UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019 **Anna Svobodová**

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Využití virtuální reality v kombinaci s elektrostimulací míchy u jedince s inkompletní míšní lézí

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Jitka Vařeková, Ph.D.

Vypracovala:

Anna Svobodová

Praha, duben 2019

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

…… ..…….

podpis

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:	Fakulta / katedra:	Datum vypůjčení:	Podpis:

Poděkování

Děkuji především vedoucí mé bakalářské práce PhDr. Jitce Vařekové, Ph.D., za její ochotu, podporu a mnoho cenných rad, které mi v průběhu psaní poskytla. Další dík patří Mgr. Aloisi Polákovi, jenž mne touto tématikou inspiroval, motivoval a bez něhož by tato práce nemohla vzniknout. Za ochotu podstoupit výzkum a trpělivost při něm děkuji také probandovi. Rovněž děkuji svému příteli, který pomáhal nejen s natáčením videí. V neposlední řadě děkuji i své rodině, především rodičům, kteří mne v průběhu psaní podporovali.

Abstrakt

Název: Využití virtuální reality v kombinaci s elektrostimulací míchy u jedince s inkompletní míšní lézí

Cíle: Hlavním cílem této práce bylo zjistit, zda má virtuální realita ve formě terapeutických videí natočených z pohledu první osoby v kombinaci s elektrostimulací míchy vliv na neurologický stav a subjektivní vnímání mladého muže s inkompletní míšní lézí.

Metody: Kvalitativního výzkumu (případové studie) se zúčastnil jeden 25letý proband mající 10 let inkompletní míšní lézi. Proband po dobu 5 měsíců sledoval průměrně 2–3krát týdně desetiminutová terapeutická videa pouštěná v brýlích virtuální reality v kombinaci s elektrostimulací. K porovnání neurologického stavu probanda bylo použito vyšetření ASIA Impairment Scale, provedené před výzkumem, v jeho průběhu a po výzkumu. Subjektivní pocity a bolest proband zaznamenával do deníku, přičemž je hodnotil bodovou škálou (0–10).

Výsledky: Po intervenci proband vykázal mírné zlepšení v oblasti senzitivity. Vstupní hodnoty senzitivního subskóre lehkého dotyku dle vyšetření ASIA Impairment Scale byly 84 bodů, při výstupním vyšetření proband dosáhl navýšení na 86 bodů. U senzitivního subskóre píchnutí špendlíkem došlo k navýšení ze 75 bodů na 78 bodů z celkového počtu 112 bodů. Nedošlo však k žádnému zlepšení motoriky horních ani dolních končetin. V průběhu výzkumu proband zaznamenával silné subjektivní vjemy (např. brnění), které dle provedených měření nabývaly na intenzitě v dopoledních hodinách a v kombinaci s elektrostimulací.

Klíčová slova: vyšetření ASIA Impairment Scale, terapeutická videa, zrcadlové neurony, poranění míchy, stimulace míchy

Abstract

Title: The use of virtual reality in combination with electrostimulation of spinal cord and its influence on individual with incomplete spinal cord injury.

Objectives: The main aim of this work is to find out if virtual reality in form of terapheutic videos filmed in the first person perspective and in combination with electrostimulation of spinal-cord has influence on neurological state and subjective perception of young man with spinal-cord injury.

Methods: A 25-year-old proband, with incomplete spinal cord lesion syndrome for 10 years, underwent this qualitative research (case study). Proband had been watching ten-minute-long therapeutic videos through VR headset in combination with electrostimulation on average 2–3 times per week over a period of 5 months. In order to record proband's neurological state ASIA Impairment Scale test was used. This test was carried out before, during and after the research. Proband's subjective feelings and pain were evaluated on a point scale: 0–10 and recorded in proband's diary.

Results: Proband's sensitivity showed minor improvement. Input score of sensory subscores light touch on ASIA Impairment Scale test were 84 points and output score increased to 86 points. Input score of sensory subscores pin prick were 75 and output score increased to 78 points (of total 112 points). However no motoric change at lower and upper limbs was observed. During the research proband recorded intensive subjective perceptions (for example tingling) which were, according to output score, more intensive in morning hours and in combination with electrostimulation.

Keywords: ASIA Impairment Scale test, therapeutic videos, mirror neurons, spinal cord injury, spinal cord stimulation

Obsah

1 ÚVOD 13

TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE 15

2 ANATOMIE PÁTEŘE A MÍCHY 15

2.1 Anatomie páteře 15

2.1.1 Stavba obratlů 16

2.1.2 Krční obratle (vertebrae cervicales) 17

2.1.3 Hrudní obratle (vertebrae thoracicae) 19

2.1.4 Bederní obratle (vertebrae lumbales) 20

2.1.5 Kost křížová (os sacrum) 21

2.1.6 Kost kostrční (os coccygis) 22

2.2 Anatomie míchy 23

3 MÍŠNÍ LÉZE 25

3.1 Definice 25

3.2 Incidence, epidemiologie 25

3.3 Příznaky poranění míchy 26

3.4 Klinický obraz, výše poškozeného segmentu 26

3.4.1 Pentaplegie (C1–C3) 26

3.4.2 Tetraplegie (kvadruplegie; C4–C8) 27

3.4.3 Vysoká paraplegie (Th1–Th6) 27

3.4.4 Nízká paraplegie (Th10–L) 27

3.5 Systém péče o pacienty s míšní lézí 28

3.6 Míšní šok (spinální šok) 29

3.7 Vertikalizace 30

3.8 Komplikace 31

3.8.1 Dekubity 32

3.8.2 Poruchy močení 33
3.8.3 Poruchy defekace 34
3.8.4 Poruchy dýchání a vykašlávání 35
3.8.5 Poruchy termoregulace 35
3.8.6 Spasticita, spasmy 36
3.8.7 Autonomní dysreflexie 36
3.8.8 Poruchy sexuálních funkcí 37
3.8.9 Osifikace 37
3.8.10 Odvápnění kostí, zlomeniny 38
4 AIS, ASIA 39
5 ZRCADLOVÉ NEURONY 41
5.1 Historie 41
5.2 Zrcadlové neurony u opic 41
5.3 Zrcadlové neurony u člověka 43
6 VIRTUÁLNÍ REALITA 44
6.1 Definice 44
6.2 Dělení 44
6.3 Virtuální realita u míšních lézí 45
7 ELEKTROSTIMULACE 47
7.1 Invazivní stimulační metody 47
7.1.1 Míšní stimulace 47
7.1.2 Stimulace motorické mozkové kůry 47
7.1.3 Další invazivní stimulační metody 48
7.2 Neinvazivní stimulační metody 48
7.2.1 Transkutánní elektrická nervová stimulace 48
7.2.2 Transkutánní elektrická míšní stimulace 49
7.2.3 Další neinvazivní stimulační metody 49

