

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol

**Eva Olišarová**

**Možnosti fyzické zátěže ve vztahu  
k metabolismu po míšní lézi**

**Bakalářská práce**

Praha 2016

Autor práce: Eva Olišarová, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Hlinková

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

Datum obhajoby: 2016

## **Bibliografický záznam**

OLIŠAROVÁ, Eva. Možnosti fyzické zátěže ve vztahu k metabolismu po míšní lézi. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2016. 60s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Zuzana Hlinková

## **Abstrakt**

Cílem této rešeršní bakalářské práce je shrnout informace o možnostech fyzické zátěže u jedinců s míšní lézí. Práce uvádí jednotlivé typy pohybové aktivity a popisuje, jaký mají vliv na metabolismus a na tělesné složení. Obsahuje také informace o četnosti, délce a intenzitě cvičení.

U osob s míšní lézí dochází vlivem přerušení somatomotorických a somatosenzitivních drah ke snížení úrovně pohybové aktivity. To vede ke zhoršení metabolického profilu a složení těla. Brzy po zranění nastupuje masivní svalová atrofie a zvyšuje se množství tukové tkáně. Tyto změny negativně působí na metabolismus lipidů a sacharidů. Rozvíjí se dyslipidémie a inzulínová rezistence, která může vést až ke vzniku diabetes mellitus II. typu. Tyto sekundární komplikace míšní léze zhoršují kvalitu života jedinců s míšní lézí a mohou zkrátit i jeho délku. Pochopení této problematiky je tedy nezbytné, pro zlepšení kvality zdravotní péče o tyto jedince.

Součástí práce je také krátký dotazník, který má pomoci tuto problematiku zmapovat. Dotazník jsem předložila 15 pacientům v Rehabilitačním ústavu Kladruby a v Centru Paraple.

## **Klíčová slova**

Míšní léze, metabolismus glukózy, metabolismus lipidů, složení těla, tukuprostá hmota, tuková tkáň, pohybová aktivita

## **Bibliographical record:**

OLIŠAROVÁ, Eva. Možnosti fyzické zátěže ve vztahu k metabolismu po míšní lézi. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2016. 60s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Zuzana Hlinková

## **Abstract**

The goal of this bachelor thesis is to summarize the information about the possibilities of the physical exercise in individuals with the spinal cord injury. The work presents various types of the physical activity and describes their effect on metabolism and body composition. It also includes the information about the frequency, the duration and the intensity of exercise.

The interruption of the somatomotor and somatosensory pathways in patients with spinal cord injury leads to the reduction of their physical activity. As a consequence of that, their metabolic profile and body composition get worse. Early after the injury, the patients suffer from the massive muscle atrophy and the rise of the amount of adipose tissue. These changes have a negative effect on metabolism of lipids and carbohydrates. It results in the development of dyslipidaemia and insulin resistance, sometimes even in type 2 diabetes mellitus. These secondary complications worsen the quality and the length of life of the patients with the spinal cord injury. Better understanding of these issues is necessary to improve the quality of health care for these people.

The work includes a short questionnaire. Its goal is to describe the current situation of patients with the spinal cord injury in the Czech Republic. The questionnaire was filled in by 15 patients of the Rehabilitation Institute Kladruby and of the Paraplegic Centre.

## **Keywords**

Spinal cord injury, glucose metabolism, lipid metabolism, body composition, fat free mass, fat mass, physical activity

# **Zadávací protokol**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Zuzany Hlinkové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 28. 8. 2016

Eva Olišarová

## **Poděkování autorky**

Děkuji Mgr. Zuzaně Hlinkové za cenné rady a návrhy při vedení bakalářské práce. Dále děkuji paní Aleně Zemanové, vedoucí rehabilitačního oddělení v Rehabilitačním ústavu Kladruby, a Mgr. Lence Honzátkové, vedoucí sportovního úseku v Centru Paraple, za spolupráci při realizaci dotazníkového šetření. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem pacientům, kteří se zúčastnili dotazníkového šetření.

**OBSAH**

<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>5</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>CÍL .....</b>	<b>12</b>
<b>1 ZMĚNY METABOLISMU PO MÍŠŇÍ LÉZI.....</b>	<b>13</b>
1.1 ZMĚNY V METABOLISMU LIPIDŮ.....	13
1.2 ZMĚNY V METABOLISMU SACHARIDŮ .....	15
1.3 DIABETES MELLITUS II. TYPU .....	16
1.4 ZMĚNY V CELKOVÉM ENERGETICKÉM VÝDEJI .....	16
1.4.1 Bazální metabolismus .....	17
1.4.2 Postprandiální termogeneze .....	17
1.4.3 Fyzická aktivita.....	18
1.5 OBEZITA.....	18
<b>2 ZMĚNY VE SLOŽENÍ TĚLA PO MÍŠŇÍ LÉZI .....</b>	<b>19</b>
2.1 ZMĚNY V TUKOVÉ TKÁNI.....	19
2.2 ZMĚNY VE SVALOVÉ TKÁNI.....	19
<b>3 POHYBOVÁ AKTIVITA U JEDINCŮ S MÍŠŇÍ LÉZÍ.....</b>	<b>21</b>
3.1 ODPOROVÝ TRÉNINK HORNÍCH KONČETIN.....	21
3.1.1 Kruhový odporový trénink horních končetin.....	22
3.2 VYTRVALOSTNÍ TRÉNINK .....	24
3.2.1 Cvičení na ručním kole .....	24
3.2.2 Cvičení na hybridním kole.....	25
3.2.3 Cvičení na ručním kole x cvičení na hybridním kole .....	26
3.2.4 Kolektivní sporty .....	26
3.3 FUNKČNÍ ELEKTRICKÁ STIMULACE.....	27
3.3.1 Aplikace funkční elektrické stimulace.....	27
3.3.2 Elektricky stimulovaná cyklistika.....	28
3.3.3 Bipedální chůze pomocí funkční elektrické simulace .....	30
<b>4 RIZIKA POHYBOVÉ AKTIVITY U JEDINCŮ S MÍŠŇÍ LÉZÍ .....</b>	<b>32</b>
4.1 AUTONOMNÍ DYSREFLEXIE.....	32
4.2 ZRANĚNÍ MUSKULOSKELETÁLNÍHO SYSTÉMU .....	32
4.3 PORUCHY TERMOREGULACE .....	33
<b>5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....</b>	<b>34</b>
5.1 VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ .....	34
5.2 KORELACE VYPLÝVAJÍCÍ Z DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ .....	39
5.2.1 Jedinci s BMI nižším než 22 kg/m <sup>2</sup> .....	39
5.2.2 Jedinci negující zvýšenou hladinu cukru v krvi.....	40
5.2.3 Jedinci negující zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi .....	41



---

<b>6 DISKUZE.....</b>	<b>43</b>
6.1 DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI .....	43
6.2 DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	48
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>50</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM.....</b>	<b>51</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>57</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>59</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>60</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>61</b>

## SEZNAM ZKRATEK

a kol. – a kolektiv

BMI – body mass index

C – cervikální (krční)

cm – 1 centimetr

č. – číslo

dl – decilitr

DM – diabetes mellitus

et al. – and others

FES – funkční elektrická stimulace

GLUT1 – glukózový transportní protein 1

GLUT4 – glukózový transportní protein 4

HDL – high density lipoprotein

HKK – horní končetiny

Hod – hodina

Kcal – kilokalorie

l – litr

LDL – low density lipoprotein

m. – musculus

m<sup>2</sup> – 1 čtverečný metr

mg – miligram

min – minuta

mmHg – milimetr rtuťového sloupce

SCI – spinal cord injury

T, Th – thorakální (hrudní)

VLDL – very low density lipoprotein

## ÚVOD

V české republice každoročně přibude více než 200-250 jedinců s poraněním míchy. Nejčastější příčinou je úraz. K poranění páteře a míchy dochází především při autonehodách, pádech z výšky a sportovních úrazech. Průměrný věk těchto pacientů je 30-35 let. Míšni léze neúrazové etiologie tvoří druhou méně početnou skupinu. Tito pacienti jsou zpravidla starší. Jejich věk se pohybuje kolem 60-70 let (Kříž in Kolář et al., 2009)

Péče o osoby s míšni lézi se v posledních deseti letech velmi zlepšila. Kvalitnější je především péče o pacienty v akutním a subakutním stadiu poranění. Prodloužila se délka života těchto jedinců, která se pomalu blíží délce života v běžné populaci. Stále ale není stejná (La Fontaine et al., 2015).

Poranění míchy s sebou přináší závažné změny v lidském organizmu, které ovlivňují kvalitu pacientova života jak v akutním, tak i v chronickém stadiu. V akutním stadiu jsou v dnešní době nejčastější příčinou smrti jedinců s poraněním míchy respirační komplikace. V chronickém stadiu umírají tito lidé obvykle na kardiovaskulární choroby (Kříž et al., 2009; Wilt et al., 2008).

Po míšni lézi dochází ke snížení úrovně pohybové aktivity v důsledku přerušení somatomotorických a somatosenzitivních drah. Omezená fyzická aktivita často vede ke zhoršení složení těla a metabolického profilu. Zvyšuje se množství tukové tkáně a ubývá tukuprostá hmota, především v důsledku silné svalové atrofie, která začíná již v prvních týdnech po zranění. Změna složení těla negativně působí na metabolismus lipidů a sacharidů (Gorgey et al., 2014). Dochází k rozvoji dyslipidémie a inzulinové rezistence, která může vyústit až v diabetes mellitus II. typu. V důsledku úbytku aktivní tělesné hmoty, poruchy autonomního nervového systému a nízké pohybové aktivity se také snižuje energetický výdej.

Pochopení této problematiky může přispět ke zlepšení kvality života a nezávislosti jedinců po poranění míchy (Gorgey et al., 2010). Důležité je, aby si zdravotníci i samotní pacienti byli těchto změn vědomi a uměli je včas rozpoznat.

Tato práce se zabývá možnostmi ovlivnění výše popsané problematiky vhodnou pohybovou aktivitou. Zmiňuje jednotlivé typy pohybové aktivity, které jsou pro jedince s míšni lézi vhodné. Popisuje, jak působí na složení těla a metabolismus pacientů.

## CÍL

Cílem této práce je shrnout teoretické poznatky o možnostech fyzické zátěže a o jejím vlivu na metabolismus a složení těla u jedinců s míšní lézí. Práce uvádí několik typů pohybové aktivity, které jsou pro tyto pacienty vhodné. Patří sem například odporový trénink horních končetin, handbike, cvičení na hybridním kole, trénink lokomoce, míčové hry a funkční elektrická stimulace.

# 1 ZMĚNY METABOLISMU PO MÍŠNÍ LÉZI

Míšní léze s sebou přináší mnoho závažných klinických důsledků, mezi které patří i změny metabolismu. Poranění míchy je spojené se sníženým množstvím fyzické aktivity. To často vede ke zhoršenému metabolickému profilu a složení těla (Gorgey et al., 2014). Zvyšuje se množství tukové tkáně a ubývá svalová a kostní hmota (Neto & Lopez, 2011). Dále se ve svalech transformují pomalá oxidativní vlákna na vlákna rychlá glykolytická (Galea, Dunlop, Marshall, Clark & Churilov, 2015).

Změněné složení těla ovlivňuje negativně metabolismus. U pacientů s míšní lézí dochází ke změnám v metabolismu lipidů a sacharidů. Nesprávný metabolismus sacharidů vede obvykle k rozvoji diabetes mellitus II. typu. Mění se také celkový energetický výdej. Tyto faktory přispívají k rozvoji kardiovaskulárních onemocnění (Gilbert et al., 2014; Gorgey et al., 2014; Wilt et al., 2008). Výše zmíněné komplikace jsou pozorovány u osob s míšní lézí častěji a dříve než v běžné populaci (La Fountaine et al., 2015). Při péči o spinální pacienty je třeba věnovat této problematice pozornost.

## 1.1 Změny v metabolismu lipidů

Po poranění míchy dochází ke změnám v metabolismu lipidů. Jako ukazatel metabolismu lipidů se běžně používá lipidový profil. Lipidový profil nám pomáhá stanovit rizika kardiovaskulárních chorob.

Metabolismus lipidů je u lidí s poraněním míchy ovlivněn pohlavím, množstvím katecholaminů, množstvím fyzické aktivity, výkonností, inzulínovou rezistencí a antropometrickými daty. Lipidový profil je ovlivněn také neurologickou výškou míšní léze. (Gilbert et al., 2014 a Schmid et al., 2008).

Studie ukazují, že osoby s míšní lézí mají výrazně vyšší poměr celkového cholesterolu a HDL-cholesterolu. Hodnota non-HDL-cholesterolu a triacylglycerolů se od běžné populace příliš neliší. Hladina HDL-cholesterolu je snížena (Gilbert et al., 2014).

Populace jedinců s míšní lézí je charakterizována jako populace s izolovaně nízkým HDL-cholesterolem. Pojem izolovaně nízký HDL-cholesterol je definován jako HDL-cholesterol nižší než 40 mg/dl, zatímco množství triacylglycerolů v séru je nižší než 150 mg/dl. HDL-cholesterol nižší než 40 mg/dl je považován za hlavní rizikový faktor kardiovaskulárních chorob (Gilbert et al., 2014). Při poklesu HDL-cholesterolu

o každý 1 mg/dl se zvyšuje riziko kardiovaskulárních chorob o 3% u žen a o 2% u mužů (La Fontaine et al., 2015). Dle Schmida jsou průměrné hodnoty HDL-cholesterolu u osob s poraněním míchy 41 mg/dl a triacylglycerolů 134 mg/dl (Schmid et al., 2008).

Ženy před menopauzou mají výrazně vyšší hladinu HDL-cholesterolu a nižší hodnotu poměru celkového cholesterolu a HDL-cholesterolu než muži. Hladina HDL-cholesterolu je totiž pozitivně ovlivněna estrogenem. Nejsou téměř žádné rozdíly v množství HDL-cholesterolu mezi ženami s tetraplegií, paraplegií a bez postižení. Hladina VLDL-cholesterolu je u žen nižší. Hodnoty LDL-cholesterolu, celkového cholesterolu a triacylglycerolů se podle pohlaví neliší (Schmid et al., 2008).

Tetraplegičtí pacienti mají nižší hodnoty celkového cholesterolu a non-HDL-cholesterolu ve srovnání s paraplegiky. (Gilbert et al., 2014). Muži s tetraplegií mají vyšší množství VLDL-cholesterolu a triacylglycerolů, zatímco muži s paraplegií mají vyšší hladinu celkového cholesterolu a LDL-cholesterolu. Schmid ve své studii tvrdí, že muži s paraplegií mají vyšší hladinu HDL-cholesterolu než tetraplegici (Schmid et al., 2008).

Na metabolismus lipidů mají vliv katecholaminy. Poranění míchy způsobí přerušení drah z aktivačních center v mozku k perifernímu sympatickému nervovému systému. Důsledkem přerušení míchy je snížení regulace autonomního nervového systému. Dysregulace se pohybuje od extrémně snížené sympatické aktivity u osob s tetraplegií po chronickou hyperaktivitu u paraplegiků. Byly nalezeny pozitivní korelace mezi katecholaminy a celkovým cholesterolem, LDL-cholesterolem a HDL-cholesterolem. U osob s míšní lézí můžeme vidět různé koncentrace katecholaminů v klidu a v zátěži. Jedinci s paraplegií mají vyšší sympatickou aktivitu, která vede k vyšší koncentraci katecholaminů (Schmid a kol., 2008)

Nedostatek tělesné aktivity v důsledku omezené hybnosti je další příčinou nízké hladiny HDL-cholesterolu. Jedinci s míšní lézí v oblasti hrudní nebo bederní páteře, kteří jsou schopni plného pohybu horních končetin a trupu, mají vyšší hodnoty HDL-cholesterolu než jedinci s cervikální lézí (Laclaustra, Van Den Berg, Roca & Castellote, 2015). Aktivní jedinci s míšní lézí mají větší množství HDL-cholesterolu a nižší poměr celkového cholesterolu a HDL-cholesterolu. Množství LDL-cholesterolu a celkového cholesterolu je u nich také nižší. Na základě těchto dat lze doporučit fyzickou aktivitu pro optimalizaci hladin lipidů v séru v populaci osob s poraněním míchy (Gilbert et al., 2014).

