007, **45**(4), 304.
- GORGEY, Ashraf S., David R. DOLBOW, James D. DOLBOW, Refka K. KHALIL, Camilo CASTILLO a David R. GATER. Effects of spinal cord injury on body composition and metabolic profile – Part I. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2014, **37**(6), 693-702. DOI: 10.1179/2045772314Y.0000000245. ISSN 1079-0268. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2045772314Y.0000000245>
- HAKL, M. Léčba neuropatické bolesti. *Neurologie pro praxi*. 2016, **17**(2), 113-116.
- HÁKOVÁ, R. a J. KŘÍŽ. Míšní šok – od patofyziologie ke klinickým projevům. *Československá Neurologie*. 2015, **78**(3), 263-267.
- JAIN, Nitin B., Gregory D. AYERS, Emily N. PETERSON, Mitchel B. HARRIS, Leslie MORSE, Kevin C. O'CONNOR a Eric GARSHICK. Traumatic Spinal Cord Injury in the United States, 1993-2012. *JAMA*. 2015, **313**(22), 2236-. DOI: 10.1001/jama.2015.6250. ISSN 0098-7484. Dostupné také z: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2015.6250>
- JECH, R. Klinické aspekty spasticity. *Neurologie pro praxi*. 2015, **16**(1), 13-17.
- KAŇOVSKÝ, P. Patofyziologie spasticity. *Neurologia pre prax*. 2015, **16**(1), 10-13.
- KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyziologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-618-2.
- KRASSIOUKOV, A.V. a ET AL. Assessment of autonomic dysfunction following spinal cord injury: rationale for additions to International Standards for Neurological Assessment. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 2007, **44**(1), 103-12.
- KREBS, J. The characteristics of posttraumatic syringomyelia. *Spinal cord*. 2016, **54**(6), 463-6.
- KRIZ, J, M KULAKOVSKA, H DAVIDOVA, M SILOVA a A KOBESOVA. Incidence of acute spinal cord injury in the Czech Republic: a prospective epidemiological study 2006–2015. *Spinal Cord*. 2017, **55**(9), 870-874. DOI: 10.1038/sc.2017.20. ISSN 1362-4393. Dostupné také z: <http://www.nature.com/doi/10.1038/sc.2017.20>
- KŘÍŽ, J. Spinální program v České republice–historie, současnost, perspektivy. *Neurologie pro praxi*. 2013, **14**(3), 140-143.
- KŘÍŽ, J. a Z. FALTÝNKOVÁ. Léčba a rehabilitace pacientů s míšní lézí. In: *Www.spinalcord.cz* [online]. Praha: CZEPA - Česká asociace paraplegiků, 2012, s. 1-15 [cit. 2018-08-15]. Dostupné z: https://www.spinalcord.cz/_userfiles/dokumenty/publikace/lecba-a-rehabilitace-pacientu-s-misni-lezi.pdf