VÝZKUMNÁ ČÁST PRÁCE 51
8 CÍLE, ÚKOLY PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY 51
8.1 Cíle práce 51
8.2 Úkoly práce 51
8.3 Výzkumné otázky 52
9 METODOLOGIE 53
9.1 Popis zkoumaného probanda 53
9.2 Metody sběru dat 54
9.2.1 Vyšetření ASIA Impairment Scale 55
9.2.2 Anamnéza 55
9.2.3 Deník 55
9.2.4 Bodová škála 55
9.3 Analýza dat 56
10 VÝSLEDKY 57
10.1 Odebraná anamnestická data 57
10.1.1 Nynější onemocnění 57
10.1.2 Osobní anamnéza 57
10.1.3 Rodinná anamnéza 58
10.1.4 Pracovní anamnéza 58
10.1.5 Sociální anamnéza 58
10.1.6 Alergická anamnéza 58
10.2 Výsledky ASIA vyšetření 59
10.3 Výsledky z probandova deníku 68
11 DISKUZE 75
12 ZÁVĚR 79
Seznam příloh 84

Seznam použitých symbolů a zkratek

AD – autonomní dysreflexie

AIS – ASIA Impairment Scale

ARO – anesteziologicko-resuscitační oddělení

ASIA – American Spinal Injury Association = Americká asociace spinálního poranění

C – cervikální

CMP – cévní mozková příhoda

Co – kostrční

DK – dolní končetiny

ES – elektrická stimulace

HK – horní končetiny

L – lumbální

ML – míšní léze

S – sakrální

SJ – spinální jednotka

SRJ – spinální rehabilitační jednotka

SSLD – senzitivní subskóre lehkého dotyku

SSPŠ – senzitivní subskóre píchnutí špendlíkem

TENS – transkutánní elektrická nervová stimulace

tESCS – transkutánní elektrická míšní stimulace

Th – thorakální

TML – transverzální míšní léze

VAS – vizuální analogová škála

VR – virtuální realita

1 ÚVOD

Poranění míchy je závažné a život ohrožující poškození organismu, vyskytující se převážně u mladých lidí. I přes veškeré úsilí a pokrok medicíny stále není známa účinná léčba, jež by byla s to obnovit veškeré původní funkce – jak motorické, tak senzorické. Existují ojedinělé případy, kdy se postiženým opět vrátila hybnost a jejich čití bylo obnoveno. Avšak nejsme schopni říci, jak k tomuto uzdravení došlo. Existují pouze teorie beroucí v potaz genetické predispozice, lepší regeneraci organismu a v neposlední řadě psychický přístup jedince, jenž v uzdravování jakéhokoli typu hraje podstatnou roli.

Poškození míchy se nepojí pouze s problémy fyzickými, ale také psychickými. Osobám po traumatickém poranění míchy se změní celý život. Tragédie zasáhne nejen rodinu, ale i pracovní a sociální sféru postiženého. Než postižený dojde (pokud vůbec) do stadia, kdy se se svým hendikepem smíří, prochází si negativními pocity, jakými mohou být: popírání aktuálního zdravotního stavu, hněv, smlouvání, deprese apod.

Ročně přibývá v České republice 250–300 nových případů poranění míchy (Štětkářová et al., 2012). V mužské populaci je zastoupení vyšší než v populaci ženské. Většina míšních lézí vzniká v důsledku dopravních nehod – především automobilových, ale i při jízdě na kole či motocyklu. Dále jsou míšní léze způsobeny pády z výšek, pracovními a sportovními úrazy či bodnými a střelnými ranami.

V posledních letech se díky velkému technickému pokroku setkáváme ve zdravotnictví i v oblasti ucelené rehabilitace s množstvím nových technologií, které jedincům se zdravotním postižením mohou pomoci zlepšit kvalitu života. Jejich potenciální dopady na lidský organismus jsou předmětem zkoumání. Podobně je tomu i s využitím virtuální reality, o jejímž pozitivním vlivu na lidský organismus se hovoří především v zahraničí. Vývoj této metody je relativně nový, a proto nelze říci, jak velký vliv může tato metoda mít a při jakých konkrétních potížích ji lze úspěšně používat.

U míšních lézí je možné metodu virtuální reality využívat i v kombinaci s exterocepcí. Jedinec nejen že sleduje videa virtuální reality, ale současně na něj z vnějšího prostředí působí dráždivý stimul. Vnějšími stimuly mohou být robotické

exoskelety podporující pohyb svalů či elektrostimulace, jež využívá dráždivého účinku v oblasti nervové tkáně.

Cílem výzkumu této práce bylo posoudit, zda dojde ke zlepšení neurologického stavu probanda. K výzkumu byla použita videa natočená z pohledu první osoby, přehrávaná v brýlích pro virtuální realitu, v kombinaci s elektrostimulací, jež byla situována v oblasti bederní páteře.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou částí. První je teoretická, druhá praktická. Teoretická část zahrnuje anatomii páteře a míchy, definici míšních lézí, popis vyšetření ASIA, zrcadlových neuronů, virtuální reality a elektrostimulace. Praktická část obsahuje definované cíle a úkoly práce a výzkumné otázky. Dále se v praktické části nacházejí kapitoly metodologie práce, výsledky, diskuze a závěr.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2 ANATOMIE PÁTEŘE A MÍCHY

2.1 Anatomie páteře

Páteř (columna vertebralis) je pohyblivým pilířem celého těla, který má především opornou a ochrannou funkci. U dospělého jedince činí délka páteře bez zakřivení 70–75 cm (což je zhruba 40 % délky těla). Shora na ni nasedá lebka a v oblasti sakra se napojuje pánev. Z bočního pohledu má dvě esovitá zakřivení: krční a bederní dopředu – tedy lordóza, hrudní a křížové dozadu – tedy kyfóza. Skládá se celkem z 33–34 obratlů (vertebrae), z nichž je 7 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových tvořících kost křížovou (os sacrum), 4–5 kostrčních, které jsou srostlé v kost kostrční (os coccygis). Základní anatomická stavba obratlů je podobná, ale každý obratel má jiný tvar, je jinak vysoký či mohutný (Abrahams a Druga, 2003; Štulík, 2010; Dylevský, 2006).

Pohyblivou částí páteře označujeme krční, hrudní a bederní obratle (tedy presakrální obratle). Nepohyblivou částí páteře jsou srostlé křížové a srostlé kostrční obratle.

Mezi jednotlivými obratli se nacházejí meziobratlové destičky/ploténky (disci intervertebrales) chrupavčitého charakteru, které nám zajišťují flexibilitu páteře. Nacházejí se v presakrálním úseku páteře. Celkem máme 23 destiček – první je mezi druhým a třetím krčním obratlem (C2 a C3). Mezi atlasem a axisem destička není. Mezi pátým bederním obratlem (L5) a prvním křížovým obratlem (S1) nalezneme poslední dvacátou třetí destičku. Tloušťka disků se zvyšuje kaudálním směrem (první disk je nejnižší a poslední nejvyšší). Destičky tvoří jednu pětinu až čtvrtinu celé délky páteře (Dylevský, 2006; Čihák et al., 2001–2004).

2.1.1 Stavba obratlů

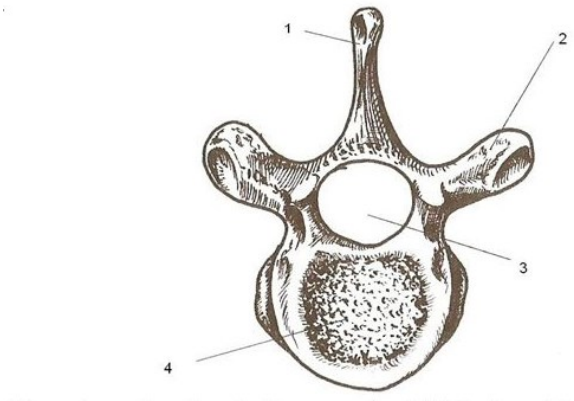
Obratel (vertebra) je základním kostěným stavebním kamenem páteře. Obratle mají velmi podobnou stavbu (výjimku tvoří první dva obratle – atlas a axis) (Dylevský, 2006).