## 1.2 Změny v metabolismu sacharidů

Porucha glukózové tolerance a diabetes mellitus se vyskytují u osob s míšní lézí častěji než v běžné populaci. Bauman ve své studii z roku 1994 udává, že ze 100 pacientů s míšní lézí bylo 22% diabetiků, zatímco z kontrolní skupiny, která byla složena z 50 subjektů, bylo diabetiků pouze 6% (Bauman & Spungen, 1994 in Bauman et al., 2012). Vysoká prevalence DM a glukózové intolerance jsou přičítány změnám tělesného složení po úrazu. Tyto změny nastaly v důsledku inaktivity a porušení motorických neuronů (Jeon et al., 2002).

Inzulínová rezistence je stav, ve kterém daná koncentrace inzulínu produkuje menší než očekávaný biologický účinek. U pacientů s míšní lézí může být ovlivněna neurologickou úrovní léze. Výskyt inzulínové rezistence je pravděpodobnější u vysoké kompletní léze než u léze nízké a neúplné (Bluvshstein et al., 2011). Bauman ve své studii uvádí, že neporušenou orální glukózovou toleranci má 50% pacientů s pareplegií a 38% osob s tetraplegií. V kontrolní skupině má neporušenou orální glukózovou toleranci 82% jedinců (Bauman & Spungen, 1994 in Bauman et al., 2012). Periferní inzulínová rezistence může být prokázána u většiny pacientů s míšní lézí, kteří mají poruchu orální glukózové tolerance (Bauman et al., 2012).

Míšní léze ovlivňuje inzulínovou senzitivitu v důsledku změněného složení těla. Citlivost na inzulín přímo koreluje s množstvím tukuprosté hmoty. Nepřímo koreluje s množstvím tukové tkáně (Bauman & Spungen, 2008). Kombinace vyššího obsahu tuku a sníženého množství kosterní svaloviny může mít za následek konkurenci mezi volnými mastnými kyselinami a glukózou, což vede k inzulínové rezistenci. Větší přísun volných mastných kyselin do periferních tkání vede k poklesu utilizace glukózy. Zdrojem volných mastných kyselin je buď zvýšená konzumace tuků, nebo jejich zvýšené uvolňování z viscerální tukové tkáně. Dále není možné ukládat dostatečné množství glukózy ve formě svalového glykogenu. V paralyzovaných svalech dochází k přeměně inzulín citlivých pomalých oxidativních vláken na vlákna rychlá glykolytická, která jsou na inzulín méně citlivá. Následkem snížené citlivosti svalů na inzulín dochází ke zvýšené produkci inzulínu v pankreatu a k hyperinzulinémii. Nedostatečná kompenzace inzulínové rezistence hyperinzulinémií vede ke vzniku glukózové intolerance (Bluvshstein et al., 2011; Kříž et al., 2014; Piřhová, 2008).

Glukóza se do svalové buňky nevstřebává pouze pomocí samotného inzulínu, ale také pomocí GLUT4 transporterů. Tyto transportéry jsou aktivovány inzulínem

nebo aktivním a pasivním pohybem. Pohybová aktivita může počet aktivních transportérů zmnožit (Kříž et al. 2014). Citlivost na inzulín je tedy závislá také na úrovni fyzické zdatnosti (Bauman & Spungen, 2008).

### 1.3 Diabetes mellitus II. typu

Diabetes mellitus II. typu je onemocnění, které je charakterizované relativním nedostatkem inzulínu. Sekrece inzulínu je obvykle normální nebo dokonce vyšší. Cílové orgány jsou ale na inzulín málo citlivé. V běžné populaci mají pacienti s diabetem velmi často nadváhu (Silbernagl & Lang, 2001, 286).

Prevalence diabetes mellitus II. typu u jedinců s míšní lézí je 20%. Je tedy třikrát větší než v obecné populaci. Diabetes je u osob s poraněním míchy velmi problematický. Nemoc je u těchto pacientů těžké včas zachytit. Nemusí si být problémů vědomi, protože symptomy diabetu, mezi které patří periferní neuropatie a ischemie myokardu, jsou překryty příznaky míšní léze.

Jedinci s poraněním míchy jsou ohroženi vznikem pozdních komplikací diabetu stejně jako běžná populace. Zdravotní problémy spojené s diabetem vedou ke zhoršené kvalitě života (LaVela et al., 2006).

### 1.4 Změny v celkovém energetickém výdeji

Celkový energetický výdej se skládá z bazálního metabolismu, termického efektu stravy (postprandiální termogeneze) a energetického výdeje při pohybové aktivitě. Podstatnou část energetického výdeje zaujímá bazální metabolismus, který zajišťuje základní životní funkce organismu a slouží k udržení tělesné teploty (Hainer et al., 2011).

Jedinci s míšní lézí mají nižší denní energetický výdej ve srovnání s běžnou populací. Tento nižší výdej energie lze vysvětlit tím, že mají nižší hodnoty spontánní pohybové aktivity, klidového metabolismu, postprandiální termogeneze a menší množství aktivní tělesné hmoty.

Úroveň míšní léze koreluje s energetickou bilancí u těchto jedinců. Pacienti s vysokou úrovní léze mají největší pokles denního energetického výdeje (Monroe et al., 1998).



### **1.4.1 Bazální metabolismus**

Bazální metabolismus je ovlivněn autonomním nervovým systémem a množstvím aktivní tělesné hmoty. Autonomní nervový systém se na klidovém energetickém výdeji podílí pouze z 15-30%. Reguluje srdeční činnost, tělesnou teplotu, intermediální metabolismus, funkce gastrointestinálního traktu, dýchacího systému a ledvin. U pacientů s míšní lézí v oblasti krční nebo hrudní páteře dochází k dysregulaci sympatického nervového systému. Porucha sympatické aktivity je spojena s nízkou hladinou katecholaminů v krvi (Kříž et al., 2014).

Bazální metabolismus je u zdravých osob i u osob s míšní lézí závislý především na množství aktivní tělesné hmoty. Redukce svalové hmoty vede k nízkým hodnotám klidového metabolismu. Osoby s míšní lézí mají v porovnání se stejně starými jedinci stejného pohlaví nižší hmotnost aktivní tělesné hmoty a vyšší procento tělesného tuku, a to především v oblasti dolních končetin (Monroe et al., 1998). U pacientů se spasticitou se nemusí změny bazálního metabolismu projevit v takové míře (Kříž et al., 2014). Spasticita pomáhá udržovat množství aktivní svalové hmoty a také zpomaluje transformaci pomalých oxidativních vláken na vlákna rychlá glykolytická (Gorgey et al., 2010).

Množství aktivní tělesné hmoty a hodnota bazálního metabolismu jsou závislé na úrovni míšní léze. Tetraplegie je spojena s nižší mírou bazálního metabolismu než paraplegie. Důvodem toho je především větší svalová denervace u pacientů s cervikální lézí (Buchholz, McGillivray & Pencharz, 2003). Hodnota bazálního metabolismu se u zdravého člověka pohybuje kolem 2000 kcal/den. Zatímco u paraplegiků je 1500-1700 kcal/den a u tetraplegiků méně než 900 kcal/den (Khalil et al., 2013).

### **1.4.2 Postprandiální termogeneze**

Postprandiální termogenezi dělíme na obligatorní a fakultativní. Obligatorní postprandiální termogeneze je spojena s trávením, vstřebáváním a metabolismem živin po požití potravy. Fakultativní postprandiální termogeneze je spojena s aktivací sympatického nervového systému po jídle (Hainer et al., 2011).

Nižší postprandiální termogeneze může přispět k redukci denního energetického výdeje u jedinců s míšní lézí, a to jak v absolutních číslech, tak relativně k příjmu energie (Monroe et al., 1998). Postprandiální termogeneze se podílí na celkovém energetickém výdeji z 10-15%. Klesá v běžné populaci s nárůstem centrálně uložené tukové tkáně (Kříž et al., 2014). Jedinci s míšní lézí mají tendenci ke zmnožení

centrálně uložené tkáně (Oliviera, Figueiredo, Passos, Bezerra, Koury, 2014). Avšak Tataranni a kolektiv ve své studii z roku 1995 měřil hodnotu postprandiální termogeneze do dvou hodin po jídle u šesti zdravých mužů a u devíti mužů s míšní lézí a nenalezl mezi těmito skupinami žádný rozdíl (Tataranni, Larson, Snitker & Ravussin, 1995 in Monroe et al., 1998).

### ***1.4.3 Fyzická aktivita***

Jedinci s míšní lézí mají nižší denní energetický výdej, protože mají nižší hodnoty spontánní pohybové aktivity. Vzhledem k extrémní nečinnosti způsobené akutním poraněním míchy a následným omezením pohybu na invalidním vozíku má tato populace zvýšené riziko vzniku poruch spojených s obezitou, jako jsou diabetes mellitus II. typu nebo kardiovaskulární onemocnění (Monroe et al., 1998).

## **1.5 Obezita**

Obezita je metabolická porucha způsobena nerovnováhou mezi příjmem a výdejem energie. Je definována pomocí indexu tělesné hmotnosti BMI a obvodu pasu a břicha (Gorgey et al., 2015b; Hainer et al., 2011).

Stanovení obezity u pacientů s míšní lézí je velmi složité, neboť u nich dochází k výrazným změnám ve složení těla. Ubývá tukuprostá hmota a zvyšuje se množství tukové tkáně. Tyto změny nejsou v body mass indexu (BMI) zahrnuty (Gilbert et al., 2014; Gorgey et al., 2015b; Wilt et al., 2008). Horní hranice BMI pro obezitu je u zdravého člověka  $30 \text{ kg/m}^2$ . U jedince s míšní lézí je tato hranice z výše uvedených důvodů nižší. Laughton a kolektiv na základě své studie uvádí, že hranice pro obezitu by se měla pohybovat kolem  $22 \text{ kg/m}^2$  (Laughton, Buchholz, Ginis & Goy, 2009).

## **2 ZMĚNY VE SLOŽENÍ TĚLA PO MÍŠNÍ LÉZI**

Po poranění míchy dochází k nepříznivým změnám ve složení těla. Zvyšuje se množství tukové hmoty pod úrovní neurologického zranění a atrofuje tukuprostá tkáň (La Fountaine et al., 2015). Mezi příčiny vedoucí k těmto změnám patří porucha somatomotorické a somatosensorické inervace, nízká úroveň fyzické aktivity a snížená produkce anabolických hormonů (Gorgey et al., 2015b; Gorgy et al., 2014).

### **2.1 Změny v tukové tkáni**

U pacientů s míšní lézí dochází k nadměrné tvorbě tukové tkáně. Tělesný tuk u nich zaujímá více než 30% celkové tělesné hmotnosti. Příčinou ukládání tuku je narušený proces energetické bilance. Problematické je využití tukové tkáně jako zdroje energie. To je primárně ovlivněno transformací pomalých oxidativních svalových vláken na vlákna rychlá glykolytická.

Nadměrné ukládání tukové tkáně zvyšuje zdravotní rizika, která mohou snížit kvalitu života a zkrátit jeho délku (Gorgey et al., 2015b). Infiltrace tuku do svalů a viscerální oblasti je spojená s abnormálním metabolickým profilem (Gorgey et al., 2014).

Tuková tkáň se chová podobně jako endokrinní orgán, produkuje leptin, cytokiny, adipokiny a adiponektin. Tyto látky mohou ovlivnit celkový metabolismus, příjem energie i inzulinovou senzitivitu. Tuková tkáň produkuje prozánětlivé faktory, mezi které patří interleukin 6, tumor necrosis factor alpha, C-reaktivní protein a monocytární chemotaktický protein 1. Prozánětlivé faktory mohou vyvolat inzulinovou rezistenci a jsou tedy spojovány se vznikem diabetes mellitus II. typu (Gorgey et al., 2015b).

### **2.2 Změny ve svalové tkáni**

Do několika měsíců po zranění dochází ke snížení tělesné hmotnosti v důsledku úbytku svalové hmoty. Dramatická svalová atrofie začíná v prvních týdnech po zranění a pokračuje až do konce prvního roku. Poté svaly atrofují pomaleji. Svalová atrofie postihuje především svaly inervované z míšních segmentů pod úrovní léze (Gorgey et al., 2014). U pacientů s úplnou lézí dochází k většímu úbytku aktivní tělesné hmoty než u jedinců s lézí nekompletní. Spungen a kolektiv zaznamenali úbytek aktivní

tělesné hmoty u homozygotních dvojčat s míšní lézí ve srovnání s jejich zdravými dvojčaty. Tato studie eliminuje vliv genetických faktorů. Stejná studie uvádí rychlost poklesu aktivní tělesné hmoty téměř 4 kg za 5 let. Oblast nad úrovní poranění zůstala nezměněna (Spungen, Wang, Pierson & Bauman, 2000).

V postižených svalech dochází k transformaci pomalých oxidativních vláken na rychlá glykolytická. Tyto změny postihují svaly pod úrovní léze, nejvíce svaly s dominancí vláken I. typu (pomalá oxidativní) (Gorgey et al., 2015b; Kříž et al., 2014). Tento proces se obvykle projevuje mezi 4. a 7. měsícem po zranění. Může pokračovat až do 70. měsíce. Poté přejde do ustáleného stavu, kdy ve svalech převažují rychlá glykolytická vlákna. Tato přeměna činí kosterní sval více unavitelný a zranitelný (Gorgey et al., 2015b; Gorgey et al., 2014). Přeměna typu svalových vláken je závislá na aktivaci svalu a odporu, proti kterému se sval kontrahuje. Režim aktivace svalového vlákna je ovlivněn úrovní míšní léze a spasticitou. Spasticita s největší pravděpodobností zmírňuje přeměnu pomalých oxidativních vláken na vlákna rychlá glykolytická (Kříž et al., 2014; Gorgey et al., 2010).

### 3 POHYBOVÁ AKTIVITA U JEDINCŮ S MÍŠNÍ LÉZÍ

Pohybová aktivita je nezbytnou složkou života nutnou pro zachování kardiovaskulárního a svalového zdraví. Podle doporučení American College of Sports Medicine by mělo kardiorepirační cvičení střední intenzity trvat alespoň stopadesát minut týdně a cvičení s vysokou intenzitou sedmdesát pět minut. American College of Sports Medicine také doporučuje cvičení proti odporu dvakrát až třikrát v týdnu s cílem zvýšit svalovou kondici (Fisher, McNelis, Gorgey, Dolbow & Goetz, 2015). Osoby s míšní lézí by měly postupovat podle doporučení pro průměrné jedince. SCI Action Canada doporučuje jedincům s míšní lézí aerobní aktivitu dvakrát týdně po dobu minimálně dvaceti minut v kombinaci se silovým tréninkem, který budou cvičit dvakrát v týdnu. Každou hlavní svalovou skupinu horních končetin by měli posilovat ve třech setech po osmi až deseti opakování ([www.sciactioncanada.ca/guidelines](http://www.sciactioncanada.ca/guidelines); Gorgey, 2014).

Existuje několik forem cvičení, které jsou vhodné pro pacienty s poraněním míchy. Patří mezi ně kruhový odporový trénink horních končetin, cvičení na handbiku, cyklistika na hybridním kole, trénink lokomoce a elektrická stimulace (Fisher et al., 2015).

Aktivní tělesné cvičení je omezené pouze na svaly nad míšní lézí (Buchholz, McGillivray & Pencharz, 2005 in Gorgey et al., 2015a). Buchholz a kolektiv uvedl, že úroveň fyzické aktivity je u paraplegiků výrazně nižší ve srovnání se zdravou populací. U pacientů s tetraplegií je situace horší v důsledku omezené hybnosti a funkce horních končetin a trupu. Fyzická aktivita tetraplegiků je často omezena respiračním a kardiovaskulárním systémem. Pohybovou aktivitu také limituje snížený žilní návrat do srdce. Kardiovaskulární systém není schopen přesunout krev z nepracujících dolních končetin, trupu a vnitřních orgánů k pracujícím svalům. To je způsobeno poruchou funkce sympatického nervového systému a venózního návratu (Buchholz, McGillivray & Pencharz, 2005 in Gorgey et al., 2015a).