- KŘÍŽ, J., M. R. HÁKOVÁ, Z. HLINKOVÁ, V. HYŠPERSKÁ, M.B. FRGALOVÁ a M.Š. ŠPAŇHELOVÁ. Vývoj elektronických formulářů pro vyšetření pacientů s poškozením míchy. *Neurologie pro praxi*. 2015, **16**(5), 280 – 285.
- KŘÍŽ, J., Z. HLINKOVÁ a K. SLABÝ. Změny v metabolismu po poranění míchy: 1. část: Rozdíly v tělesném složení a metabolické důsledky. *DMEV*. 2014, **17**(4), 209-213.
- KŘÍŽ, J. a V. HYŠPERSKÁ. Rizikové stavy u pacientů v chronické fázi po poškození míchy. *Neurologie pro praxi*. 2009, **10**(3), 137-142.
- KŘÍŽ, J. a Š. CHVOSTOVÁ. Vyšetřovací a rehabilitační postupy u pacientů po míšni lézi. *Neurologie pre prax*. 2009, **10**(3), 143-147.
- KŘÍŽ, Jiří. *Míšni šok - od patofyziologie ke klinickým projevům*.
- KŘÍŽ, J. a J. KOZÁK. *Doporučené postupy pro klasifikaci a léčbu bolesti u pacientů po poškození míchy* [online]. Praha: Svaz paraplegiků s podporou MZ ČR, 2006 [cit. 2018-08-05]. Dostupné z: https://www.spinalcord.cz/_userfiles/dokumenty/doporucene-postupy/bolest.pdf. Brožura. Svaz paraplegiků.
- KŘÍŽ, J. a M. REJCHRT. Autonomní dysreflexie–závažná komplikace u pacientů po poranění míchy. *Československá neurologie*. 2014, **77/110**(2), 168-173.
- KULAKOVSKÁ, M. *Doporučené postupy pro péči o trávící ústrojí u pacientů po poškození míchy* [online]. Praha, 2006. Brožura. Doporučené postupy: Publikace Paraplegického fóra.
- LEE, B B, R A CRIPPS, M FITZHARRIS a P C WING. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. *Spinal Cord*. 2014, **52**(2), 110-116. DOI: 10.1038/sc.2012.158. ISSN 1362-4393. Dostupné také z: <http://www.nature.com/articles/sc2012158>
- LEOŠ NAVRÁTIL A KOLEKTIV. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-802-4723-198.
- LEWIT, Karel. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně, c2003. ISBN 80-866-4504-5.
- MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-807-2626-953.
- MACHAČ, Stanislav. *Vliv traumatické míšni léze v krční oblasti na kardiovaskulární zdatnost*. Praha, 2016. Dizertační práce. Univerzita Karlova v Praze.
- MACHAČ, Stanislav, Jiří RADVANSKÝ, Pavel KOLÁŘ a Jiří KŘÍŽ. Cardiovascular response to peak voluntary exercise in males with cervical spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2016, **39**(4), 412-420. DOI: 10.1080/10790268.2015.1126939. ISSN 1079-0268. Dostupné také z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10790268.2015.1126939>
- MOORE, C.D., B.C. CRAVEN, L. THABANE, A.C. LAING, A.W. FRANK-WILSON, S. A KONTULAINEN a L.M. GIANGREGORIO. Lower-extremity muscle atrophy and fat infiltration after chronic spinal cord injury. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*. 2015, **15**(1), 32.
- MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3918-2.

- MURAKI, Satoshi, Yoshito EHARA a Masahiro YAMASAKI. . Cardiovascular responses at the onset of passive leg cycle exercise in paraplegics with spinal cord injury. *European journal of applied physiology*. 2000, **81**(4), 271-274.
- NARDONE, Raffaele, Andrea ORIOLI, Stefan GOLASZEWSKI, Francesco BRIGO, Luca SEBASTIANELLI, Yvonne HÖLLER, Vanessa FREY a Eugen TRINKA. Passive cycling in neurorehabilitation after spinal cord injury: A review. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2017, **40**(1), 8-16. DOI: 10.1080/10790268.2016.1248524. ISSN 1079-0268. Dostupné také z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10790268.2016.1248524>
- NEVŠÍMALOVÁ, Soňa, Jiří TICHÝ a Evžen RŮŽIČKA. *Neurologie*. Praha: Galén, c2002. ISBN 80-246-0502-3.
- PAZOUR, J. Doporučené postupy pro diagnostiku a léčbu neurogenních heterotopických osifikací u pacientů po poškození míchy. In: *Www.spinalcord.cz* [online]. Praha: Svaz paraplegiků ČR, 2005 [cit. 2018-08-05]. Dostupné z: www.spinalcord.cz/_userfiles/dokumenty/doporučenepostupy/osifikace.pdf.
- PHILLIPS, A A, A T COTE a D E R WARBURTON. A systematic review of exercise as a therapeutic intervention to improve arterial function in persons living with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2011, **49**(6), 702-714. DOI: 10.1038/sc.2010.193. ISSN 1362-4393. Dostupné také z: <http://www.nature.com/articles/sc2010193>
- POPA, C. a ET AL. Vascular dysfunctions following spinal cord injury. *Journal of medicine and life*. 2010, **3**(3), 275.
- RABCHEVSKY, Alexander G. a Patrick H. KITZMAN. Latest Approaches for the Treatment of Spasticity and Autonomic Dysreflexia in Chronic Spinal Cord Injury. *Neurotherapeutics*. 2011, **8**(2), 274-282. DOI: 10.1007/s13311-011-0025-5. ISSN 1933-7213. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s13311-011-0025-5>
- RAYEGANI, Seyed Mansoor, Hadi SHOJAEE, Leyla SEDIGHIPOUR, Mohammad Reza SOROUSH, Mohammad BAGHBANI a Omm'ol Banin AMIRANI. The Effect of Electrical Passive Cycling on Spasticity in War Veterans with Spinal Cord Injury. *Frontiers in Neurology*. 2011, **2**(39), -. DOI: 10.3389/fneur.2011.00039. ISSN 1664-2295. Dostupné také z: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2011.00039/abstract>
- ROKYTA, Richard. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4867-2.
- SEKHON, Lali H.S., BS FRACS a Michael G. FEHLINGS. Epidemiology, Demographics, and Pathophysiology of Acute Spinal Cord Injury. *Spine*. Lippincott Williams & Wilkins, 2001, **26**(24 S), S2-S12.
- SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání*. 4. české vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4271-7.
- ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. Léčba spasticity u dospělých. *Medicína pro praxi*. 2012, **9**(3), 124-126.
- ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. Léčba spasticity u chronického míšního poranění. *Neurologie pro praxi*. 2009, **10**(3), 148-152.
- TER WOERDS, Walter a ET AL. Passive leg movements and passive cycling do not alter arterial leg blood flow in subjects with spinal cord injury. . *Physical therapy*. 2006, **86**(5), 2006.