Na každém obratli z hlediska funkčního i anatomického rozlišujeme: tělo obratle (corpus vertebrae), oblouk obratle (arcus vertebrae) a výběžky (processus).

Tělo obratle je pevná nosná část nacházející se ventrálně. Obsahuje spongiosu s červenou kostní dření. Kraniálně a kaudálně je spojena s meziobratlovou destičkou.

Oblouk obratle se nachází dorsálně a díky své kostěné struktuře je jeho hlavní funkcí ochrana míchy. Oblouk je spojen s tělem obratle a vytváří tak obratlový otvor, nazývající se latinsky foramen vertebrale. Obratlové otvory, nacházející se nad sebou, pak tvoří páteřní kanál (canalis vertebralis), ve kterém je uložena mícha se svými obaly. Oblouk obratle sestává z pediklu (pediculus arcus vertebrae), což je párová zúžená část oblouku. Pedikly slouží ke spojení s tělem obratle a pokračují dále jako obloukovité lamely (lamina arcus vertebralis), které obklopují míchu (Dylevský, 2006; Čihák et al., 2001–2004; Gross et al., 2005).

Výběžky vystupující z oblouku obratle slouží především k pohyblivosti obratle. Výběžky můžeme rozdělit na párové výběžky kloubní (processus articulares), párové výběžky příčné (processus transversi) a nepárové výběžky trnové (processus spinosus).



Obrázek č. 1: Stavba obratle (1 – trnový výběžek, 2 – příčný výběžek, 3 – obratlový otvor, 4 – tělo obratle) (zdroj: https://thegalerie.eu/anatomie-obratle.html)

Kloubní výběžky se nacházejí těsně za pediklem. Dělíme je na horní kloubní výběžky (processus articulares superiores) a dolní kloubní výběžky (processus articulares inferiores). Horní kloubní výběžky vybíhají kraniálně a spojují tak obratel s předchozím obratlem. Dolní kloubní výběžky vybíhají kaudálně a spojují se s horními kloubními výběžky následujícího obratle.

Výběžky příčné odstupují do stran a výběžky trnové neboli spinální vybíhají dozadu jako jakési výčnělky. Výběžky trnové spolu s příčnými jsou místy, kde se upínají svaly a vazy. V jednotlivých segmentech páteře se tyto jednotlivé komponenty obratlů odlišují (viz dále) (Dylevský, 2006; Čihák et al., 2001–2004).

2.1.2 Krční obratle (vertebrae cervicales)

Krční páteř sestává ze sedmi krčních (cervikálních) obratlů (C1–C7), jejichž funkcí je nést lebku. To klade vysoké nároky jak na její pohyblivost, tak na stabilizaci (Abrahams a Druga, 2003).

Těla obratlů v oblasti krční páteře mají jiné proporce než těla zbylých obratlů v páteři. Oproti vysokým hrudním a bederním tělům obratlů jsou těla krčních obratlů nižší, kraniokaudálně promáčknutá a předozadně kratší.

Krční obratle mají kratší trnové výběžky, jež se na konci rozdvojují. Výjimku tvoří první krční obratel, který trnový výběžek nemá, a sedmý krční obratel, jehož trnový výběžek je delší a paličkovitě zakončený.

Příčné výběžky krčních obratlů obsahují navíc otvor (foramen transversarium), jímž prochází páteřní tepna (a. vertebralis) v rozsahu C1–C6, zásobující mozek.

Kloubní výběžky mají sklopené kloubní plošky směrem dozadu a kaudálně (Dylevský, 2006; Čihák et al., 2001–2004).

Ve stavbě obratlů se odlišují především první a druhý krční obratel – atlas neboli nosič a axis neboli čepovec. Třetí až šestý krční obratel mají klasickou anatomickou stavbu (viz výše) (Abrahams a Druga, 2003).

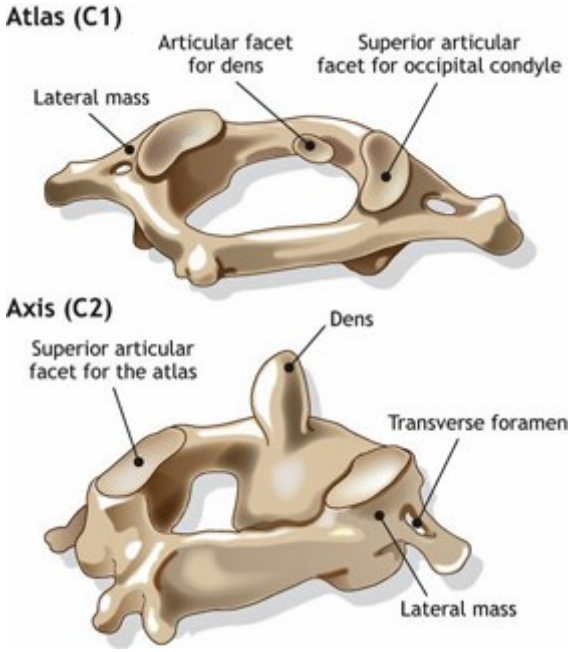
Atlas (C1) je první obratel krční páteře. Nachází se pod lebkou. Od ostatních obratlů se liší stavbou těla – atlas žádné tělo nemá. Atlas je tvořen předním kostěným obloukem (arcus anterior), zadním kostěným obloukem (arcus posterior) a mohutnými laterálními masami (massae laterales), spojujícími oba oblouky. Tvoří tedy jakýsi prstýnek. Z prostředka předního oblouku vystupuje hrbolek – tuberculum anterius a z prostředku zadního oblouku zase tuberculum posterius (Dylevský, 2006; Štulík, 2010; Čihák et al., 2001–2004).

Horní plošky kloubních výběžků (facies articulares superiores) na laterálních masách mající ledvinovitý tvar a slouží ke skloubení s kostí týlní. Dolní plošky kloubních výběžků kruhovitého tvaru umožňují spojení s druhým krčním obratlem.

U atlasu uprostřed vnitřní plochy předního oblouku nalézáme kloubní jamku (fovea dentis), která umožňuje spojení se zubem druhého krčního obratle.

Axis (C2) je druhý krční obratel a je masivnější než třetí krční obratel (C3). Od ostatních obratlů se liší svým kraniálně vyčnívajícím výběžkem ve tvaru sloupce, zubem čepovce (dens axis), na který shora nasedá prstenec atlasu a kolem něhož se atlas otáčí. Zub je ve skutečnosti původní tělo atlasu. Zakončení dens axis se nazývá apex dentis (Dylevský, 2006; Čihák et al., 2001–2004).

Vpředu na zubu rozeznáváme kloubní plošku (facies articularis anterior), jež utváří místo pro skloubení s fovea dentis atlasu, a vzadu na zubu pak kloubní plošku (facies articularis posterior). Dále rozpoznáváme horní kloubní výběžky (processus articulares superiores) a dolní kloubní výběžky (processus articulares inferiores).