#### 3.1 Odporový trénink horních končetin

Odporový trénink horních končetin je pro jedince s poraněním míchy snadno dostupný. Tento trénink může být prováděn doma například s použitím činek, therabandu nebo medicimbalu (Fisher et al., 2015). Pacienti mohou také cvičit

na posilovacích strojích zaměřených na horní končetiny (Jacobs & Nash, 2004). Obecně se jedincům s míšní lézí doporučuje posilovat dvakrát týdně tak, aby procvičili všechny hlavní svalové skupiny horních končetin. Jeden cvik by měli provést ve třech sadách po 8-12 opakováních o střední až vysoké intenzitě (Jacobs & Nash, 2004; Gorgey, 2014; [www.sciactioncanada.ca/guidelines](http://www.sciactioncanada.ca/guidelines)).

Bylo prokázáno, že odporový trénink u zdatných osob pozitivně působí na svalovou sílu, kardiorespirační kondici a složení těla. U pacientů s míšní lézí zlepšuje tento typ tréninku aerobní kapacitu, výkonnost a svalovou sílu horních končetin (Fisher et al., 2015; Serra-Añó et al., 2012; Nash, 2005). Dále zvyšuje množství svalové hmoty a snižuje množství tukové tkáně na horních končetinách (Serra-Añó et al., 2012).

Tento fakt potvrzují také studie dělané na lidech bez míšní léze. Cullinen zkoumal vliv odporového tréninku na tělesné složení u zdravých netrénovaných žen. Po dvanáctitýdenním tréninku došlo k nárůstu množství tukuprosté hmoty a k úbytku tukové tkáně (Fisher et al., 2015; Cullinen et al., 1998 in Fisher et al, 2015).

Hypertrofie kosterního svalstva pozitivně působí na metabolismus sacharidů tím, že zvyšuje inzulínovou senzitivitu a clearance glukózy. Ovlivňuje také metabolismus lipidů. Snižuje množství celkového cholesterolu a zvyšuje hladinu HDL-cholesterolu v krvi (Gorgey et al., 2015a).

Uplatnění odporového tréninku po míšní lézi je ale omezeno na malé svalové skupiny nad úrovní léze. Výhodnější by bylo aktivovat velké svalové skupiny, jako jsou například extenzory kolene (Gorgey et al, 2015a).

### ***3.1.1 Kruhový odporový trénink horních končetin***

Kruhový odporový trénink je cvičební program, který se skládá z opakovaných odporových aktivit, mezi které jsou vloženy krátké periody vytrvalostního cvičení (Nash, Ven, Elk, Johnson, 2007). Tento typ pohybové aktivity má mnoho podob. Například Jacobs a Nash uvádí, že trénink přizpůsobený přímo pro paraplegiky je složen ze tří okruhů, které dohromady obsahují šest odporových cviků, a ze tří dvouminutových period cvičení na klikovém ergometru (Jacobs & Nash, 2004).

Existuje mnoho studií, které zkoumaly vliv kruhového tréninku na zdraví lidí s míšní lézí. Tyto studie popisují zvýšení svalové síly, vytrvalosti, VO<sub>2</sub> peak, výkonu a aerobní kapacity. Uvádějí také, že kruhový trénink má pozitivní vliv na metabolismus lipidů. Avšak žádná z těchto studií neuvádí informace o změně ve složení těla po míšní lézi (Fisher et al., 2015; Jacobs, Mahoney, Nash & Green, 2002).

Nash a kolektiv ve své studii testovali, zda platí hypotéza, že kruhový odporový trénink zlepšuje vytrvalost, sílu a anaerobní výkonnost u paraplegiků ve středním věku. Všechny subjekty, zařazené do výzkumu, byly po dobu 6 měsíců před zahájením studie fyzicky neaktivní. Pacienti podstoupili kruhový odporový trénink třikrát týdně po dobu 16 týdnů. Jednotlivá cvičení trvala přibližně 40 až 45 minut. Trénink zahrnoval odporové cvičení a frekvenční vytrvalostní cvičení o nízké intenzitě. Mezi odporová a vytrvalostní cvičení byly vloženy periody na částečné zotavení.

U mužů ve střením věku došlo během studie ke zvýšení vytrvalosti, síly a anaerobní výkonnosti. Hodnota  $VO_2$  peak vzrostla z  $1,64 \pm 0,45$  na  $1,81 \pm 0,54$  l/min. Svalová síla se zvýšila v rozmezí od 38,6% do 59,7%. Studie prokázala pozitivní účinky tréninku na aerobní výkonnost. Průměrný výkon se zlepšil o 8,6% a maximální výkon o 6% (Nash et al., 2007).

Jacobs a kolektiv ve své studii hodnotili účinky 12 týdenního kruhového tréninku na osoby s paraplegií. Pacienti cvičili třikrát týdně a jedna cvičební jednotka trvala 40 až 45 minut. Trénink se skládal z odporového cvičení a aerobního cvičení s vysokou kadencí a nízkou intenzitou. Odporový trénink byl rozdělen na tři části. Každá obsahovala dva cviky. Jednotlivé části odporového tréninku byly proloženy dvouminutovým aerobním cvičením na cyklickém pažním ergometru. Mezi jednotlivými periodami tréninku byly zotavovací pauzy dlouhé minimálně 15 až 20 sekund. Byly limitovány časem potřebným k přemístění na další stanoviště. V této studii došlo u pacientů s paraplegií k nárůstu kardiopulmonální vytrvalosti a svalové síly horních končetin z 11,9% na 30%.  $VO_2$  peak se zvýšila o 29,7%. Čas do vyčerpání se prodloužil o 30,8%. Zajímavým zjištěním bylo, že pacienti spálili během 40 minut tréninku v průměru 170 kcal. Toto cvičení tedy pomáhá zvýšit denní energetický výdej, který je u jedinců s míšní lézí výrazně snížený (Jacobs et al., 2002).

Další studie byla zaměřena na vliv tří měsíčního kruhového odporového tréninku na metabolismus lipidů u pěti mužů s chronickou paraplegií. Cvičení probíhalo třikrát týdně po dobu tří měsíců. U paraplegiků došlo ke zvýšení  $VO_2$  peak a HDL-cholesterolu. Naopak pokleslo množství LDL-cholesterolu a snížil se poměr LDL-cholesterolu a HDL-cholesterolu stejně jako poměr celkového cholesterolu a HDL-cholesterolu (Nash, Jacobs, Mendez & Goldberg, 2001 in De Groot, Dallmeijer, Post, Angenot & Van de Woude, 2008).

## 3.2 Vytrvalostní trénink

Jedinci s míšní lézí nemohou cvičit dolními končetinami v důsledku paralýzy jejich svalů. Vytrvalostní cvičení je tedy zaměřené především na horní končetiny (Nash, 2005). Doporučení pro vytrvalostní trénink se pro jedince s poraněním míchy výrazně neliší od doporučení pro běžnou populaci. Obecně platí, že by osoby s paraplegií měli cvičit tři až pětkrát týdně. Trénink by měl trvat 20-60 minut a intenzita cvičení by měla být 50-80% VO<sub>2</sub>peak nebo 50-80% maximální tepové frekvence. Mezi vhodné formy tréninku patří: cvičení na ručních kolech, pohon vozíku, kolektivní sporty na vozíku a plavání (Jacobs & Nash, 2004).

Vytrvalostní trénink je vhodný také pro osoby s nízkou tetraplegií. Tito lidé mohou cvičit například na klikovém ergometru. Na ergometru je ale nutné udělat určité změny, aby bylo možné připojit ruce pacienta k rukojetím. Tetraplegici nikdy nedosáhnou stejné VO<sub>2</sub>peak jako paraplegici (Jacobs & Nash, 2004; Nash, 2005).

### 3.2.1 Cvičení na ručním kole

Pacienti s míšní lézí velmi často používají pro trénink horních končetin různé typy ručních kol. Výhodou je, že na většině přístrojů je možné nastavit velikost odporu. Lze tedy v rámci jednoho tréninku zkombinovat silové i vytrvalostní cvičení. U každého cvičebního programu je nezbytné, aby pro vyvolání fyziologické změny nebo změny ve složení těla trval určitou dobu. Tato doba se pohybuje kolem 6 až 12 týdnů (Čichoň et al., 2015).

Příkladem ručního kola je klikový ergometr. Je navržen tak, aby na něm bylo možné cvičit na jakémkoli druhu invalidního vozíku. Má nastavitelnou výšku i šířku klikových rukojetí (Čichoň et al., 2015). Čichoň a kolektiv ve své studii z roku 2015 zkoumali mimo jiné vliv cvičení na klikovém ergometru (crankcycle) na složení těla. Účastníci studie cvičili 12 týdnů. Trénink probíhal dvakrát týdně a trval 30 minut. Mezi účastníky byli tři paraplegici a jeden tetraplegik. Cvičilo se proti odporu. Složení těla se ale zlepšilo pouze u jednoho jedince s výškou léze v oblasti C5. Procento tělesného tuku u něho kleslo o 4,4% a množství tuku prosté hmoty se zvýšilo o 6,7kg (Čichoň et al., 2015).

Podobný výzkum dělali také El-Sayed a Younesian, kteří ve své studii testovali vliv dvanáctitýdenního tréninku na klikovém ergometru na lipidový profil u jedinců s míšní lézí. Cvičení bylo vždy zahájeno pětiminutovým rozcvičením a následovalo



30 minut šlapání o intenzitě 60-65% VO<sub>2</sub> peak. Tento trénink vedl k výraznému nárůstu VO<sub>2</sub> peak a výkonu. Také se zvýšila hodnota HDL-cholesterolu. Množství celkového cholesterolu a triacylglycerolů se nezměnilo (El-Sayed & Younesian, 2005).



Obrázek č. 1. Handbike (Zdroj: Bakkum et al., 2015)

### 3.2.2 Cvičení na hybridním kole

Cvičení na hybridním kolese skládá ze synchronní ruční cyklistiky s asynchronní jízdou na ergometru, která je spojená s funkční elektrickou stimulací svalů dolních končetin. Svaly jsou stimulovány pomocí povrchových elektrod, které jsou nalepeny na kůži stehen. Například Bakkum a kolektiv ve studii z roku 2014 aplikovali 12 samolepících elektrod bilaterálně na dolní končetiny, konkrétně na čtyřhlavý sval stehenní, hamstringy a hýžděové svaly (Bakkum, Groot, Onderwater, Jong & Janssen, 2014).



Obrázek č. 2. Hybridní kolo (Zdroj: Bakkum et al., 2015)

### **3.2.3 Cvičení na ručním kole x cvičení na hybridním kole**

Bakkum a kolektiv ve své studii z roku 2015 porovnávali efekt cvičení na hybridním kole a na ručním kole na metabolický syndrom u jedinců s míšní lézí. Výzkum trval 16 týdnů a pacienti se zúčastnili celkem 32 sezení. Délka tréninku se v průběhu studie postupně zvyšovala z 18 na 32 minut.

Výsledky studie nezaznamenaly žádné výrazné rozdíly v čase mezi účinky cvičení na ručním a hybridním kole. U pacientů v obou skupinách došlo k významnému zlepšení všech složek metabolického syndromu. Diastolický tlak se snížil o 4 mmHg. Inzulínová rezistence a množství inzulínu v krvi poklesly o 24%. V obou skupinách se snížilo množství zánětlivých markerů, které zvyšují kardiovaskulární rizika. Nebyly nalezeny žádné výrazné rozdíly v množství viscerální tukové tkáně v průběhu času mezi cvičením na ručním a hybridním kole. Procento tuku na trupu se snížilo o 3,6% a androidního tuku o 4,7%. Obvod pasu se snížil o 3,5%. Výrazné účinky se během studie neprojeví na množství TG, HDL-cholesterolu a glukózy v krvi. Nezměnila se ani hodnota systolického krevního tlaku (Bakkum et al., 2015).

### **3.2.4 Kolektivní sporty**

Kolektivní sporty zvyšují denní energetický výdej jedinců s míšní lézí. Pacienti mohou hrát na vozíku například basketball, tenis nebo rugby (Abel, Platen, Rojas Vega, Schneider & Strüder, 2008). Úroveň energetického výdeje při těchto sportech se zabývalo několik studií.

Burke a kolektiv zkoumali energetický výdej čtyř hráčů na invalidním vozíku při basketballe. Tři hráči měli míšní lézi a jeden byl po dvojité amputaci. Trénink trval 30 minut. Průměrný energetický výdej celé skupiny byl 8,6 kcal/min. Hráč po amputaci a dva hráči s míšní lézí v úrovni Th9 a Th10 měli podobný energetický výdej a to 9,1-10,2 kcal/min. Zatímco pacient s poraněním míchy na úrovni T8 měl energetický výdej 4,9 kcal/min (Price, 2010).

Abel a kolektiv zkoumali úroveň energetického výdeje u pacientů s míšní lézí během tenisu, rugby a basketballe. Studie se zúčastnilo 36 sportovců. 14 paraplegiků hrálo tenis, 12 kvadruplegiků hrálo rugby a 10 jedinců s paraplegií hrálo basketball. Všichni sportovci hráli jejich konkrétní sport v první a druhé německé lize. U tenistů byl energetický výdej během tréninku 325.8±73.0 kcal/hod. Hráči rugby vydali 248.5±69.4 kcal/hod a energetický výdej hráčů basketballe byl 374.8±127.1 kcal/hod.

Energetický výdej hráčů rugby byl nejnižší. Důvodem je pravděpodobně vysoká úroveň míšní léze (Abel et al., 2008).

### 3.3 Funkční elektrická stimulace

Elektrická stimulace byla zavedena jako alternativní metoda cvičení svalů. Slouží ke zvýšení úrovně fyzické aktivity. Cílem elektrické stimulace je zvrátit proces svalové atrofie, zvýšit svalovou sílu, výkon a energetický výdej. Pomáhá zlepšit tělesné složení a metabolický profil jedinců s míšní lézí (Gorgey et al., 2015a).

Bezprostředně po poranění míchy dochází k intenzivní svalové atrofii. Po jedenáctém měsíci již výrazná atrofie neprobíhá. Funkční elektrickou stimulaci je proto nutné zahájit co nejdříve po poranění (Baldi, Jackson, Moraille & Mysiw, 1998). Pokud je funkční elektrická stimulace použita brzy po zranění, může zabránit negativním změnám ve svalové tkáni. Aplikace funkční elektrické stimulace v pokročilém stadiu míšní léze již není tak efektivní (Galea, Dunlop, Marshall, Clark & Churilov, 2015). Baldi tvrdí, že funkční elektrická stimulace proti progresivnímu odporu aplikovaná v akutní fázi poranění zabránila ztrátě tukuprosté hmoty. V některých případech došlo k hypertrofii svalové tkáně (Baldi et al., 1998).

#### 3.3.1 Aplikace funkční elektrické stimulace

Aplikace funkční elektrické stimulace (FES) u pacientů s míšní lézí se v jednotlivých rehabilitačních centrech liší. Rozdíl je v délce aplikace, odporu kladenému proti svalové kontrakci a typu stimulovaných svalů (Gordon, Mao, 1994).

Existují dva typy funkční elektrické stimulace. Provádí se buď odesláním elektrického proudu do svalového vlákna, nebo do periferního nervu paralyzovaného svalu. Mnohem častější je aplikace elektrického signálu do nervu. (Fisher et al., 2015; Ragnarsson, 2008). FES vyvolává koncentrickou kontrakci svalu. Stimuluje svaly koordinovaně ve vzorci podobném chůzi, jízdě na kole nebo veslování. Zatímco neuromuskulární elektrická stimulace se používá ke stimulaci jednoho nebo více svalů, jejím záměrem není produkovat funkční koordinovaný pohyb (Gorgey et al., 2015a).

Pro zvýšení svalové síly je třeba vyvinout svalové kontrakce proti maximálnímu odporu po krátkou dobu. Je vhodná izometrická nebo excentrická kontrakce. Zatímco pro zlepšení vytrvalosti musí svaly pracovat opakovaně a malou silou. Příkladem je sprint versus vytrvalostní běh. Toto s velkou pravděpodobností platí také pro aplikaci funkční elektrické stimulace (Gordon, Mao, 1994).