- VICHIAN SIRI, Ratana, Jittima SAENG SUWAN, Nuttaset MANIMMANAKORN, Sirasaporn PATPIYA, Arayawichanon PREEDA, Kharmwan SAMERDUEN a Ekasit POOSIRIPINYO. The Prevalence of Dyslipidemia in Patients with Spinal Cord Lesion in Thailand. *Cholesterol*. 2012, **2012**, 1-6. DOI: 10.1155/2012/847462. ISSN 2090-1283. Dostupné také z: <http://www.hindawi.com/journals/cholesterol/2012/847462/>
- WENDSCHE, Peter a Miriam ZRALÁ. Pasivní, asistovaný a aktivní pohyb přístrojem MOTomed. *Časopis nejen pro sedící*. 2005, **14**(5), 19.
- WENDSCHE, P. a J. KŘÍŽ. Doporučené postupy péče v akutní fázi po poškození míchy. In: *Www.spinalcord.cz* [online]. Praha: Svaz paraplegiků, 2005 [cit. 2018-08-05]. Dostupné z: https://www.spinalcord.cz/_userfiles/dokumenty/doporucene-postupy/osetrovani.pdf
- WEST, Christopher R., Mark A. CRAWFORD, Malihe-Sadat POORMASJEDI-MEIBOD, Katharine D. CURRIE, Andre FALLAVOLLITA, Violet YUEN, John H. MCNEILL a Andrei V. KRASSIOUKOV. Passive hind-limb cycling improves cardiac function and reduces cardiovascular disease risk in experimental spinal cord injury. *The Journal of Physiology*. 2014, **592**(8), 1771-1783. DOI: 10.1113/jphysiol.2013.268367. ISSN 00223751. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.2013.268367>
- Velký lékařský slovník online: Tromboembolická nemoc* [online]. Praha: Maxdorf, 2018 [cit. 2018-08-08]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/tromboembolicka-nemoc>
- Mezinárodní standardy pro neurologickou klasifikaci míšního poranění–revize 2013. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2014, **77/110**(1), 77-81.