Obrázek č. 2: Popis obratlů atlas (C1) a axis (C2) (zdroj: http://www.johnthebodyman.com/category/cervical/)

Vertebra prominens je sedmý krční obratel (C7). Má výrazný trnový výběžek, který vyčnívá nad ostatními a je palpovatelný na přechodu šíje a zad (Čihák et al., 2001–2004).

2.1.3 Hrudní obratle (vertebrae thoracicae)

Hrudních obratlů je dvanáct a označujeme je zkratkou Th1–Th12. Jejich pohyblivost je omezena, protože hrudní obratle se napojují na žebra (Gross et al., 2005).

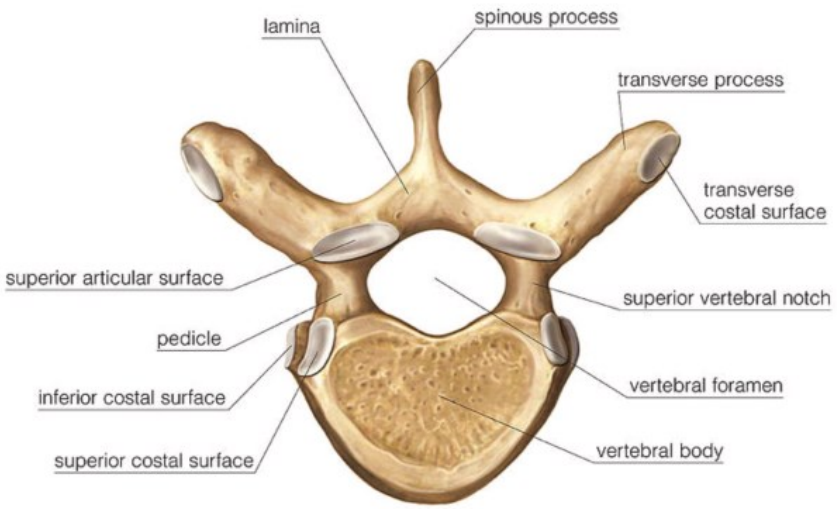
Těla obratlů jsou předozadně hluboká a celkově vysoká (zvyšují se směrem kaudálně). Těla Th4–Th7/Th9 jsou lehce asymetrická a vpředu vlevo vytvarovaná otiskem aorty. Th1 a Th2 se tělem podobají tělům krčních obratlů, naopak těla Th11 a Th12 připomínají spíše bederní obratle.

Příčné výběžky hrudních obratlů jsou více zaoblené, delší a silnější. Kloubní plošky (fovea costalis processus transversi) pro spojení s hrbolky žebry se nacházejí vpředu na příčných výběžcích (avšak chybí u jedenáctého a dvanáctého hrudního obratle).

Trnové výběžky jsou dlouhé a směřují až po sedmý krční obratel směrem kaudálně a vzájemně se překrývají. Dále se pak více napřimují a tvarem připomínají trnové výběžky bederních obratlů (destičkový tvar).

Kloubní plošky výběžků vyčnívají a jejich sklon se blíží téměř frontální rovině. Dolní kloubní výběžky se spojují s horními kloubními výběžky spodnějšího obratle.

Na tělech hrudních obratlů se nacházejí styčné plochy (fovea costales) pro hlavice žeber (Čihák et al., 2001–2004).



Obrázek č. 3: Popis a vzhled hrudního obratle (zdroj: https://fineartamerica.com/featured/thoracic-vertebra-asklepios-medical-atlas.html)

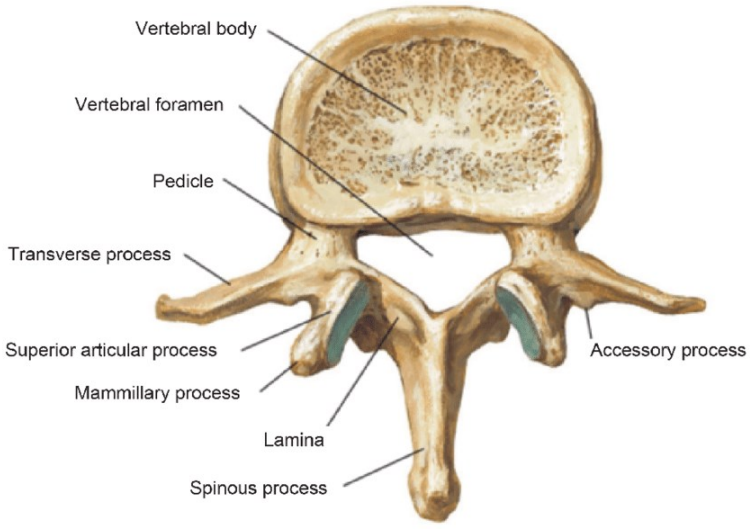
2.1.4 Bederní obratle (vertebrae lumbales)

Bederních obratlů máme celkem pět a značíme je zkratkou L1–L5. Tyto obratle jsou nejmohutnější ze všech. V segmentech L4–L5 a L5–S1 se páteř prohýbá výrazně dopředu (lordóza) (Čihák et al., 2001–2004; Gross et al., 2005).

Těla bederních obratlů jsou vysoká, velká a těžká, a to proto, že plní především funkci nosnou. Oblouky bederních obratlů jsou též mohutné. Tělo pátého bederního obratle je vyšší v přední části než v zadní.

Trnové výběžky bederních obratlů nabývají tvaru čtverhranných destiček, jež jsou po stranách zploštělé. Kloubní výběžky jsou vysoké a původní příčné výběžky

zanikly. Zbyly po nich pouze dva hrbolky – kraniální processus mamillaris a kaudální processus accessorius. U bederních obratlů nalézáme zakrnělá žebra nazývající se processus costales (Čihák et al., 2001–2004).

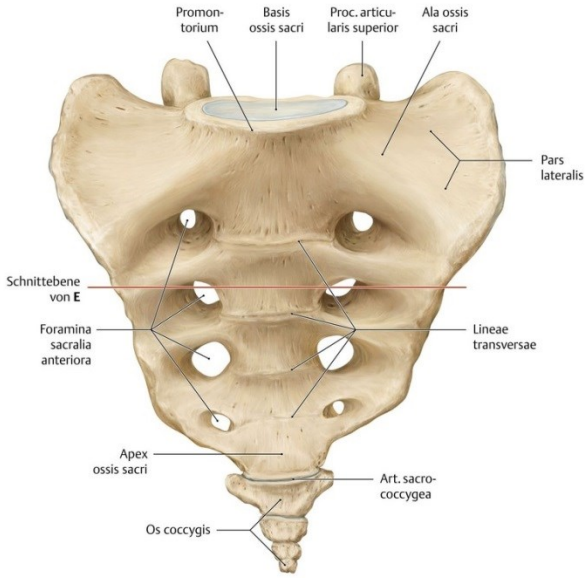


Obrázek č. 4: Popis a vzhled bederního obratle (zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-lumbar-vertebrae-showing-vertebral-body-pedicles-facets-transverse_fig3_323804926)

2.1.5 Kost křížová (os sacrum)

Kost křížová, jinak též sakrum, je tvořena pěti srostlými křížovými neboli sakrálními obratli (vertebrae sacrales), které značíme S1–S5. Je to kost plochá a směrem nahoru se rozšiřuje. Sakrum je součástí jak páteře, tak i pánve, protože se na ni napojují pánevní kosti.