Krátkodobá stimulace svalů se používá pro zvyšování množství svalové hmoty a také se zvětšuje příčný průřez svalu. Je obvykle kombinována s jízdou na ergometru, který klade kontrakci odpor (Gordon, Mao, 1994).

Funkční elektrická stimulace bez zevního odporu je v prevenci svalové atrofie neefektivní (Martin, Stein, Hoepfner & Reid, 1992 in Baldi et al, 1998). Nedochozí k výrazné svalové hypertrofii a k posílení svalů ochrnutých končetin (Baldi et al., 1998). Téměř nemění rychlost úbytku tukuprosté hmoty. Zlepšuje ale kontraktilitu a biomechanické vlastnosti svalů.

### 3.3.2 *Elektricky stimulovaná cyklistika*

Elektricky stimulovaná cyklistika je založena na elektricky aktivovaných kontrakcích čtyřhlavých svalů stehenních, hamstringů a hýžd'ových svalů na obou dolních končetinách. Kontrakce řídí mikroprocesor. Kadence šlapání a intenzita svalové stimulace jsou ovlivňovány prostřednictvím zpětné vazby, která je poskytována snímači umístěnými na převodech pedálů (Jacobs, Nash, 2004).

Tento typ funkční elektrické stimulace se aplikuje zpravidla na velké svalové skupiny. Kontrakce velkých svalů dolních končetin působí jako svalová pumpa, která vytlačuje krev z dolních končetin (Warburton, Eng, Krassioukov & Sproule, 2007).



Obrázek č. 3. Příklad přístroje RT300-SL používaného na elektricky stimulovanou cyklistiku  
(Zdroj: <http://www.pushtowalknj.org/fes-rt300-sl.html>)

### 3.3.2.1 Vliv elektricky stimulované cyklistiky na metabolismus sacharidů a lipidů

Elektricky stimulovaná cyklistika může zlepšit zhoršený metabolický profil. Jsou prokázány pozitivní účinky na glukózovou toleranci a citlivost na inzulín. Několik studií prokázalo také mírné zlepšení lipidového profilu. Pomáhá tedy snížit riziko vzniku kardiovaskulárních chorob (Gorgey et al., 2015a).

Jeon ve své studii zkoumal efekt elektricky stimulované asistované cyklistiky na metabolismus sacharidů u sedmi pacientů s poraněním míchy. Výsledky ukázaly, že tento trénink znatelně zlepšil glukózovou toleranci u všech jedinců. Inzulínová senzitivita se zlepšila pouze u dvou ze tří testovaných subjektů. Hladina glukózy v krvi se snížila o 12,5 %. Před zahájením tréninku měli 4 pacienti sníženou glukózovou toleranci a jeden diabetes mellitus II. typu. Po osmi týdnech tréninku došlo u třech účastníků s glukózovou intolerancí k optimalizaci hodnot. U pacienta s diabetem došlo ke zlepšení výsledků orálního glukózového tolerančního testu (Jeon et al., 2002).

Podobnou studii publikoval v roce 1998 Hjeltnes a kolektiv. Pět tetraplegiků se zúčastnilo osmitýdenního tréninku na bicyklovém ergometru spojeného s funkční elektrickou stimulací. Cvičili sedmkrát týdně a jedna cvičební jednotka trvala 30 minut. Cvičení zvýšilo inzulínem zprostředkovanou eliminaci glukózy o 33+/-13%. Bazální transport glukózy do buněk se zvýšil 1,6krát a inzulínem zprostředkovaný transport 2,1krát. Avšak trénink o této frekvenci je v běžném životě těžko realizovatelný (Hjeltnes et al., 1998 in Jeon et al., 2002).

Mohr tvrdí, že 12 měsíční elektricky stimulovaná cyklistika o frekvenci třikrát týdně zvýšila inzulínem stimulované vychytávání glukózy a o 105% zvětšila množství GLUT4 transportérů. Poté, co intenzita cvičení ustala, snížila se citlivost na inzulín a počet GLUT4 přenašečů na hodnotu před tréninkem (Mohr et al. 2001 in Gorgey et al., 2015a). Vliv elektricky stimulované cyklistiky na množství GLUT1 a GLUT4 transportérů potvrdil také Chilibeck. Uvedl, že se množství GLUT1 transportérů zvýšilo o 52% a množství GLUT4 přenašečů o 72% (Chilibeck et al., 1999 in Gorgey et al., 2015a)

Pozitivní efekt tohoto typu tréninku na metabolismus lipidů není ještě zcela potvrzen. Existuje jen málo studií, které se touto problematikou zabývají. Například Johnston zkoumal účinky elektricky stimulované cyklistiky, pasivní cyklistiky a neuromuskulární stimulace na metabolismus lipidů u dětí s míšní lézí. 30 dětí bylo náhodně rozděleno do třech skupin. Všechny děti cvičily třikrát týdně po dobu šesti

měsíců. Skupině dětí, které byla aplikovaná neuromuskulární elektrická stimulace, poklesla hladina cholesterolu v průměru o  $-17,1 \pm 8,5\%$  a hladina triacylglycerolů o  $-13,3 \pm 45,2\%$ . Dětem, kterým byla aplikovaná funkční elektrická stimulace, se změnila hladina cholesterolu průměrně o  $4,4 \pm 20,4\%$  a hladina triacylglycerolů se snížila o  $-6,7 \pm 40,6\%$ . Hladina cholesterolu u dětí, které se zúčastnily pasivní cyklistiky, poklesla o  $-9,0 \pm 20,4\%$  a množství triacylglycerolů o  $-21,3 \pm 34,7\%$ . Tyto hodnoty naznačují, že elektricky stimulovaná cyklistika není nezbytná pro dosažení požadovaných výsledků (Johnston, Smith, Mulcahey, Betz & Lauer, 2009; Gorgey et al., 2015a).

Několik studií ukázalo mírné zlepšení lidového profilu, jiné však žádný vliv nezaznamenaly (Gorgey et al., 2015a).

### **3.3.2.2 Vliv elektricky stimulované cyklistiky na složení těla**

Elektricky stimulovaná cyklistika také pozitivně ovlivňuje složení těla. Bylo prokázáno, že zvyšuje množství svalové hmoty. Sköld a kolektiv využili tento typ cvičení dvakrát až třikrát týdně po dobu 6 měsíců a došlo k nárůstu objemu svalových vláken o 10% (Sköld et al., 2002). Mohr a kolektiv aplikovali stimulaci třikrát týdně po dobu jednoho roku. Studie se zúčastnilo 6 tetraplegiků a 4 paraplegici. Průřez příčné plochy stehenního svalu účastníků se zvětšil o 12% (Mohr et al., 1997).

Elektricky stimulovaná cyklistika snižuje množství tukové tkáně (Gorgey et al., 2015a). Dolbow zveřejnil kazuistiku zaměřenou na tuto problematiku. 53 letý muž s míšní lézí v oblasti C4 se zúčastnil elektricky stimulované cyklistiky. Pacientovi se snížilo procento tělesného tuku z 33,6 na 33,3% a množství tuku prosté hmoty vzrostlo o 3,3% (Dolbow, Gorgey, Moore & Gater, 2012).

### **3.3.3 Bipedální chůze pomocí funkční elektrické simulace**

Funkční elektrická stimulace se používá také k dosažení bipedální lokomoce. Aplikuje se u kompletní i nekompletní míšní léze. U pacientů s nekompletní lézí, kteří nemají dostatečnou svalovou sílu pro chůzi, slouží jako podpora.

Svaly se aktivují pomocí elektrod řízených mikroprocesorem, který má jedinec připnutý u pasu. Pacient zahájí chůzi zmáčknutím tlačítka. Po zmáčknutí tlačítka vyšle mikroprocesor elektrický signál do stojné končetiny, který vyvolá kontrakci čtyřhlavého svalu stehenního a hýžd'ových svalů. Pro iniciaci pohybu ipsilaterální končetiny musí pacient opět zmáčknout kontrolní spínač. Na druhé dolní končetině je vyvolána trojflexe

nociceptivním elektrickým podnětem skrz nervus peroneus communis. Koleno této končetiny je nakonec extendováno elektrickou stimulací čtyřhlavého stehenního svalu (Jacobs & Nash, 2004; Nash, 2005).

Tento trénink výrazně zvyšuje množství svalové hmoty (Nash, 2005).

Solomonow zkoumal vliv elektricky stimulované chůze na metabolismus lipidů u osmi pacientů s paraplegií. Tito pacienti měli diagnostikovanou vysokou hladinu celkového cholesterolu. Trénink trval 14 týdnů a účastníci cvičili tři hodiny v týdnu. Výsledkem bylo významné snížení celkového cholesterolu, LDL-cholesterolu, poměru LDL-cholesterolu / HDL-cholesterolu a poměru celkového cholesterolu / HDL-cholesterolu (Solomonow et al., 1998, Abstract; Solomonow et al., 1998 in Gorgey et al., 2015a).

## **4 RIZIKA POHYBOVÉ AKTIVITY U JEDINCŮ S MÍŠNÍ LÉZÍ**

### **4.1 Autonomní dysreflexie**

Jednotlivci s poraněním míchy na nebo nad úrovni Th6 jsou ohroženi vznikem autonomní dysreflexie, když jsou vystaveni nociceptivním podnětům (Jacobs & Nash, 2004).

„Podráždění pod úrovní poranění je vedeno aferentními drahami a v místě jejich přerušení v úrovni míšní léze dojde k vyplavení mediátorů, které způsobí masivní vazokonstrikci ve splachnické oblasti. Ta má za následek prudké zvýšení krevního tlaku často až ke kritickým hodnotám. Reakcí organismu je bradykardie a vazodilatace, která je vzhledem k přerušení míšních drah možná pouze nad úrovní poranění a jako taková nemůže vést ke snížení krevního tlaku a organismus sám není schopen vzniklou situaci zvládnout“ (Kříž & Hyšperská, 2009).

Mezi nejčastější podněty patří distenze močového měchýře a střeva před vyprazdňováním, žilní trombóza, fraktura kosti, náhlá změna teploty, horečka a cvičení. Riziko vzniku autonomní dysreflexie během cvičení je větší, když je pro generování pohybu použit elektrický proud nebo pokud pacient cvičí s horečkou (Jacobs & Nash, 2004).

### **4.2 Zranění muskuloskeletálního systému**

Osoby s poraněním míchy jsou ohroženy častými poraněními dolních a horních končetin. Na dolních končetinách dochází obvykle ke zlomeninám a luxacím kloubů (Nash, 2005; Jacobs, Nash, 2004). Časté jsou také bolesti svalů v důsledku poranění (Ginis et al., 2011). Nejčastější příčinou je úraz. Ke zranění obvykle dochází v důsledku pádu z vozíku (Kříž & Hyšperská, 2009).

Poranění dolních končetin mohou vzniknout také důsledkem nešetrné funkční elektrické stimulace. Jsou často spojena se spasticitou. Vznikají v důsledku asynergního pohybu spastické končetiny proti silám vyvolaných elektrickou stimulací ochrnutých svalů nebo proti setrvačnosti stroje, na kterém cvičení probíhá. To vysvětluje, proč mohou být tyto činnosti kontraindikovány u jednotlivců s těžkou spasticitou nebo se



spastickými reakcemi na aplikaci elektrického proudu (Nash, 2005; Jacobs; Nash, 2004).

Časté jsou také poranění horních končetin. Jedinci s míšní lézí plní pomocí horních končetin téměř všechny denní aktivity, například se pomocí nich přesouvají a pohání jimi mechanický vozík. Používají je také při sportu. Horní končetiny, především ramenní klouby, nejsou ale na takovou zátěž strukturálně přizpůsobeny. Často dochází k jejich přetížení a bolesti. Případná poranění ramen mohou pacienty velice omezovat. Je tedy třeba zabránit dalšímu přetěžování horních končetin. Pacienti by měli být instruováni, jakým způsobem by měli cvičit a jak dlouho by měla cvičební jednotka trvat, aby předešli komplikacím z přetížení (Nash, 2005; Jacobs & Nash, 2004; Nash et al., 2007).

### **4.3 Poruchy termoregulace**

Jedinci s míšní lézí mají často poruchy sudomotoriky pod úrovní poranění (Jacobs & Nash, 2004). „Patofyziologie poruchy termoregulace vychází z poruchy aference z kožních receptorů do hypotalamu a následně neschopností regulovat vazokonstrikci, vazodilataci a pocení“ (Kříž & Hyšperská, 2009).

Hypertermie během pohybové aktivity je častější u pacientů s úrovní léze nad Th6 a to především v horkém a vlhkém prostředí. Jedinci s tetraplegií mají horší schopnost odvádět teplo než paraplegici. Důvodem je větší plocha povrchu těla, na které není možné aktivně regulovat tělesnou teplotu (Girard, 2015).

Při sportu je třeba věnovat zvýšenou pozornost oblečení, teplotě prostředí, hydrataci a intenzitě a době cvičení (Nash, 2005; Kříž & Hyšperská, 2009).

## 5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Sestavila jsem krátký dotazník (viz příloha č. 1), jehož cílem bylo zmapovat úroveň pohybové aktivity a změny metabolismu u osob s míšní lézí. Dotazník se skládá z 11 otázek. Otázky 1-6 zjišťují obecné informace o pacientovi, jako je věk, pohlaví, doba od vzniku léze, úroveň míšní léze, výška a váha respondenta. Pomocí 5. a 6. otázky jsem vypočítala BMI index jedinců, který jsem vyhodnotila podle modifikovaných tabulek pro jedince s míšní lézí dle Laughtona (2009). Ten na základě své studie stanovil, že hranice pro obezitu je pro tyto osoby  $22 \text{ kg/m}^2$ . Otázky číslo 7 a 8 jsou zaměřené na pohybovou aktivitu respondentů. Poslední 3 otázky uvádějí informace o změnách metabolismu účastníků.

Dotazník jsem předložila pacientům v Rehabilitačním ústavu Kladruby a v Centru Paraple.

Stanovila jsem si dvě hypotézy. První hypotéza byla, že osoby s míšní lézí, jejichž BMI nepřekročilo  $22 \text{ kg/m}^2$ , cvičí vytrvalostně minimálně 20 minut dvakrát týdně a posilují velké svaly horních končetin alespoň dvakrát v týdnu. Druhou stanovenou hypotézou bylo, že jedinci, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru a cholesterolu v krvi, cvičí vytrvalostně minimálně 20 minut dvakrát týdně a posilují velké svaly horních končetin alespoň dvakrát v týdnu.

### 5.1 Výsledky dotazníkového šetření

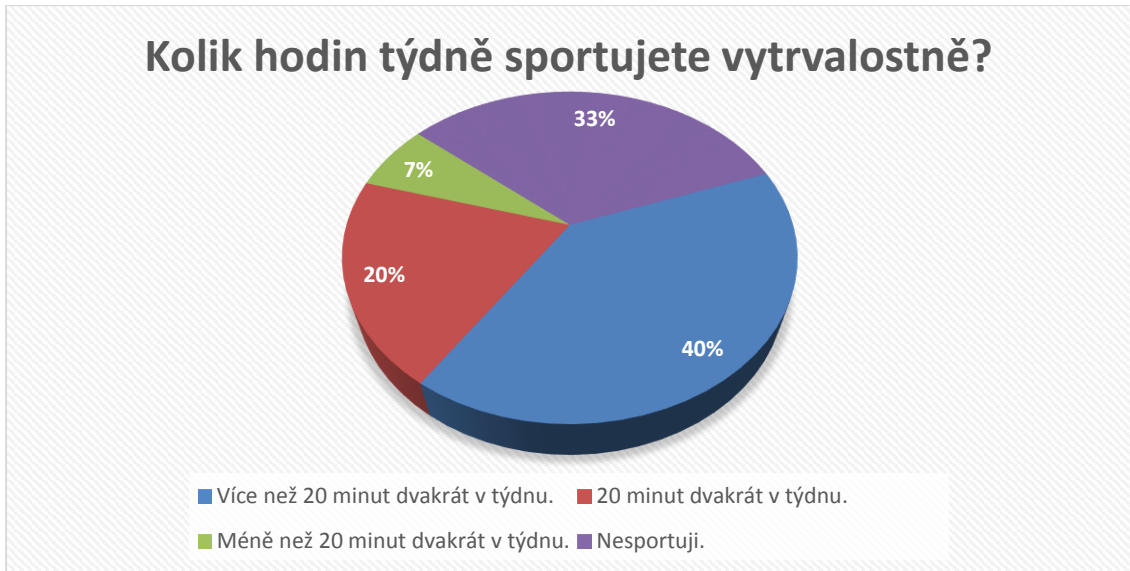
Dotazník vyplnilo 15 respondentů. Průměrný věk účastníků je 37,2 let. Nejmladšímu je 18 a nejstaršímu 69 let. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 12 mužů a 3 ženy. Pacienti byli průměrně 9,3 roku po vzniku léze. Nejkratší doba od vzniku poranění byla 1,75 roku a nejdelší 21 let. Kritérium pro zařazení respondentů do dotazníkového šetření bylo, aby byli minimálně jeden rok od vzniku léze. Z celkového počtu respondentů bylo 10 kvadruplegiků a 5 paraplegiků.