13 PŘÍLOHY

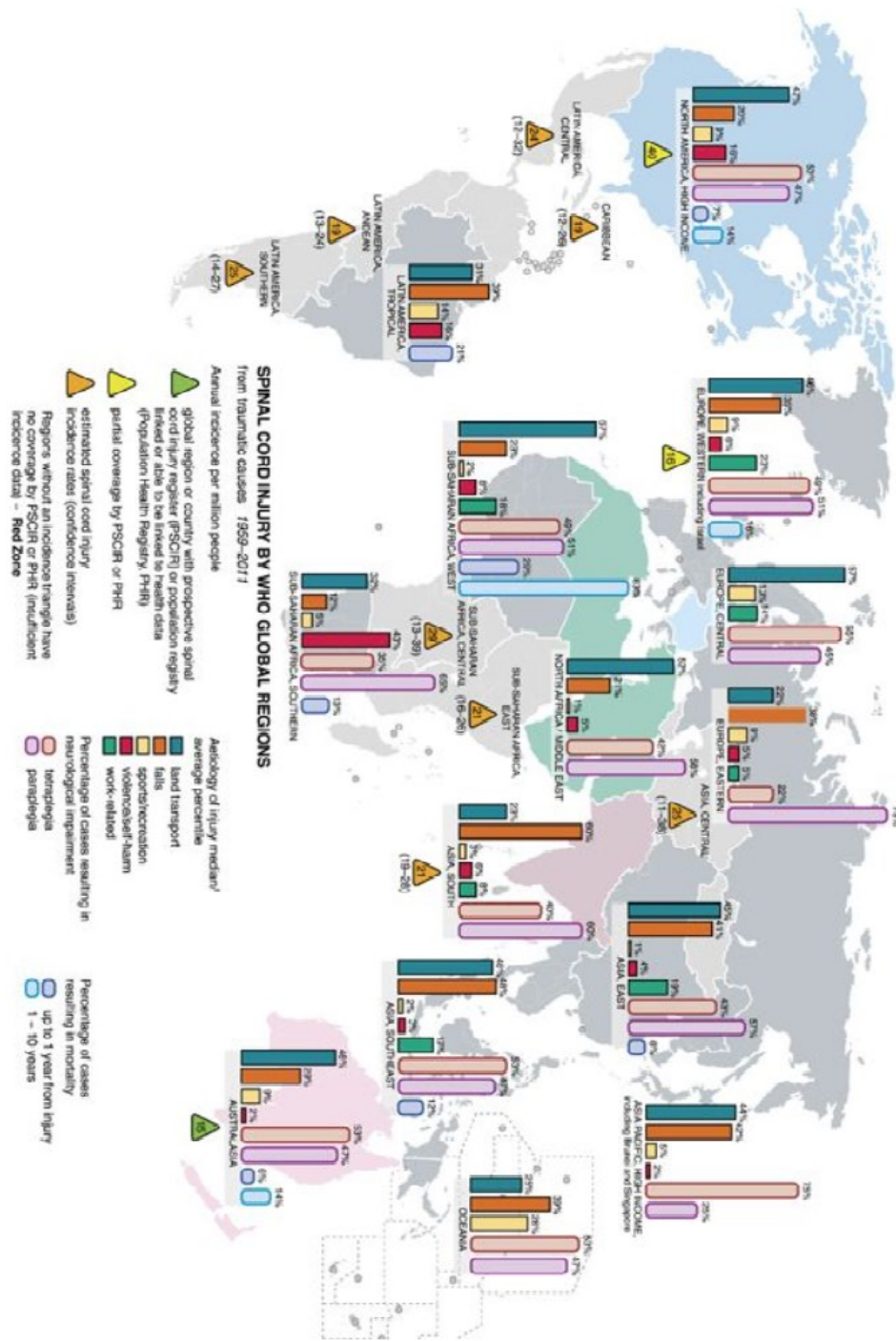
13.1 Příloha č.1: Incidence SCI v ČR v letech 2006-2015

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Total</i>		249	261	237	263	257	303	285	266	243	278
<i>Gender</i>	Male	188	189	182	186	189	225	220	184	180	203
	Female	61	72	55	77	68	78	65	82	63	75
<i>Age at time of SCI (years)</i>		46.9	44.3	48.3	47.9	47.7	49.1	49.5	53.9	51.6	51.5
<i>SCI aetiology</i>	Traumatic	190	205	165	177	156	199	191	153	145	155
	Fall	70	67	65	70	66	87	98	94	80	75
	Traffic accident	62	70	56	45	48	56	50	31	30	42
	Sports injury	21	29	16	24	12	18	13	11	11	15
	Diving into water	18	16	21	20	20	21	19	12	13	12
	Other	19	23	7	18	10	17	11	5	11	11
	Non-traumatic	59	56	72	86	101	104	94	113	98	123
	Vascular	17	12	6	14	16	19	14	18	19	25
	Infection	13	15	19	28	17	21	29	37	28	35
	Tumour	11	18	13	20	26	25	17	17	18	24
	Other	18	11	34	24	42	39	34	41	33	39
<i>NLI</i>	C	122	115	109	120	105	139	130	113	117	128
	T	89	117	94	106	106	123	114	113	93	99
	LS	38	29	34	37	46	41	41	40	33	51
<i>AIS</i>	A					73	79	85	59	67	83
	B					15	23	29	27	23	26
	C					90	113	68	70	69	90
	D					79	88	103	110	84	79

Abbreviation: AIS, ASIA Impairment Scale; NLI, neurological level of injury; SCI, spinal cord injury.

Obrázek č. 6: Incidence SCI v ČR v letech 2006-2015 (Kříž et al., 2017)

13.2 Příloha č.2: The Global Map For Traumatic Spinal Cord Injury Epidemiology



Obrázek č. 7: The Global Map For Traumatic Spinal Cord Injury Epidemiology (Lee et al. 2011)