První sakrální obratel je spojen meziobratlovou ploténkou s pátým bederním obratlem. Horní plocha obratle S1, kde dochází ke spojení s bederním obratlem, se nazývá basis ossis sacri. Konec kosti křížové se nazývá apex ossis sacri. Zde dochází ke spojení s kostí kostrční. V kosti křížové také nacházíme pokračování páteřního kanálu (canalis sacralis) (Čihák et al., 2001–2004).



Obrázek č. 5: Popis a vzhled kosti kostrční (zdroj: https://eref.thieme.de/cockpits/clsport0001clAna0001/0/coAna00009/4-1963)

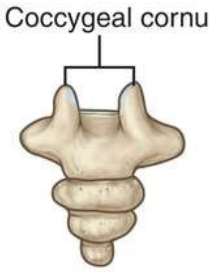
2.1.6 Kost kostrční (os coccygis)

Kost kostrční nebo také kostrč (coccyx) je tvořena pouze 4–5 těly kostrčních obratů (vertebrae coccygeae), které se značí Co1–Co5.

Oblouky kostrčních obratlů zcela zanikly a zůstaly po nich jen kostrční rohy (cornua coccygea) směřující kraniálně.

Mezi kostrčí a kostí křížovou je synchondróza, tedy chrupavčité spojení (Čihák et al., 2001–2004).

Na kost kostrční se upínají pánevní svaly a vazy. Kostrč chrání struktury v oblasti malé pánve (Gross et al., 2005).



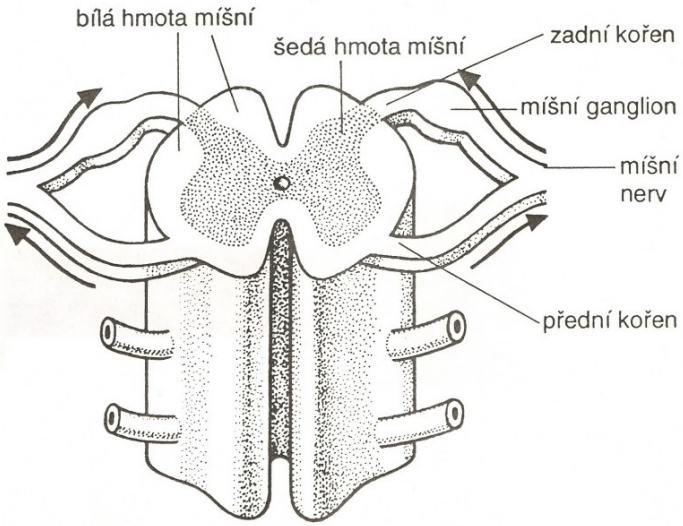
Obrázek č. 6: Popis a vzhled kosti kostrční (zdroj: https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Coccygeal+vertebrae)

2.2 Anatomie míchy

Mícha (medulla spinalis) je provazec nervové tkáně měřící zhruba 40–50 cm a mající průměr 10–13 mm. Jejími hlavními funkcemi je funkce převodní (spojení míchy s mozkem) a funkce reflexní (centrum míšních reflexů). Začíná pod foramen magnum (mezi týlní kostí a C1) a rozšiřuje se v oblasti krční (C4–Th2) a bederní (L1–S2). Toto rozšíření nazýváme intumescence. Je to místo, kde odstupují míšní kořeny pro horní a dolní končetiny. Z míchy vystupuje 31 párů míšních nervů (krční, hrudní, bederní, křížové, kostrční). Mícha je uložena v páteřním kanálu, tvořeným těly a oblouky obratlů, kde ji obklopují míšní obaly – vnitřní obal nazývaný pia mater spinalis, střední obal arachnoidea spinalis a zevní obal dura mater spinalis. Mezi pia mater spinalis a arachnoidea spinalis nacházíme prostor (cavitas subarachnoidea), jenž je vyplněn mozkomíšním mokem (liquor cerebrospinalis). Páteřní kanál není míchou vyplněn celý – mícha dosahuje zhruba do obratlové úrovně L1 a L2. Kraniální konec míchy přechází plynule v prodlouženou míchu (medulla oblongata) do mozkového kmene a dolní konec míchy, konkrétněji svazky nervových kořenů (cauda equina), sahá k obratli S2 (Čihák a Helekal, 1997; Petrovický, 2008; Novotný a Hruška, 2002; Ambler, 2011; Waberžinek a Krajíčková, 2004).

Na příčném řezu míchou rozpoznáváme šedou a bílou nervovou tkáň (hmotu). Šedá hmota (substantia grisea), nacházející se centrálně, tvarem připomíná písmeno H či motýlka a je tvořena převážně těly neuronů a gliovými buňkami. Prostředkem šedé hmoty probíhá úzký centrální kanálek (canalis centralis), který obsahuje mozkomíšní

mok. Šedou hmotu obklopuje hmota bílá (substantia alba). Ta je naopak tvořena myelinizovanými axony neuronů (Petrovický, 2008; Novotný a Hruška, 2002; Waberžinek a Krajíčková, 2004; Abrahams a Druga, 2003).



Obrázek č. 7: Řez míchou (pohled z břišní strany) (zdroj: https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/236)

3 MÍŠNÍ LÉZE

3.1 Definice

Míšní léze (dále jen ML) neboli poškození míchy mají dvě příčiny vzniku – úrazovou a neúrazovou. Osob s ML po úraze je více než osob s onemocněním míchy – celkem tuto skupinu tvoří asi 200 jedinců ročně. Úrazové poškození míchy je způsobeno roztříštěním, zlomením či vzájemným posunutím obratlů. Neúrazové příčiny bývají nejčastěji cévní příčiny, záněty, nádory a degenerativní onemocnění míchy i páteře. V důsledku výše zmíněných poškození dochází k různě závažným ztrátám citlivosti či motoriky pod úrovní poškození míchy. Kompletní transverzální míšní léze odpovídá úplnému přerušení míchy, zato zachování částečné hybnosti či čití odpovídá nekompletní transverzální míšní lézi (Faltýnková et al., 2004; Kolář, 2009; Míšní léze, 2019).

3.2 Incidence, epidemiologie

U poranění míchy se roční incidence odhaduje na 4 ze 100 000 obyvatel. V České republice ročně přibývá 200–300 případů s míšní lézí. Mezi poraněnými dominují muži a to v poměru 3 : 1. Polovinu osob s poraněním míchy tvoří především mladí lidé ve věku do 25 let, dvě třetiny jsou osoby do čtyřiceti let. Až 60 % úrazů míchy se pojí s poraněním páteře (naopak u poranění páteře bývá pouze ve 14 % poraněna i mícha). Nejčastěji je míšní léze lokalizovaná v oblasti krční páteře (konkrétně C5–C7), dále pak v oblasti přechodu hrudní a bederní páteře (torakolumbální přechod, Th10–L1) a v oblasti Th5 (Ambler, 2011; Bydžovský, 2008; Ambler et al., 2008).