Otázky číslo 5 a 6 se zabývají výškou a váhou respondentů. Pomocí nich jsem stanovila modifikovaný BMI dle Laughtona. Hranici pro obezitu překročilo 11 respondentů z 15. BMI index 2 jedinců překročil maximální hranici pro obezitu dle Laughtona pouze mírně. Jejich BMI index nebyl vyšší než  $23 \text{ kg/m}^2$ .

Respondenti	Výška (cm)	Váha (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Pohlaví
1. RESPONDENT	155 cm	55 kg	22,89	Žena
2. RESPONDENT	173 cm	85 kg	28,40	Muž
3. RESPONDENT	180 cm	83 kg	25,62	Muž
4. RESPONDENT	185 cm	82 kg	23,96	Muž
5. RESPONDENT	187 cm	77 kg	22,02	Muž
6. RESPONDENT	180 cm	92 kg	28,40	Muž
7. RESPONDENT	187 cm	100 kg	28,60	Muž
8. RESPONDENT	168 cm	62 kg	21,97	Žena
9. RESPONDENT	200 cm	92 kg	23,00	Muž
10. RESPONDENT	187 cm	80 kg	22,88	Muž
11. RESPONDENT	182 cm	89 kg	26,87	Muž
12. RESPONDENT	175 cm	50 kg	16,33	Muž
13. RESPONDENT	175 cm	83 kg	27,10	Muž
14. RESPONDENT	178 cm	62 kg	19,57	Muž
15. RESPONDENT	168 cm	83 kg	29,41	Žena

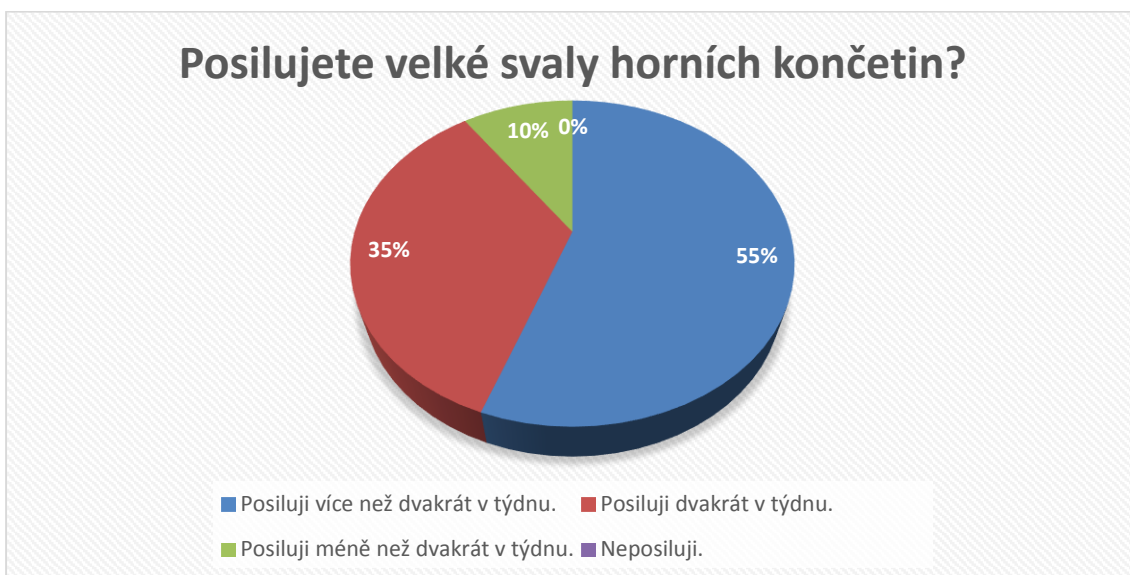
Tabulka č. 1: Výška, váha, BMI a pohlaví respondentů - Červeně označení respondenti nepřekročili hranici BMI pro obezitu dle Laughtona, která je 22 kg/m<sup>2</sup>. Modře označení respondenti překročili hranici pro obezitu dle Laughtona pouze mírně. Jejich BMI nepřekročil 23 kg/m<sup>2</sup>.

Na otázku číslo 7 „Kolik hodin týdně sportujete vytrvalostně?“ odpovědělo 6 respondentů (40%), že sportují více než dvacet minut dvakrát v týdnu. Dvacet minut dvakrát týdně sportují vytrvalostně 3 jedinci (20%) a 1 osoba (7%) cvičí vytrvalostně méně než 20 minut dvakrát v týdnu. Celkem 5 respondentů (33%) uvedlo, že vytrvalostně nesportují.



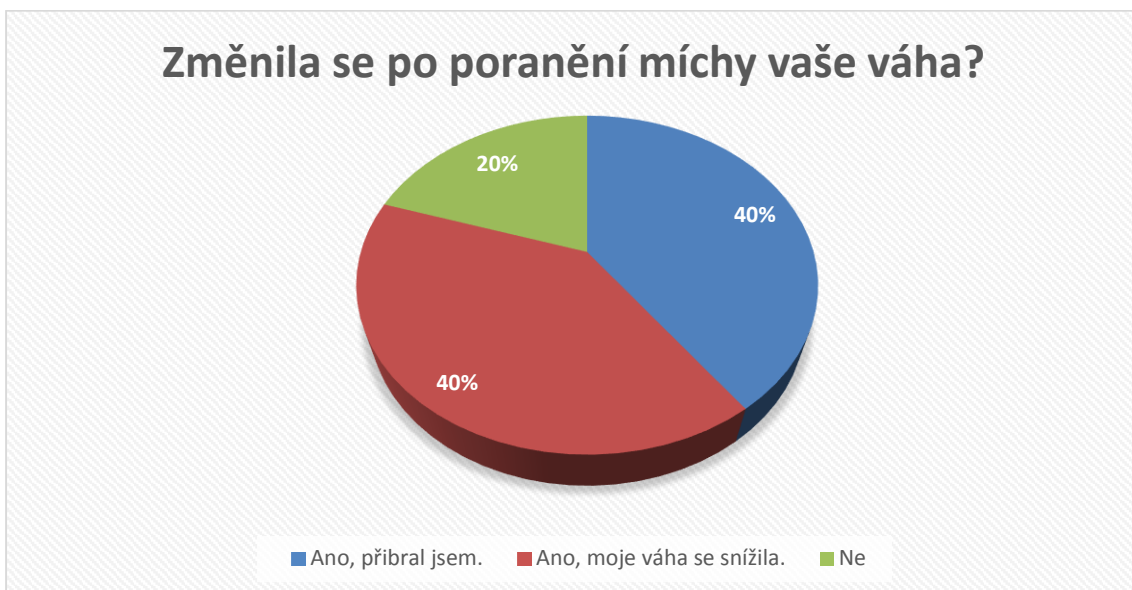
Graf č. 1: Vytrvalostní sport

Otázka číslo 8 zjišťuje, zda jedinci s míšní lézí posilují velké svaly horních končetin a jak často. Osm účastníků (55%) odpovědělo, že cvičí více než dvakrát v týdnu. Dvakrát týdně cvičí 5 respondentů (35%) a 2 respondenti (10%) posilují méně než dvakrát v týdnu.



Graf č. 2: Posilování velkých svalů horních končetin

Po míšní lézi se změnila váha celkem u 12 respondentů (80%). Šest jedinců (40%) uvedlo, že se jejich váha po vzniku léze snížila a 6 pacientů (40%) odpovědělo, že přibrali. Třem respondentům (20%) se váha nezměnila.



Graf č. 3: Váha po vzniku léze

Na otázku číslo deset „Řekl Vám někdy lékař, že máte zvýšenou hladinu cukru v krvi?“ odpovědělo 14 jedinců negativně (93,3%). Jeden respondent uvedl (6,7%), že mu lékař diagnostikoval zvýšenou hladinu glukózy v krvi po vzniku míšní léze.



Graf č. 4: Hladina cukru v krvi

Z 15 respondentů měli 2 (13%) někdy zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi. Zbývajících 13 pacientů (87%) zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi nekuje, a to jak před vznikem míšňí léze, tak i po jejím vzniku.



Graf č. 5: Hladina cholesterolu v krvi

## 5.2 Korelace vyplývající z dotazníkového šetření

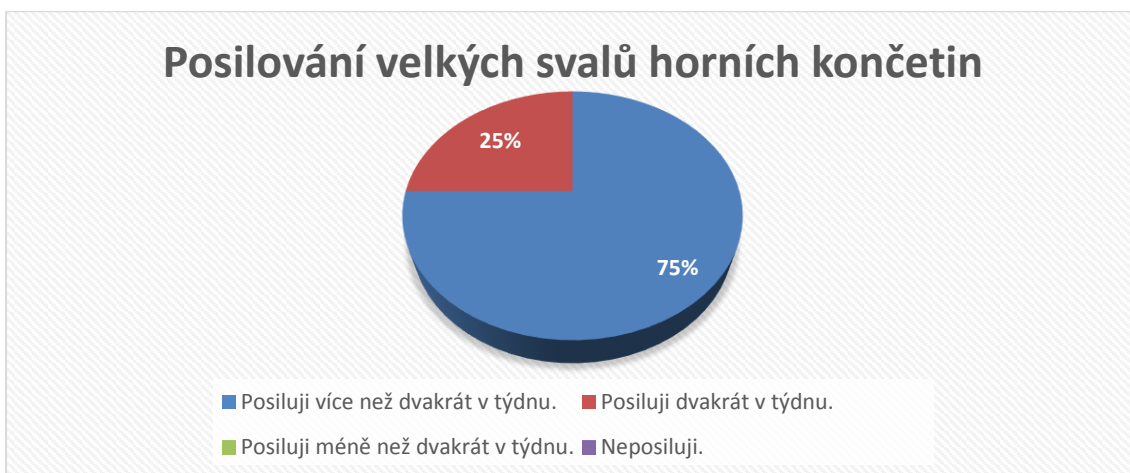
### 5.2.1 Jedinci s BMI nižším než 22 kg/m<sup>2</sup>

Jedinci s BMI indexem menším než 22 kg/m<sup>2</sup> jsou 4, to je 27% ze všech respondentů. Z dotazníkového šetření vyplývá, že pravidelný vytrvalostní sport více než 20 minut dvakrát týdně dělal pouze 1 respondent ze 4. Jeden pacient cvičil dvacet minut dvakrát týdně. Dva jedinci vytrvalostní sport nedělali.



Graf č. 6: Vytrvalostní sport u jedinců s BMI menším než 22 kg/m<sup>2</sup>

Ze 4 respondentů s BMI indexem pod 22 kg/m<sup>2</sup> tři uvedli, že posilovali svaly horních končetin více než dvakrát v týdnu. Jeden pacient odpověděl, že cvičil právě dvakrát týdně.

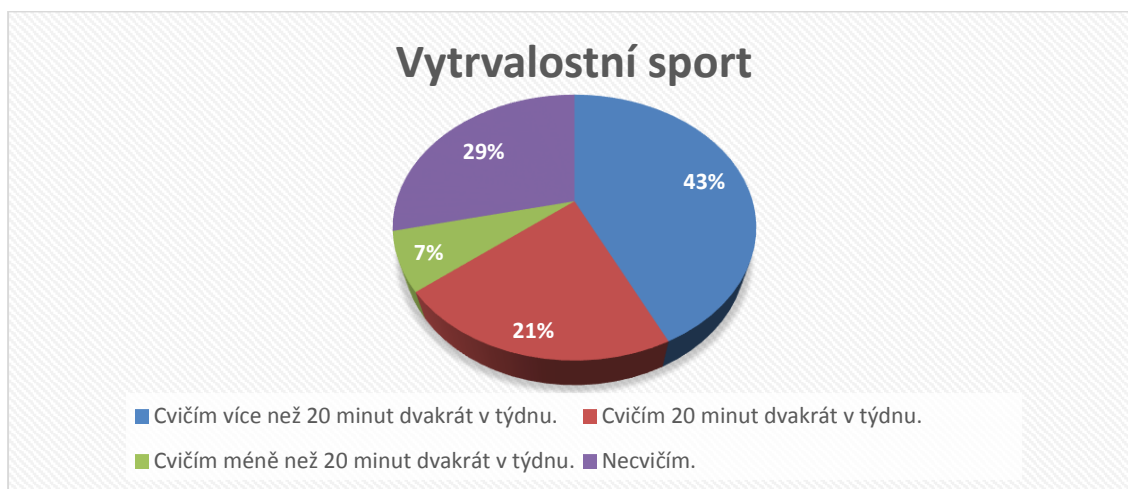


Graf č. 7: Posilování velkých svalů horních končetin u jedinců s BMI menším než 22 kg/m<sup>2</sup> - Zelená a fialová barva se v grafu nevyskytují, protože ani jeden z respondentů s BMI nižším než 22 kg/m<sup>2</sup> si tuto položku nevybral.

Celkem 2 respondenti cvičili vytrvalostně i silově tak, jak doporučuje SCI Action Canada.

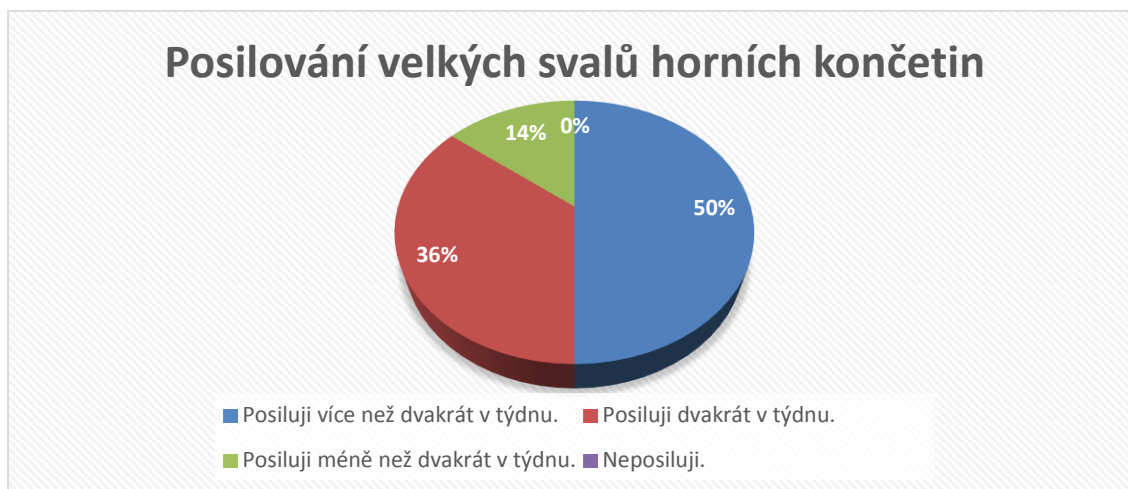
### 5.2.2 Jedinci negující zvýšenou hladinu cukru v krvi

Čtrnáct respondentů (93,33%) neguje, že jim někdy lékař diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru v krvi. Z těchto respondentů 6 uvedlo, že cvičí vytrvalostně více než 20 minut dvakrát týdně. Tři účastníci odpověděli, že cvičí 20 minut dvakrát týdně. Méně než 20 minut dvakrát týdně sportuje jeden pacient. Čtyři jedinci odpověděli, že vytrvalostně nesportují.