Dopraví nehody (56 %), například jízda na motocyklu, nehody osobních či nákladních automobilů, srážka s chodcem, zaujímají v žebříčku příčin poranění míchy první místo. Dalšími příčinami jsou pády z výšky (19 %), sportovní úrazy (7 %) – při jízdě na kole, vodním lyžování, horolezectví, americkém fotbale, hokeji, zimním lyžování, skocích do mělké vody atd. Nemalou skupinu tvoří také úrazy při práci (zavalení, pády hornin atd.) a bodná a střelná zranění. Významnou roli

u poranění míchy hraje požití alkoholu – to bylo zaznamenáno u čtvrtiny případů. Příčiny poranění míchy se v různých zemích liší. Například střelná zranění dominují ve Spojených státech amerických (Faltýnková et al., 2004; Kelnarová, 2013; Bydžovský, 2008; Ambler et al., 2008).

3.3 Příznaky poranění míchy

Zda má jedinec poškozenou míchu, poznáme podle jeho nepřirozené polohy vleže, zduření, otoku a bolesti zad. Jedinec má porušené čití a motoriku. Pociťuje parestezii (brnění, mravenčení) končetin pod místem poškození. U mužů můžeme zaznamenat priapismus, tedy dlouhotrvající bolestivou erekci bez jakéhokoli vnějšího dráždění. Dále mají jedinci ochablé svěrače (Kelnarová, 2013).

3.4 Klinický obraz, výše poškozeného segmentu

Výška poškození segmentu nám udává následné komplikace jedince. Poranění míchy rozdělujeme podle závažnosti na kompletní (úplnou) a nekompletní (částečnou) míšní lézi (Faltýnková et al., 2004).

Při kompletní míšní lézi není zachována pohyblivost ani čití pod úrovní poranění míchy. S největší pravděpodobností se o kompletní míšní lézi jedná v případě, kdy příznaky přetrvávají i po 24–48 hodinách a nedochází ke zlepšení stavu pacienta. U nekompletní míšní léze můžeme pozorovat částečně zachované čití či motoriku pod úrovní poranění míchy (Hrabálek, 2011).

3.4.1 Pentaplegie (C1–C3)

Pentaplegie je stav, kdy má poraněný poškozenou míchu nad C4 a má ochrnuté nejen mezižeberní svaly, ale hlavně brániční sval (inervace bránice z nn. phrenici z C3–5). Pokud jedinec takto vysoké poranění míchy přežije, většinou je po zbytek svého života závislý na umělé plicní ventilaci (Faltýnková, 2012c; Wendsche, 2009).

3.4.2 Tetraplegie (kvadruplegie; C4–C8)

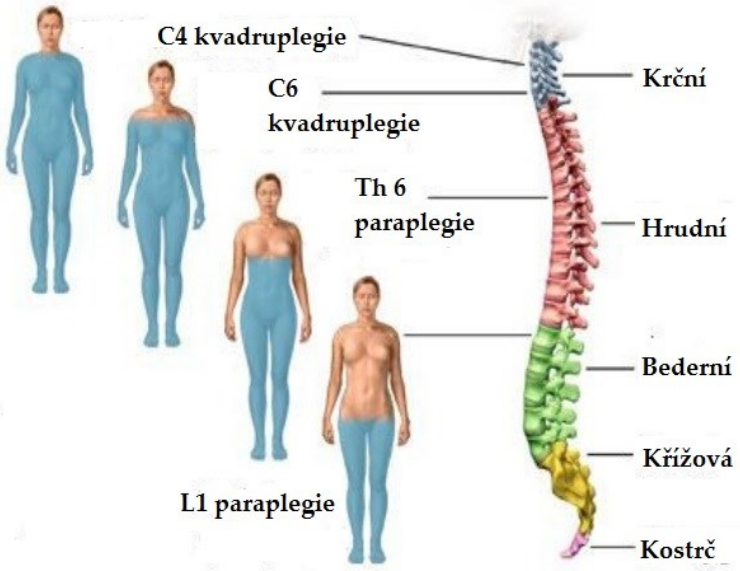
Tetraplegie neboli kvadruplegie vzniká poškozením míchy v krční oblasti. Je to úplné nebo částečné ochrnutí horních končetin, dolních končetin a trupu. U tetraplegie se setkáváme s dýchacími potížemi a s potížemi při vykašlávání. Poraněnému jedinci většinou zůstává částečná citlivost na tvářích, šíji, ramenech a rukou, naopak citlivost chybí na těle a nohou. Jedinci s poraněným segmentem v oblasti C4 mají zachovanou funkci bránici dostačující k přežití (Faltýnková et al., 2004; Wendsche, 2009).

3.4.3 Vysoká paraplegie (Th1–Th6)

Vysoká paraplegie vniká poškozením míchy v horním hrudním segmentu páteře. Způsobuje kompletní ztrátu pohyblivosti dolních končetin (dále jen DK), ale neúplnou ztrátu pohyblivosti těla. Stejně jakou u tetraplegie, i zde se setkáváme se ztíženým kašláním a dýcháním, u paraplegie jsou však tyto potíže menší. U vysokých paraplegiků si můžeme všimnout úplné ztráty citlivosti na břiše a nohou, zato zůstává zachováno čití od hrudi výše (Faltýnková et al., 2004).

3.4.4 Nízká paraplegie (Th10–L)

Nízká paraplegie nastává při poranění dolních hrudních či bederních obratlů a má za následek kompletní ztrátu hybnosti nohou. Osoba s nízkou paraplegií má většinou zachované částečné čití DK, břicha a výše (Faltýnková et al., 2004).



Obrázek č. 8: Výška míšní léze (zdroj: http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/medicina/neurologie-nemoci-vysetreni/nemoci-a-poraneni-michy-priznaky-projevy-symptomy-lecba)

3.5 Systém péče o pacienty s míšní lézí

Jedinec po poranění míchy prochází celkem třemi fázemi péče (viz následující). První fáze se dělí na další dvě: akutní a postakutní. Druhá fáze se nazývá chronická a třetí reintegrační.

V první fázi akutní (urgentní) je poraněný jedinec převezen na anasteziologicko-resuscitační oddělení (ARO). Podstoupí operaci/e, kterými se docílí dekomprese míchy a stabilizace páteře. V této fázi si také jedinec prochází spinálním šokem, který zpravidla trvá 2–8 týdnů. Dochází též k selhávání základních životních funkcí. U pacienta se zjišťuje jeho kloubní pohyblivost, citlivost, volní hybnost atd. Důležitá je prevence komplikací, jakými mohou být infekce močových cest, proleženiny, embolie a další. Podstatnou část programu v akutní fázi tvoří fyzioterapie, při níž se jedinec polohuje, provádějí se pasivní pohyby končetin, dechové terapie, cvičí se na MotoMedu atd. Je však potřeba dbát na to, abychom jedince v akutní fázi nepřetěžovali a brali v potaz rychlou únavnost celého organismu (Wendsche, 2009; Dušková, 2010; Faltýnková, 2012).

V první fázi postakutní se pacient dostává na specializovaná oddělení, jakými jsou spinální jednotky (dále jen SJ), které jsou v České republice celkem čtyři – v Praze, Liberci, Brně a Ostravě. Na SJ se dostávají pacienti ve 3.–12. týdnu po zranění a zůstávají zde 2–3 měsíce. Pacientům odeznívá míšní šok a mají operačně stabilizovanou páteř. Nemají však obnovenou činnost střev a nejsou mobilizováni do vozíku či stoje. Vyskytují se u nich spazmy (svalové křeče). Péče na SJ je péčí interdisciplinární – spolupracují spolu fyzioterapeuti, ergoterapeuti, psychologické a sociální poradny. Nejdůležitější funkcí SJ je ochrana před dalšími hrozícími komplikacemi (např. dekubity). Je tedy třeba určit vhodnou medikaci a zavést náhradní způsob vyprazdňování a močení (Wendsche, 2009; Faltýnková, 2012).

V druhé chronické fázi pacient pobývá na spinální rehabilitační jednotce (SRJ) v rehabilitačním ústavu či v jiných ústavních a ambulantních rehabilitačních zařízeních po dobu 4–5 měsíců. Pro pacienty jsou dostupná tři rehabilitační zařízení: Hamzova odborná léčebna Luže – Košumberk, Rehabilitační ústav Hrabyně a Rehabilitační ústav Kladruby. Zde je snahou připravit jedince s poraněním míchy na návrat do denního a pracovního života a dosáhnout co nejvyšší soběstačnosti. Důraz je kladen na využívání vhodných kompenzačních a rehabilitačních pomůcek, pacient se učí manipulovat s vozíkem. Dále se jedinec učí korektnímu sedu ve vozíku, pravidelně cvičí s fyzioterapeuty a ergoterapeuty a v neposlední řadě se věnuje i sportovním aktivitám (Wendsche, 2009; Faltýnková, 2012).

Třetí reintegrační neboli pozdní fáze se zaměřuje na integraci jedince do společnosti, na zvládání aktivit denního života a na jeho zařazení do práce. Také sem spadá řešení případných komplikací, opakované absolvování rehabilitačních pobytů a hospitalizace. Typickými komplikacemi mohou být proleženiny, záněty močových cest, kontraktury atd. (Wendsche, 2009; Dušková, 2010).

3.6 Míšní šok (spinální šok)

Při závažných poraněních míchy okamžitě dochází k míšnímu neboli také spinálnímu šoku, jehož následkem je vymizení reflexní aktivity míchy. Vyskytuje se hlavně u jedinců s poraněním krčního či horního hrudního segmentu páteře. Míšní šok

trvá u každého jedince trvá různě dlouhou dobu. Časové rozmezí se pohybuje mezi 2–8 týdny. Avšak čím výše se míšní poranění nachází a čím je rozsáhlejší, tím je spinální šok delší a průběh může být těžší. Míšní šok se projevuje bezvládnými končetinami jedince, ztrátou svalového tonu, zástavou pocení, poruchou veškeré kožní citlivosti – jedinec necítí teplo, chlad, dotyk, bolest. Dále autonomní dysfunkcí, kdy dochází k poruše odtoku moči, zpomalené činnosti střev, tedy zadržování stolice, erektilní dysfunkci a poruše termoregulace. V období šoku je kůže náchylnější ke vzniku otlaků až dekubitů. Po odeznění míšního šoku dochází ke zlepšení funkcí – vrací se reflexní činnost míchy, obnovuje se střevní peristaltika, objevuje se spasticita, spasmy atd. funkce. Hybnost či citlivost se po míšním šoku obnoví zřídkakdy. Pokud se do 4 měsíců od vzniku poranění míchy neobjeví zlepšení v oblasti motoriky, stav se pravděpodobně nezmění (v budoucnu však na stav osoby s míšní lézí může mít značný vliv rehabilitační cvičení) (Štulík, 2010; Faltýnková, 2012c; Kolář, 2009; Štětkářová et al., 2012; Bydžovský, 2008; Ambler et al., 2008).

3.7 Vertikalizace

Po poranění míchy dochází v různé míře k deficitu motoriky, který zásadním způsobem ovlivňuje život jedince. Ztráta schopnosti stoje a chůze znamená nejen omezení v lokomoci (se svými důsledky v sociální participaci), ale může způsobovat sekundární komplikace, jako jsou problémy se svaly, kostmi či vnitřními orgány. Kompenzační pomůcky, které tyto problémy částečně řeší, jsou: verikalizační lůžka, vertikalizační lehátka, parapodia či stoj s použitím končetinových ortéz, kdy zafixováním kolene umožňuje ortéza stoj (Faltýnková, 2012b).

Obrázek č. 9: Druhy vertikalizace (zdroj: http://files.czepa.webnode.cz/200016654-61f2c63e67/czepa_Jak_na_to_doma_e.pdf)

Ve vertikální poloze by měl jedinec s poraněním míchy setrvávat zhruba jednu hodinu dvakrát až třikrát týdně. Jako vhodnější, ale fyzicky a časově náročnější model se doporučuje postavovat se na 30 minut dvakrát denně (Faltýnková, 2012b).

Podle Faltýnkové (2012) zařazujeme vertikalizaci do rehabilitačního programu zejména z následujících důvodů:

a) pozitivní vliv na svalový tonus, kdy dochází ke snížení projevů spasticity,
b) pozitivní vliv na osifikaci – prevence osteoporózy v důsledku nedostatečného statického zatížení kostí,
c) pozitivní vliv na elasticitu a pružnost měkkých tkání, jako jsou vazy a šlachy, které usnadňují kloubní pohyblivost,
d) pozitivní vliv na vnitřní orgány, kdy dochází ke změně tlaku v dutině břišní (podpora činnosti zejména střev a močovodů) (Faltýnková, 2012b).

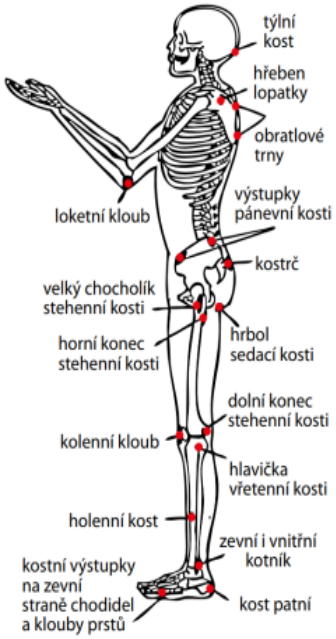
3.8 Komplikace

Při poškození míchy se v mnohých případech objevují zdravotní komplikace, které mohou osobu s míšní lézí životně ohrožovat (Faltýnková, 2012c).

3.8.1 Dekubity

Po poškození míchy dochází, kromě jiného, k poruše vazomotoriky, což je porucha řízení stahování a roztahování cév – může tedy docházet k špatnému prokrvování tkání a tím pádem i k dekubitům (Faltýnková, 2012c).

Dekubit nebo také proleženina či prosezenina je poškození kůže a měkkých tkání v určité oblasti. Vzniká v místech styku kostí, které se nacházejí těsně pod kůží, s podložkou, kde dlouhodobě přetrvává tlak. U osob s přerušenou míchou je důvodem vzniku proleženin především dlouhotrvající sezení na vozíku či ležení ve stejné poloze. Nejčastější výskyt proleženin je v oblasti kosti křížové, sedacích hrbolů, na patách, kotnících, v oblasti kyčelního kloubu, na holenní kosti (Faltýnková, 2012c).