Graf č. 8: Vytrvalostní sport u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru v krvi.

Ze 14 respondentů, kteří negují, že měli někdy zvýšenou hladinu cukru v krvi, jich 7 posiluje více než 20 minut dvakrát v týdnu. Pět respondentů silově cvičí dvakrát týdně a 2 klienti cvičí méně než dvakrát týdně. Nikdo neudal, že neposiluje.



Graf č. 9: Posilování velkých svalů horních končetin u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru v krvi.



Celkem 8 respondentů cvičilo vytrvalostně i silově tak, jak doporučuje SCI Action Canada.

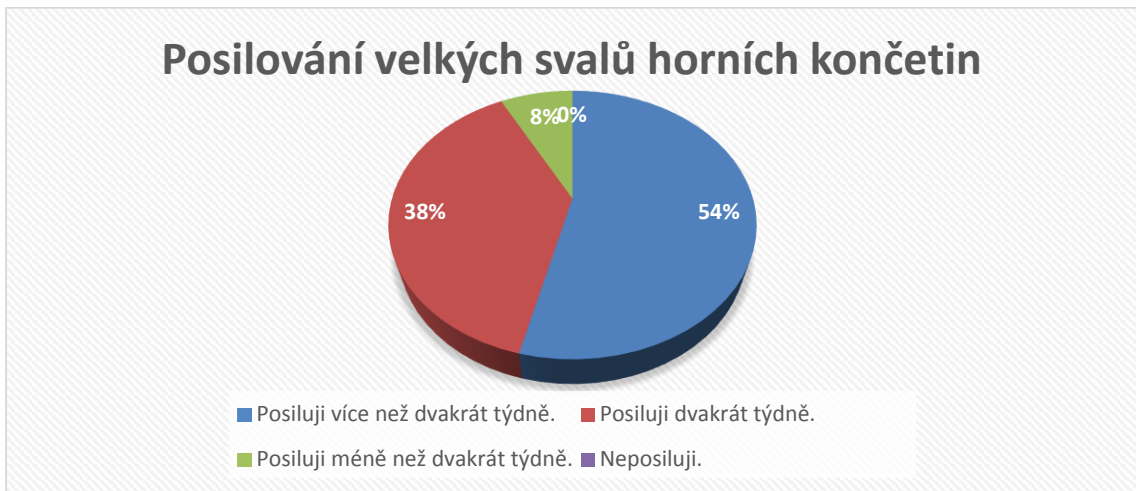
### 5.2.3 Jedinci negující zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi

Třináct respondentů (88,7%) neguje, že jim někdy lékař diagnostikoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi. Tito respondenti v dotazníkovém šetření uvedli, že 6 z nich provozuje pravidelný vytrvalostní sport více než dvacet minut dvakrát v týdnu. Dva jedinci sportují vytrvalostně 20 minut dvakrát v týdnu a 1 účastník udává, že cvičí méně než 20 minut dvakrát týdně. Čtyři respondenti nespportují vytrvalostně vůbec.



Graf č. 10: Vytrvalostní sport u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi.

Z respondentů, kterým lékař nikdy nediagnosticskoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi, jich 7 posiluje velké svaly horních končetin více než dvakrát v týdnu. Pět jedinců posiluje dvakrát týdně a 1 cvičí méně než dvakrát v týdnu.



Graf č. 11: Posilování velkých svalů horních končetin u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnosticskoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi.

Celkem 8 respondentů cvičilo vytrvalostně i silově tak, jak doporučuje SCI Action Canada.

## 6 DISKUZE

### 6.1 Diskuze k teoretické části

Dostatečné množství pohybu je nezbytné pro zachování kardiovaskulárního a svalového zdraví. Jedinci s míšní lézí mají v důsledku poranění nižší množství spontánní pohybové aktivity. Možnosti cílené pohybové aktivity jsou také omezeny. Aktivní tělesné cvičení je zaměřené pouze na svaly nad úrovní míšní léze. Fyzická aktivita je limitována kardiovaskulárním a respiračním systémem.

Co se týká délky a četnosti cvičení je pro jedince po poranění míchy několik doporučení. Například American College of Sports Medicine říká, že jedinci s míšní lézí mají dodržovat doporučení pro obecnou populaci, tedy kardiorespirační cvičení střední intenzity 150 minut týdně nebo cvičení s vysokou intenzitou 75 minut týdně a cvičení proti odporu dvakrát až třikrát týdně.

SCI Action Canada tvrdí, že osoby s míšní lézí by měly dělat aerobní aktivitu minimálně dvacet minut dvakrát v týdnu v kombinaci s odporovým cvičením dvakrát týdně, tak aby cvičily každou velkou svalovou skupinu horních končetin ve třech sadách po osmi až deseti opakování (Gorgey, 2014; Fisher et al., 2015). Dvacet minut aerobní aktivity dvakrát týdně není mnoho. Ginis ve svém článku z roku 2011 uvádí, že tato doba je pro lidi s poraněním míchy, kteří začínají s cvičebním programem, realistický cíl, který má dostatečné výsledky (Ginis et al., 2011). Pro dobrou adherenci jedinců ke cvičení je důležité stanovit cíle, kterých jsou schopni dosáhnout.

Existuje několik forem cvičení, které jsou pro osoby s míšní lézí vhodné. Mezi tyto formy patří například odporový trénink horních končetin, kruhový odporový trénink horních končetin. Z vytrvalostního cvičení to je jízda na handbiku, jízda na hybridním kole. Velice oblíbeným sportem jsou v dnešní době kolektivní hry. Další metodou, která umožňuje aktivovat i velké svaly dolních končetin je funkční elektrická stimulace (Fisher et al., 2015).

Výhodou odporového tréninku je, že je pro pacienty snadno dostupný. Mohou cvičit doma pomocí činek, therabandů nebo medicimbalu. Pacienti mohou také cvičit na posilovacích strojích (Fisher et al., 2015).

Odporový trénink zvyšuje množství tukuprosté hmoty a snižuje množství tukové tkáně a to především na horních končetinách (Serra-Añó et al., 2012). Hypertrofie kosterního svalstva pozitivně působí na metabolismus sacharidů. Odporový trénink

u osob bez míšní léze zvyšuje inzulínovou senzitivitu a pozitivně ovlivňuje clearance glukózy. Bylo prokázáno, že tento typ tréninku má vliv i na metabolismus lipidů. V běžné populaci zvyšuje množství HDL-cholesterolu a snižuje množství celkového cholesterolu. Dalo by se tedy předpokládat, že bude mít podobný efekt i na osoby s míšní lézí. Není ale dostatek studií, které by tuto hypotézu potvrdily. Bylo by tedy dobré udělat více studií s dostatečným množstvím účastníků., které by se touto problematikou zabývaly (Gorgey et al., 2015a).

Odporový trénink je u jedinců s poraněním míchy omezen pouze na svaly nad úrovní léze, tedy hlavně na svaly horních končetin. Gorgey uvádí, že hypertrofie těchto svalů není k dosažení optimálních změn v metabolismu sacharidů a lipidů dostatečná, protože jsou příliš malé. Lepší by bylo ovlivnit velké svaly dolních končetin. To není ale tímto typem tréninku možné (Gorgey et al., 2015a).

Kruhový odporový trénink kombinuje odporové cvičení s krátkými periodami kardiorespiračního cvičení na klikovém ergometru. Studie, které se zabývají vlivem kruhového odporového tréninku na zdraví osob s míšní lézí, popisují zvýšení vytrvalosti, svalové síly, VO<sub>2</sub> peak, výkonu a aerobní kapacity (Nash et al., 2007, Fisher et al., 2015, Jacobs et al. 2002).

Kruhový odporový trénink zvyšuje energetický výdej. Například Jakobs (2011) ve své studii uvádí, že jedinci s paraplegií vydali během 40 minutového tréninku 170 kcal. Pro lepší představu, bazální metabolismus, který zaujímá největší část denního energetického výdeje je u paraplegiků o 300-500 kcal nižší než u zdravého člověka. Toto cvičení pomáhá tedy zvýšit výrazně omezený denní energetický výdej jedinců s míšní lézí (Khalil et al., 2013; Jacobs et al., 2010).

Byl prokázán pozitivní vliv kruhového odporového tréninku na metabolismus lipidů. U pěti mužů s chronickou paraplegií došlo během tříměsíčního tréninku ke zvýšení množství HDL-cholesterolu a k poklesu LDL-cholesterolu (Nash et al., 2001 in De Groot et al., 2008).

Nenašla jsem žádnou studii, která by zkoumala vliv kruhového odporového tréninku na metabolismus sacharidů a na složení těla. Ale Eriksson (1998) ve své studii zkoumal vliv kruhového odporového tréninku na metabolismus sacharidů u osob se sníženou tolerancí na glukózu a prokázal zvýšení citlivosti na inzulín o 23%. Dalo by se tedy předpokládat, že tento typ tréninku bude mít pozitivní efekt také na metabolismus sacharidů u osob s míšní lézí. Bylo by dobré tuto problematiku více prozkoumat.

Dalším typem cvičení, který je vhodný pro osoby s míšni lézí, je vytrvalostní trénink. Tento typ tréninku má několik podob a jedinci si mohou zvolit ten, který je nejvíce baví. Mezi vytrvalostní sporty patří například jízda na handbiku, na klikovém ergometru a na hybridním kole.

Čichoň (2015) zkoumal vliv cvičení na ručním kole na složení těla. Výzkumu se zúčastnili 4 probandi, 3 paraplegici a jeden tetraplegik. Tělesné složení se změnilo pouze u jednoho klienta s tetraplegií. Toto množství účastníků je velmi nízké pro stanovení určitých závěrů. Bylo by vhodné, aby se touto problematikou zabývalo více studií s větším počtem probandů.

El-Sayed a Younesian (2005) testovali vliv 12 týdenního tréninku na klikovém ergometru na metabolismus lipidů po míšni lézi. Výsledkem bylo, že se klientům zvýšila hladina HDL-cholesterolu, ale množství triacylglycerolů a celkového cholesterolu se nezměnilo.

Další variantou vytrvalostního tréninku je cvičení na hybridním kole. Jedná se o kombinaci synchronní ruční cyklistiky a asynchronní jízdy na bicyklovém ergometru, která je doplněná funkční elektrickou stimulací svalů dolních končetin (Bakkum et al., 2014).

Bakkum (2015) porovnával efekt cvičení na ručním kole a na hybridním kole a nenašel žádné významné rozdíly. V obou skupinách došlo ke zlepšení inzulínové rezistence, ke snížení procenta tuku na trupu a androidního tuku. Zmenšil se také obvod pasu účastníků. Výrazné účinky se během studie neprojevily na množství triacylglycerolů a HDL-cholesterolu. Výsledky této studie naznačují, že cvičením na ručním kole je levnější a dostupnější variantou tréninku, která přináší stejné výsledky. Výzkumu se ale zúčastnilo pouze 19 jedinců s míšni lézí, což je pro potvrzení této hypotézy málo.

Dle mého názoru by bylo dobré udělat více studií, které se budou touto problematikou zabývat a ve kterých bude pohybová aktivita doplněna také vhodnou dietou. Například Khalil doporučuje pro jedince s míšni lézí dietu bohatou na komplexní sacharidy s vyšším obsahem bílkovin a nižším obsahem tuku (Khalil et al., 2013).

Velice oblíbeným sportem jsou u klientů s míšni lézí kolektivní hry, jako je pozemní hokej, rugby, tenis, basketball a další. Kolektivní sporty významně zvyšují denní energetický výdej jedinců s míšni lézí. Abel toto ve své studii potvrdil. Hráči tenisu spálili během jednoho tréninku 325.8+/-73.0 kcal/hod. Hráči rugby spálili

248.5 $\pm$ 69.4 kcal/hod a energetický výdej hráčů basketbalu byl 374.8 $\pm$ 127.1 kcal/hod. Nižší energetický výdej hráčů rugby je dán pravděpodobně tím, že se jednalo o tetraplegiky. Hráči tenisu a basketballu byli paraplegici (Abel et al., 2008).

Další metoda, která je v mé bakalářské práci zmíněna, je funkční elektrická stimulace. Funkční elektrická stimulace umožňuje aktivovat svaly pod úrovní míšní léze. FES stimuluje svaly koordinovaně, příkladem je elektricky stimulovaná cyklistika nebo bipedální chůze pomocí funkční elektrické stimulace (Gorgey et al., 2015a).

Funkční elektrická stimulace pozitivně působí na metabolismus lipidů a sacharidů. Existuje několik studií, které jsou zaměřené na vliv FES na metabolismus sacharidů. Takové studie zveřejnil například Jeon (2002) nebo Hjeltnes (1998). Jeon zkoumal vliv 8 týdenní elektricky stimulované cyklistiky na metabolismus sacharidů u 7 klientů s míšní lézí. Hladina glukózy v krvi se snížila o 12,5%. Na počátku studie měli 4 jedinci sníženou glukózovou toleranci a jeden diabetes mellitus. U třech pacientů došlo k optimalizaci hodnot a u pacienta s diabetem se zlepšily výsledky glukózového orálního tolerančního testu (Jeon et al., 2002). Hjeltnes zkoumal vliv každodenní elektricky stimulované cyklistiky, která probíhala po dobu osmi týdnů na metabolismus sacharidů u 5 tetraplegiků. U klientů se zvýšil bazální transport glukózy do buněk 1,6 krát a transport zprostředkovaný inzulinem 2,1 krát (Hjeltnes et al., 1998 in Jeon et al., 2002). Tyto studie tedy prokazují pozitivní vliv funkční elektrické stimulace na metabolismus sacharidů. Limitem obou studií je nízký počet zúčastněných subjektů.

Jiné studie se zabývají vlivem FES cyklistiky na počet a funkci GLUT4 a GLUT1 přenašečů. Například Mohr uvádí, že elektricky stimulovaná cyklistika aplikovaná třikrát týdně po dobu 12 měsíců zvýšila vychytávání glukózy a o 105% zvýšila počet GLUT4 transporterů. Mohr ve své studii ale upozorňuje na fakt, že vliv elektricky stimulované cyklistiky není dlouhodobý. Poté co intenzita cvičení ustala, vrátil se počet GLUT4 přenašečů a vychytávání glukózy na původní hodnotu (Mohr et al. 2001 in Gorgey et al., 2015a).

Vliv elektricky stimulované cyklistiky na počet GLUT1 a GLUT4 transporterů zkoumal také Chilibeck. Uvedl, že se množství GLUT1 transporterů zvýšilo o 52% a množství GLUT4 přenašečů o 72%. Výsledky těchto studií dokazují, že funkční elektrická stimulace je vhodnou metodou při poruchách metabolismu sacharidů. Nevýhodou je její přechodný efekt a cena (Chilibeck et al., 1999 in Gorgey et al., 2015a).

Funkční elektrická stimulace má pozitivní vliv také na metabolismus lipidů. Existuje jen málo studií, které se touto problematikou zabývají. Některé studie hodnotí efekt FES na metabolismus lipidů pozitivně, jiné však dostatečný vliv nezaznamenaly, nebo zjistily, že jiná a levnější metoda přináší podobné nebo dokonce lepší výsledky. Například Johntson (2009) zkoumal vliv elektricky stimulované cyklistiky, pasivní cyklistiky a neuromuskulární elektrické stimulace na metabolismus lipidů u dětí s míšní lézí. Děti cvičily 3 krát týdně 6 měsíců. Tato studie ukazuje, že skupina dětí, které byla aplikovaná pouze neuromuskulární elektrická stimulace, dopadla lépe, než skupina s FES. Dětem, kterým byla aplikována neuromuskulární stimulace, poklesla hladina cholesterolu v průměru o  $-17,1 \pm 8,5\%$  a hladina triacylglycerolů o  $-13,3 \pm 45,2\%$ . U dětí s FES se změnilo množství cholesterolu o  $4,4 \pm 20,4\%$  a triacylglycerolů o  $-6,7 \pm 40,6\%$ .

Solomonow zkoumal vliv bipedální lokomoce pomocí funkční elektrické stimulace u 8 paraplegiků, kteří měli vysokou hladinu celkového cholesterolu. Po 14 týdenním tréninku došlo k významnému snížení celkového cholesterolu, LDL-cholesterolu, poměru LDL-cholesterolu / HDL-cholesterolu a poměru totálního cholesterolu / HDL-cholesterolu (Solomonow et al., 1998, Abstract; Solomonow et al., 1998 in Gorgey et al. 2015a).

Funkční elektrická stimulace ovlivňuje také tělesné složení. Sköld zjistil, že 6 měsíční trénink elektricky stimulované cyklistiky o frekvenci třikrát v týdnu zvýšil množství svalové hmoty u 15 klientů s míšní lézí o 10% (Sköld et al., 2002). Podobný výzkum dělal také Mohr, který aplikoval elektricky stimulovanou cyklistiku třikrát týdně po dobu jednoho roku. Zjistil, že plocha příčného průřezu stehenního svalu se účastníkům zvýšila o 12% (Mohr et al., 1997).

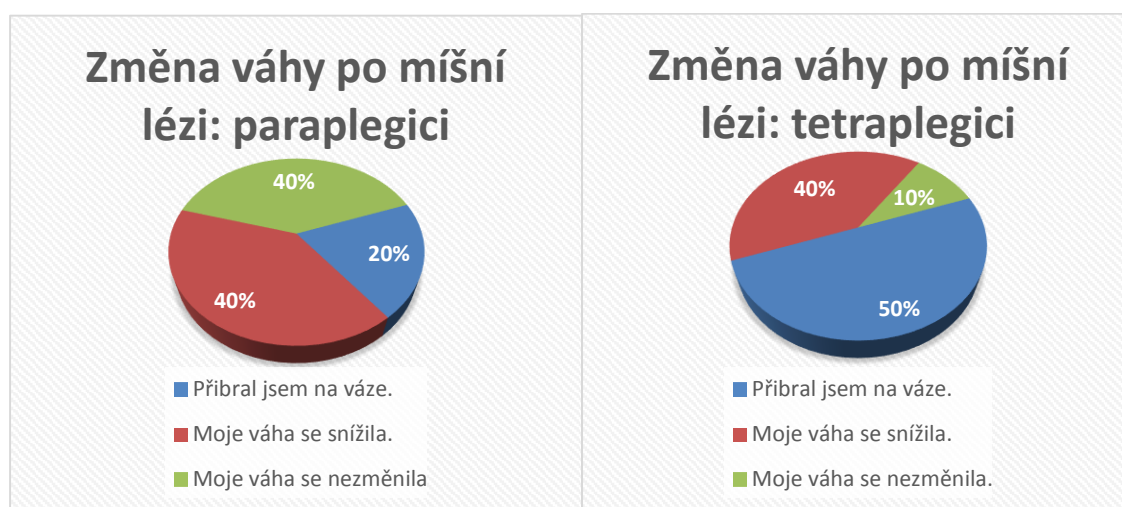
Existují hypotézy, že funkční elektrická stimulace snižuje množství tukové tkáně. Touto problematikou se zabýval například Sköld (2002). Hypotézu se mu ale potvrdil nepodařilo. Kazuistiku zaměřenou na toto téma zveřejnil také Dolbow (2012). U pacienta s lézí v úrovni C4 došlo k mírnému snížení množství tukové tkáně z 33,6 na 33,3%. Bylo by dobré udělat na toto téma více studií.

Velmi důležité je také zmínit, jaká hrozí klientům při pohybové aktivitě rizika. Mezi nejčastější patří autonomní dysreflexie a poruchy termoregulace. Velmi obvyklá jsou také různá poranění muskuloskeletálního systému. Zdravotníci a zaměstnanci center, která nabízí pohybovou aktivitu pro jedince s míšní lézí, by si měli být těchto nebezpečí vědomi, měli by je být schopni včas rozpoznat a zejména u autonomní dysreflexie poskytnout klientovi první pomoc.

## 6.2 Diskuze k praktické části

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 15 respondentů, z toho 10 tetraplegiků a 5 paraplegiků. Cílem dotazníkového šetření bylo zmapovat důsledky míšní léze na metabolismus pacientů a zjistit množství pohybové aktivity jedinců s lézí.

Z šetření vyplývá následující. Hmotnost se změnila u 12 jedinců (80%). Šesti respondentům (40%) váha vzrostla a 6 (40%) se snížila. Změny hmotnosti se lišily u paraplegiků a tetraplegiků. Padesát procent tetraplegiků uvádí, že po míšní lézi přibralo, z paraplegiků totéž uvádí pouze 20%.



Graf č. 12: Změna váhy po SCI: paraplegici Graf č. 13: Změna váhy po SCI: tetraplegici

Pomocí otázky číslo 5 „Kolik měříte?“ a otázky číslo 6 „Kolik Vážíte?“ jsem si vypočítala BMI index respondentů. Pokud jsem BMI index vyhodnotila podle tabulek pro běžnou populaci (viz. Příloha č. 2), tak ani jeden pacient nepřekročil hranici pro obezitu. Pokud jsem ale BMI index hodnotila dle modifikované hranice dle Laugtona, překročilo hranici obezity celkem 11 respondentů. BMI dvou pacientů byl vyšší pouze mírně. Nepřesáhl 23 kg/m<sup>2</sup>. Paradoxní je, že tuto hranici překročili hlavně respondenti, kteří uvedli, že množství jejich pohybové aktivity je dostatečné, vzhledem k tomu co doporučuje SCI Action Canada. Podle dotazníkového šetření však není možné hodnotit účinnost těchto doporučení.

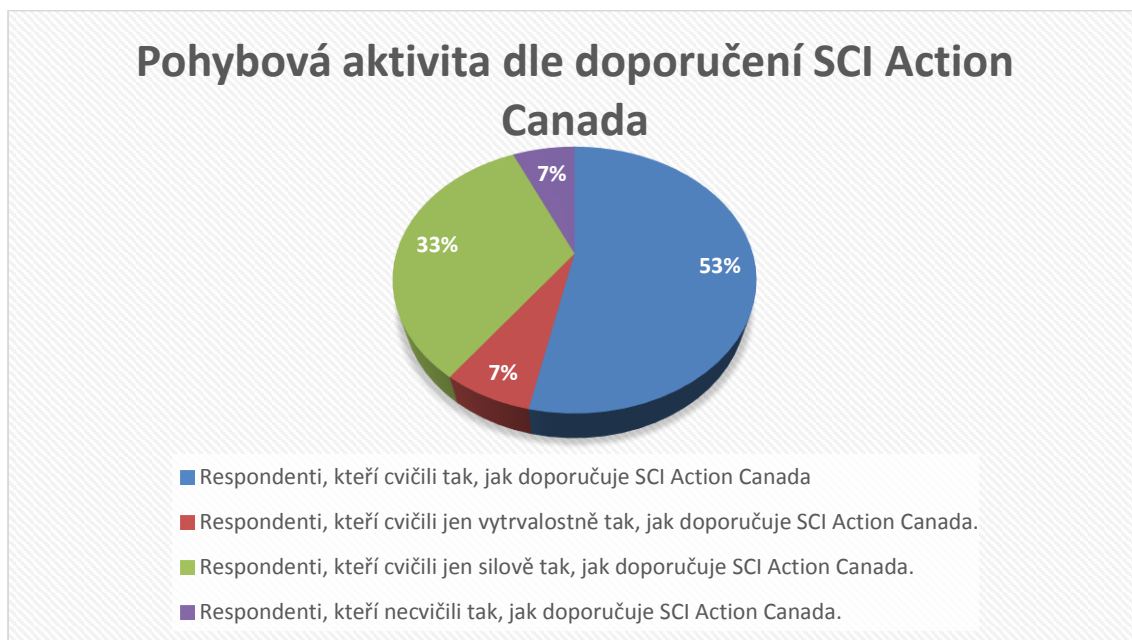
Z 15 respondentů uvedli 2, že někdy měli zvýšenou hladinu cukru v krvi a pouze jeden respondent uvedl, že mu lékař někdy oznámil, že má zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi. Tito respondenti nemají dostatečné množství pohybové aktivity, které doporučuje SCI Action Canada.



Polovina účastníků však uvedla, že si nejsou vědomi, že by jim lékař hladinu cholesterolu a glukózy v krvi zjišťoval. Bylo by tedy dobré, aby byli pacienti po návratu domů v tomto směru více sledováni.

Co se týče pohybové aktivity, 8 respondentů cvičilo tak, jak doporučuje SCI Action Canada. Cvičili tedy vytrvalostně minimálně dvakrát týdně dvacet minut a zároveň posilovali velké svaly horních končetin alespoň dvakrát v týdnu. Tito jedinci uvedli, že jim lékař nikdy neřekl, že mají zvýšenou hladinu cukru nebo cholesterolu v krvi. BMI index u 5 z těchto jedinců překročil ale hranici pro obezitu dle Laughtona.

7 respondentů necvičilo tak, jak doporučuje SCI Action Canada. Tito jedinci cvičili většinou buď pouze vytrvalostně, nebo pouze silově. Žádný z respondentů nebyl zcela neaktivní.



Graf č. 14: Pohybová aktivita dle doporučení SCI Action Canada

	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Zvýšená glukóza	Zvýšený cholesterol
Respondent 1	28,4	ne	Ne
Respondent 2	25,62	ne	Ne
Respondent 3	22,31	ne	Ne
Respondent 4	28,4	ne	Ne
Respondent 5	22,88	ne	Ne
Respondent 6	27,1	ne	Ne
Respondent 7	19,57	ne	ne
Respondent 8	29,41	ne	ne

Tabulka č. 2: Respondenti, kteří cvičili tak, jak doporučuje SCI Action Canada

## ZÁVĚR

Cílem této rešeršní bakalářské práce je shrnout poznatky o změnách metabolismu a složení těla po míšní lézi a upozornit na ně. Dále uvést možnosti pohybové aktivity, které jsou vhodné pro osoby s míšní lézí a které změněný metabolismus určitým způsobem ovlivňují. Uvádí také doporučení, jak často, jak dlouho a jakou intenzitou by měli jedinci s míšní lézí cvičit. V neposlední řadě také upozorňuje na možné komplikace, které jsou s pohybovou aktivitou spojené.

Míšní léze s sebou přináší mnoho závažných klinických důsledků, mezi které patří i změny metabolismu a složení těla. Tyto změny negativně působí na celý lidský organismus. Zvyšují rizika vzniku kardiovaskulárních chorob a diabetes mellitus II typu. Ovlivňují délku a kvalitu života osob s míšní lézí. Je důležité, aby si odborná veřejnost byla těchto změn vědoma a uměla je včas rozpoznat a pacientům pomoci. Velice důležitá je především včasná diagnostická a preventivní péče.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- ABEL, T., PLATEN, P., ROJAS VEGA, S., SCHNEIDER, S., STRÜDER, H. K. (2008). Energy expenditure in ball games for wheelchair users. *Spinal Cord*[online]. Vol. 46, no. 12, pp. 785-790. doi: 10.1038/sc.2008.54. Epub 2008 Jun 3.
- BAKKUM A. J. T., DE GROOT S., ONDERWATER M. Q., de JONG J., JANSSEN T. W. J. (2014). 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*. Vol. 37, no. 6, pp. 758-764. doi:10.1179/2045772313Y.0000000164.
- BAKKUM, A. J. T., PAULSON, T. A., BISHOP, N. C., GOOSEY-TOLFREY, V. L., STOLWIJK-SWÜSTE, J. M., VAN KUPPEVELT, D. J., DE GROOT S., JANSSEN, T. W. (2015). Effects of hybrid cycle and handcycle exercise on cardiovascular disease risk factors in people with spinal cord injury: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. Vol. 47, no. 6, pp. 523-530. doi: 10.2340/16501977-1946.
- BALDI J. C., JAKSON R. D., MORAILLE R., MYSIW W. J. (1998). Muscle atrophy is prevented in patients with acute spinal cord injury using functional electrical stimulation. *Spinal Cord*. Vol. 36, no 7, pp. 463–469.
- BAUMAN, W. A., & SPUNGEN, A. M. (2008). Coronary heart disease in individuals with spinal cord injury: assessment of risk factors. *Spinal Cord*[online], Vol. 46, no. 7, pp. 466-476. doi:10.1038/sj.sc.3102161.
- BAUMAN W. A., KORSTEN M. A., RADULOVIC M, SCHILERO G. J., WECHT J. M., SPUNGEN A. M. (2012). 31stG. Heiner Sell Lectureship: Secondary Medical Consequences of Spinal Cord Injury. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*[online]. Vol. 18, no. 4, pp. 354-378. doi:10.1310/sci1804-354.
- BLUVSHTEIN, V., KOREZYN, A. D., PINHAS, I., VERED, Y., GELERNTER, I., CATZ, A. (2011). Insulin resistance in tetraplegia but not in mid-thoracic paraplegia: is the mid-thoracic spinal cord involved in glucose regulation?. *Spinal Cord*. Vol. 49, no. 5, pp. 648-52. doi: 10.1038/sc.2010.152.
- BUCHHOLZ, A. C., MCGILLIVRAY, C. F., PENCHARZ, P. B. (2003). Physical Activity Levels Are Low in Free-Living Adults with Chronic Paraplegia. *Obesity Research*, Vol. 11, no. 4, pp. 563–570. doi: 10.1038/oby.2003.79.
- ČICHOŇ, R., MASZEZYK, A., STASTNY, P., UHLÍŘ, P., Petr, M., DOUBRAVA, O., MOSTOWIK, A., GOLAS, A., CIESZCZYK, P., ŽMIJEWSKI, P. (2015). Effects of Krankcycle Training on Performance and Body Composition in Wheelchair Users. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 48, pp. 71-78. doi:10.1515/hukin-2015-0093.
- DE GROOT, V., DALLMEIJER, A. J., POST, M. W. M., ANGENOT, E. L. D., VANDERWOUDE, L. H. V. (2008). The longitudinal relationship between lipid profile and physical capacity in persons with a recent spinal cord injury. *Spinal*

- Cord*. Vol. 46, pp. 344–351;. doi:10.1038/sj.sc.3102147; published online 20 November 2007.
- D'OLIVERIA, G. L. C., FIGUEIREDO, F. A., PASSON, M. C. F., CHAIN, A., BEZZERA, F. F., KOURY, J. C. (2014). Physical exercise is associated with better fat mass distribution and lower insulin resistance in spinal cord injured individuals. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. Vol. 37, no. 1, pp. 79-84. Doi: 10.1179/2045772313Y.0000000147.
- DOBLOW, D. R., GORGEY, A. S., MOORE, J. R., GATER, D. R. (2012). Report of practicability of a 6-month home-based functional electrical stimulation cycling program in an individual with tetraplegia. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. Vol. 5, no. 3, pp. 182-186. Doi: 10.1179/2045772312Y.0000000007.
- EL SAYED, M. S., YOUNESIAN, A. (2005). Lipid profiles are influenced by arm cranking exercise and training in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord*. Vol. 43, no. 5, pp. 299–305. Doi: 10.1038/sj.sc.3101698.
- ERIKSSON J., TUOMINEN J., VALLE T., SUNDBERG S., SOVIJARVI A., LINDHOLM H., TUOMILEHTO J., KOIVISTO V. (1998). Aerobic Endurance Exercise or Circuit-Type Resistance Training for Individuals with Impaired Glucose Tolerance? *Horm. Metab. Res*. Vol. 30, no. 1, pp. 37-41. Doi: 10.1055/s-2007-978828.
- FISCHER, J. A., MCNELIS, M. A., GORGEY, A. S., DOBLOW, D. R., GOETZ, L. L. (2015). Does Upper Extremity Training Influence Body Composition after Spinal Cord Injury? *Aging and Disease*. Vol. 6, no. 4, pp. 271-281. Doi: 10.14336/AD.2014.0912.
- GALEA, M. P., DUNLOP, S. A., MARSHALL, R., CLARK, J., CHURILOV, L. (2015). Early exercise after spinal cord injury (“Switch-On”): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. Vol. 16, pp. 1-8. Doi: 10.1186/1745-6215-16-7.
- GILBERT, O., CROFFOOT, J. R., TAYLOR, A. J., NASH, M., SCHOMER, K., GROAH, S. (2014). Serum lipid concentrations among persons with spinal cord injury – A systematic review and meta-analysis of the literature. *Atherosclerosis*. Vol. 232, no. 2, pp. 305-312. Doi: 10.1016/j.atherosclerosis. 2013.11.02.
- GINIS K. A., HICKS A. L., LATIMER A. E., WARBURTON D. E., BOURNE C., DITOR D. S., GOODWIN D. L., HAYES K. C., MCCARTNEY N., MCILRAITHA., POMERLEAUP., SMITHK., STONEJ. A., WOLFE D. L. (2011). The development of evidence-informed physical activity guidelines for adults with spinal cord injury. *Spinal Cord*; Vol. 49, no. 11, pp. 1088-1096 Doi: 10.1038/sc.2011.63].
- GIRARD, O. (2015). Thermoregulation in wheelchair tennis – How to manage heat stress? *Frontiers in Physiology*. Vol. 4, no. 175. doi: 10.3389/fphys.2015.00175.
- GORDON, T., & MAO, J. (1994). Muscle Atrophy and Procedures for Training After Spinal Cord Injury. *Physical Therapy*. Vol. 74, no. 1, pp. 50-60.

- GORGEY, A. S. (2014). Exercise awareness and barriers after spinal cord injury. *World Journal of Orthopedics*. Vol. 5, no. 3, pp. 158-162. Doi:10.5312/wjo.v5.i3.158.
- GORGEY, A. S., CHIODO, A. E., ZEMPER, E. D., HORNYAK, J. E., RODRIGUEZ, G. M., GATER, D. R. (2010). Relationship of Spasticity to Soft Tissue Body Composition and the Metabolic Profile in Persons With Chronic Motor Complete Spinal Cord Injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. Vol. 33, no. 1, pp. 6-15.
- GORGEY, A. S., DOLBOW, D. R., DOLBOW, J. D., KHALIL, R. K., CASTILLO, C., GATER, D. R. (2014). Effects of spinal cord injury on body composition and metabolic profile – Part I. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. Vol. 37, no. 6, pp. 693-702. doi:10.1179/2045772314Y.0000000245.
- GORGEY, A. S., DOBLOW, D. R., DOBLOW, J. D., KHALIL, R. K., GATER, D. R. (2015a). The effects of electrical stimulation on body composition and metabolic profile after spinal cord injury – Part II. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. Vol. 38, no. 1, pp. 23-37. doi:10.1179/2045772314Y.0000000244.
- GORGEY, A. S., WELLS, K. M., AUSTIN, T. L. (2015b). Adiposity and spinal cord injury. *World Journal of Orthopedics*. Vol. 6, no. 8, pp. 567-576. doi:10.5312/wjo.v6.i8.567.
- HAINER, Vojtěch. (2004). *Základy klinické obezitologie*. Vyd. 1. Praha: Grada. ISBN 80-247-0233-9.
- JACOBS, P. L., MAHONEY, E. T., NASH, M. S., GREEN, B. A. (2002). Circuit resistance training in persons with complete paraplegia. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. Vol. 39, no. 1, pp. 21–28.
- JACOBS, P. L., NASH, M. S. (2004). Exercise Recommendations for Individuals with Spinal Cord Injury. *Sports Med*. Vol. 34, no. 11, pp. 727-751. doi: 10.2165/00007256-200434110-00003.
- JEON, J. Y., WEIS, C. B., STEADWARD, R. D., RYAN, E., BURNHAM, R. S., BELL, G., CHILIBECK, P., WHEELER, G. D. (2002). Improved glucose tolerance and insulin sensitivity after electrical stimulation-assisted cycling in people with spinal cord injury. *Spinal Cord*. Vol. 40, no. 3, pp. 110-117. doi: 10.1038/sj/sc/3101260.
- JOHNSTON, T. E., SMITH, B. T., MULCAJEY, M. J., BETZ, R. R., LAUER, R. T. (2009). A randomized controlled trial on the effects of cycling with and without electrical stimulation on cardiorespiratory and vascular health in children with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 90, no. 8, pp. 1379–88.
- KHALIL, R. E., GORGEY, A. S., JANISKO, M., DOLBOW, D. R., MOORE, J. R., GATER, D. R. (2013). The Role of Nutrition in Health Status after Spinal Cord Injury. *Aging and Disease*. Vol. 4, no. 1, pp. 14-22.
- KŘÍŽ, J., HYŠPERSKÁ, V. (2009). Rizikové stavy u pacientů v chronické fázi po poškození míchy. *Neurol. pro praxi*. Vol. 10, no. 3, pp. 137–142.

- KŘÍŽ, J., HLINKOVÁ, Z., SLABÝ, K. (2014). Změny v metabolismu po poranění míchy. 1. část: Rozdíly v tělesném složení a metabolické důsledky. *DMEV*. Vol. 17, no. 4, pp. 209-213.
- LA FOUNTAINE, M. F., CIRNIGLIARO, C. M., EMMONS, R. R., KIRSHBLUM, S. C., GALEA, M., Ann M. SPUNGEN, A. M., and BAUMAN, W. A. (2015). Lipoprotein heterogeneity in persons with Spinal Cord Injury: a model of prolonged sitting and restricted physical activity. *Lipids in Health and Disease*. Vol. 14:81. doi:10.1186/s12944-015-0084-4.
- LACLAUSTA, R. M., VAN DEN BERG, E. L. M., HURTADOROCA, Y., CASTELLOTE, J. M. (2015). Serum Lipid Profile in Subjects with Traumatic Spinal Cord Injury. Vol. 10, no. 2. doi:10.1371/journal.pone.0115522.
- LAUGHTON, G. E., BUCHHOLZ, A. C., MARTIN GINIS, K. A., GOY, R. E. & The SHAPE SCI Research Group. (2009). Lowering body mass index cutoffs better identifies obese persons with spinal cord injury. *Spinal Cord*. Vol. 47, no. 10, pp. 757–762; doi:10.1038/sc.2009.33.
- LA VELA, S. L., WEAVER, F. M., GOLDSTEIN, B. CHEN, K., MISKEVICS, S., RAJAN, S., GATER, D. R. (2006). Diabetes Mellitus in Individuals With Spinal Cord Injury or Disorder. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. Vol. 29, no. 4, pp. 387-395.
- MOHR, T., ANDERSON, J. L., BIERING-SORENSEN, F., GALBO, H., BANGSBO, J., WAGNER, A., KJAER, M. (1997). Long-term adaptation to electrically induced cycle training in severe spinal cord injured individuals. *Spinal Cord*. Vol. 35, no. 1, pp. 1–16.
- MONROE, M. B., TATARANNI, P. A., PRATLEY, R., MANORE, M. M., SKINNER, J. S., RAVUSSIN, E. (1998). Lower daily energy expenditure as measured by a respiratory chamber in subjects with spinal cord injury compared with control subjects. *Am J Clin Nutr*. Vol. 68, no. 6, pp. 1223-7.
- NASH, M. S. (2005). Exercise as a Health-Promoting Activity Following Spinal Cord Injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. Vol. 29, no. 2, pp. 87-103, 106. Doi: 10.1097/01.NPT.0000282514.94093.c6.
- NASH, M. S., VAN DE VEN, I., VAN ELK, N., JOHNSON, B. M. (2007). Effects of circuit resistance training on fitness attributes and upper-extremity pain in middle-aged men with paraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Vol. 88, no. 1, pp. 70–75.
- NETO, F. R., LOPES, G. H. (2011). Body composition modifications in people with chronic spinal cord injury after supervised physical activity. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. Vol. 34, no. 6, pp. 586-593. Doi:10.1179/2045772311Y.0000000038.
- PÍTHOVÁ, P. (2008). Inzulinová rezistence a možnosti jejího ovlivnění. *Remedia*. 18: S42–S48.

- PRICE, M. (2010). Energy expenditure and metabolism during exercise in persons with a spinal cord injury. *Sports Med.* Vol. 40, no. 8, pp. 681-96. Doi: 10.2165/11531960-000000000-00000.
- RAGNARSSON, K. T. (2008). Functional electrical stimulation after spinal cord injury: current use, therapeutic effects and future directions. *Spinal Cord.* Vol. 46, no. 4, pp. 255-274. Doi:10.1038/sj.sc.3102091.
- SERRA-A. P., PELLICER-CHENOLL M., GARCÍA-MASSÓ X., MORALES J., GINER-PASCUAL M., GONZÁLEZ L. M. (2012). Effects of resistance training on strength, pain and shoulder functionality in paraplegics [Abstract]. *Spinal Cord.* Vol. 50, no. 11, pp. 827-831. Doi:10.1038/sc.2012.32.
- SCHMID, A., KNOEBBER, J., VOGT, S., KONIG, D., DEIBERT, P., BULTERMANN, D., HEINRICH, L., BAUMSTARK, MW, BERG, A. (2008). Lipid profiles of persons with paraplegia and tetraplegia: Sex differences. *J Spinal Cord Med.* Vol. 31, no. 3, pp. 285-289.
- SIBERNAGL, S., LANG, F. (2001). Atlas patofyziologie člověka. 1. české vydání: Grada. 286 s. ISBN: 80-7169-968-3
- SKÖLD, C., LÖNN, L., HARMS-RINGDAHL, K., HULTLING, C., LEVI, R., NASH, M., SEIGER, A. (2002). Effects of functional electrical stimulation training for six months on body composition and spasticity in motor complete tetraplegic spinal cord-injured individuals. *The Journal of Spinal Cord Medicine.* Vol. 34, no. 1, pp. 25-32.
- SOLOMONOW, M., REISIN, E., AGUILAR, E., BARATTA, R. V., BEST, R., D'AMBROIA, R. (1997). Reciprocating gait orthosis powered with electrical muscle stimulation (RGO II). Part II: Medical evaluation of 70 paraplegic patients [Abstract]. *Orthopedics.* 1997. Vol. 20, no. 5, pp. 411-8.
- SPUNGEN, A. M., WANG, J., PIERSON R. N., J., BAUMAN, W. A. (2000). Soft tissue body composition differences in monozygotic twins discordant for spinal cord injury. *J Appl Physiol.* Vol. 88, no. 4, pp. 1310-5.
- WARBURTON, D. E. R., ENG, J. J., KRASSIOUKOV, A., SPROULE, S., The SCIRE Research Team. (2007). Cardiovascular Health and Exercise Rehabilitation in Spinal Cord Injury. *Topics in spinal cord injury rehabilitation.* Vol. 13, no. 1, pp. 98-122.
- WILT, T. J., CARLSON, K. F., GOLDISH, G. D., MACDONALD, R., NIEWOEHNER, C., RUTKS, I., SHAMLIYAN, T., TACKLIND, J., TAYLOR, B. C., KANE, R. L. (2008). Carbohydrate and lipid disorders and relevant considerations in persons with spinal cord injury. *Evidence Reports/Technology Assessments.* No. 163, pp. 1-95.

## Online dokument

SCI ACTION CANADA. (2011) Physical activity guidelines for adults with spinal cord injury. Retrieved [www.sciactioncanada.ca/guidelines](http://www.sciactioncanada.ca/guidelines) from source.

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek č. 1. Handbike

(3.2.1 Cvičení na ručním kole; zdroj: Bakkum et al., 2015)

Obrázek č. 2. Hybridní kolo

(3.2.2 Cvičení na hybridním kole; zdroj: Bakkum et al., 2015)

Obrázek č. 3. Přístroj RT300-SL používající se na elektricky stimulovanou cyklistiku

(3.3.2 Elektricky stimulovaná cyklistika; zdroj: <http://www.pushtowalknj.org/fes-rt300-sl.html>)



## SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Vytrvalostní sport

(5.1 Výsledky dotazníkového šetření; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 2: Posilování velkých svalů horních končetin

(5.1 Výsledky dotazníkového šetření; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 3: Váha po vniku léze

(5.1 Výsledky dotazníkového šetření; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 4: Hladina cukru v krvi

(5.1 Výsledky dotazníkového šetření; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 5: Hladina cholesterolu v krvi

(5.1 Výsledky dotazníkového šetření; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 6: Vytrvalostní sport u jedinců s BMI indexem menším než 25 kg/m<sup>2</sup>

(5.2.1 Jedinci s BMI nižším než 25 kg/m<sup>2</sup>; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 7: Posilování velkých svalů horních končetin u jedinců s BMI indexem menším než 25 kg/m<sup>2</sup>

(5.2.1 Jedinci s BMI nižším než 25 kg/m<sup>2</sup>; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 8: Vytrvalostní sport u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru v krvi

(5.2.2 Jedinci, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru v krvi.; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 9: Posilování velkých svalů horních končetin u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru v krvi

(5.2.2 Jedinci, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cukru v krvi.; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 10: Vytrvalostní sport u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi.

(5.2.3 Jedinci, kteří negují, že jim někdy lékař diagnostikoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi.; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 11: Posilování velkých svalů HKK u jedinců, kteří negují, že jim lékař někdy diagnostikoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi.

(5.2.3 Jedinci, kteří negují, že jim někdy lékař diagnostikoval zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi.; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 12: Změna váhy po SCI: tetraplegici

(6.2 Diskuze k praktické části; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 13: Změna váhy po SCI: paraplegici

(6.2 Diskuze k praktické části; zdroj: archiv autorky)

Graf č. 14: Pohybová aktivita dle doporučení SCI Action Canada  
(6.2 Diskuze k praktické části; zdroj: archiv autorky)

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka č. 1: Výška, váha, BMI a pohlaví respondentů

(5.1 Výsledky dotazníkového šetření; zdroj: archiv autorky)

Tabulka č. 2: Respondenti, kteří cvičili tak, jak doporučuje SCI Action Canada

(6.2 Diskuze k praktické části; zdroj: archiv autorky)

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Dotazník (dokument).....	61
Příloha č. 2: Tabulka hodnot BMI pro běžnou populaci (tabulka) .....	62

## PŘÍLOHY

### Příloha č. 1: Dotazník (dokument)

#### Dotazník: Pohybová aktivita ve vztahu k metabolismu po míšní lézi

Dobrý den.

Jmenuji se Eva Olišarová a studuji 3. ročník bakalářského studia fyzioterapie na 2. lékařské fakultě Karlovy univerzity v Praze. Chtěla bych Vás požádat o vyplnění dotazníku, který je součástí mé bakalářské práce. Vaše účast ve výzkumu je zcela dobrovolná. Získaná data budou použita pouze v mé práci.

Děkuji Vám za ochotu.

1. Kolik je Vám let?
2. Jste muž nebo žena?
3. Jakou máte úroveň míšní léze?
4. Jak dlouho to je od zranění?
5. Jak jste vysoký(á)?
6. Kolik vážíte?
7. Kolik hodin týdně sportujete vytrvalostně? (Handbike, kolektivní sporty)
  - a) Nesportuji.
  - b) Cvičím méně než 20 minut dvakrát týdně.
  - c) Cvičím 20 minut dvakrát týdně.
  - d) Cvičím více než dvacet minut dvakrát v týdnu.
8. Posilujete velké svaly horních končetin? (m. triceps brachii, m. biceps brachii, jeden z nich)
  - a) Ne
  - b) Ano, ale cvičím méně než dvakrát v týdnu.
  - c) Ano, cvičím dvakrát týdně.
  - d) Ano, cvičím více než dvakrát v týdnu.
9. Změnila se po poranění míchy Vaše váha?
  - a) Ano, přibral jsem.
  - b) Ano, zhubl jsem.
  - c) Ne
10. Řekl Vám někdy lékař, že máte zvýšenou hladinu cukru v krvi?
  - a) Ano, už před vznikem míšní léze.
  - b) Ano, až po vzniku míšní léze.
  - c) Ne
11. Řekl Vám někdy lékař, že máte zvýšenou hladinu cholesterolu?
  - a) Ano, už před vznikem míšní léze.
  - b) Ano, až po vzniku míšní léze.
  - c) Ne

**Příloha č. 2: Tabulka hodnot BMI pro běžnou populaci (tabulka)**

Tabulka hodnot BMI pro běžnou populaci	
Podváha	<18,5
Normální hmotnost	18,5-25,0
Nadváha	25,1-30,0
Obezita	30,1-40,0
Morbidní obezita	>40,0

(zdroj: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/BMI>)