Obrázek č. 10: Predilekční místa dekubitů (zdroj: http://files.czepa.webnode.cz/200016654-61f2c63e67/czepa_Jak_na_to_doma_e.pdf)

Proleženiny mohou vznikat již po několika hodinách, kdy jedinec setrvává v jedné poloze. Vznik dekubitů dělíme do čtyř stupňů. První stupněm je zarudnutí kůže v místě dlouhodobého tlaku. Kůže je teplá a oteklá, nikoli však poškozená. Druhým stupněm je puchýř, kůže je již částečně porušena. Třetí stupeň se projevuje

nekrózou – tkáň začne odumírat a začíná se vytvářet vřed. Poslední a nejzávažnější čtvrtý stupeň se vyznačuje vředem. V kostních výběžcích v místě postižení se rozvine zánět (Faltýnková, 2012c).

3.8.2 Poruchy močení

Jedinci s míšní lézí nejsou schopni se vymočit normálním způsobem, jako byli schopni před úrazem, a nepociťují nutnost se vymočit. Naplnění močového měchýře může vyvolat husí kůži nebo mravenčení nad místem léze – a tyto příznaky signalizují jedinci moment vyprázdnění. Močový měchýř je inervovaný vegetativními (autonomními) vlákny, jež vedou z mozku míchou a končí ve výši segmentů S2–S4, kde je míšní centrum pro močení. Po poranění míchy může docházet buď k spastickému (reflexnímu) močovému měchýři nebo k chabému (areflexnímu) močovému měchýři. Spastický močový měchýř vzniká při poranění míchy nad sakrálními segmenty páteře. U tohoto typu dochází k naplnění močového měchýře a roztažení jeho stěn do určité míry a následně ke stahu svalstva a vyprázdnění močového měchýře. Ochablý močový měchýř vzniká při poškození míchy v úrovni sakrálních segmentů (konkrétně S2–S4) a níže. Oproti spastickému močovému měchýři zde dochází k roztažení stěn močového měchýře do maxima a poté moč vytéká – nikoli ovšem všechna, určité množství zůstává v močovém měchýři, což může v budoucnu způsobit infekci (Faltýnková et al., 2004; Faltýnková, 1995, 2012a).

Způsobů, jak řešit vyprazdňování močového měchýře, je více. Mnohdy záleží na výšce míšní léze a tím tedy i na motorických schopnostech jedince. Pohyblivější jedinci mají možnost cévkování, a to buď samostatně, či za dopomoci asistence. Při cévkování se v pravidelných intervalech zavádí cévka skrze močovou trubici do močového měchýře. Dalším způsobem vyprazdňování moči je reflexní močení, které se používalo spíše dříve. Dnes se tato metoda téměř nevyužívá, neboť při ní docházelo k častým infekcím močových cest. Funguje na podkladě reflexního sevření močového měchýře, vyvolaného několika poklepy na podbřišek. U kvadruplegiků se často volí forma epicystostomie (jinak také suprapubická drenáž), kdy je moč vedena cévkou, zavedenou skrze břišní stěnu do močového měchýře a ústí z těla ven do sběrného močového sáčku. Epicystostomie se také využívá u pacientů v době míšního šoku. Cévka se

u epicystostomie musí měnit jednou za 3–5 týdnů, je zapotřebí pravidelně vypouštět, vyplachovat a měnit sběrný močový sáček a alespoň jedenkrát týdně cévku od sběrného sáčku vyplachovat. Především u žen kvadruplegiček je možná kontinentní epicystostomie, neboli vezikostomie, která je obdobou suprapubické drenáže. Vezikostomie je cévkování přes břišní stěnu, při němž se do břišní stěny v oblasti podbřišku udělá otvor, skrze nějž si jedinci zavádějí cévku do močového měchýře a moč vypouštějí. Moč otvorem v břiše neuniká, protože je v močovém měchýři při operaci vytvořena chlopeň. Další možností řešení odvodu moči je kondomový neboli močový urinál, jenž se používá u mužů. Je to neinvazivní metoda. Muž si na penis připevní vhodně zvolenou velikost urinálního elastického kondomu držícího pomocí lepicí pásky či zvolí kondom samolepicí. Urinální kondom je spojen s hadičkou, která vede moč do sběrného močového sáčku umístěného nejčastěji na lýtku, kde drží pomocí suchého zipu. Jednou z nejméně pohodlných a vhodných možností vyprazdňování moče jsou pleny. Ty mohou způsobovat různé kožní problémy, například opruzeniny (Faltýnková, 2012a, 2012c; Malkol, 2013; Vytejčková, 2013).

Obrázek č. 11: Urinální kondom (zdroj: https://www.coloplast.cz/conveen-latex-urisheath-cs-cz.aspx)

3.8.3 Poruchy defekace

Jedinec po poranění míchy nemusí cítit potřebu na stolici. Potíže dělíme do stejných kategorií jako potíže s močovým měchýřem, tedy rozeznáváme reflexní střevo (spastický typ střevní poruchy) nebo chabé střevo (areflexní typ střevní poruchy). Při poranění míchy nad sakrálními segmenty dochází ke spastickému typu, u něhož může

docházet k zácpám. Tento problém se řeší aplikací čípků, chemickou stimulací či drážděním svěrače prsty. Je třeba vyprazdňovat minimálně jednou za tři dny, nejlépe ve stejnou denní dobu. Při poranění míchy pod sakrálními segmenty nebo v jejich úrovni dochází ke vzniku chabého střeva. Střeva se naplňují stolicí až do okamžiku, když už více stolice nepojmou a ta odchází. Stejně jako u moči, zůstává zbylá část stolice ve střevě a může způsobit zácpu (obstipaci). Jedinec s tímto typem střev by se měl vyprazdňovat jednou až dvakrát denně (Faltýnková et al., 2004; Faltýnková, 2012c).

3.8.4 Poruchy dýchání a vykašlávání

Dýchací centrum je uloženo v prodloužené míše a svaly dýchací jsou inervovány z krční (C4–C8) a hrudní (Th1–Th7) míchy. Přerušení míchy nad čtvrtým krčním obratlem vede k vyřazení bráničního svalu, což vede k nemožnosti samostatného dýchání a následné plicní ventilaci. Dechovou nedostatečností či obtížemi mohou ovšem trpět i osoby s nižší míšní lézí, než je C4. Při TML v oblasti cervikální a horní thorakální dochází k obrně pomocných dýchacích svalů. Při lézích C5 a níže dýchání zajišťuje především bránice. Velkým problémem může být nemožnost vykašlávání (svaly, které pomáhají jedinci vykašlávat, jsou ochrnuté). Dochází pak k neschopnosti odstranit hleny z dýchacích cest, což vede k následné plicní infekci, která se projevuje vykašláváním žlutých či zelených hlenů. Pokud má dotyčný problém s vykašláváním, doporučuje se dvakrát denně na dvacet minut zvednout konec lůžka nad úroveň hlavy. To napomáhá odhlenění a následnému vykašlání hlenů z plic. Někdy se však hleny musejí mechanicky odsávat (Faltýnková et al., 2004; Faltýnková, 1995, 2012c).

3.8.5 Poruchy termoregulace

U jedinců s vysokou míšní lézí je často teplota jejich těla závislá na teplotě okolí. Osoby po poranění míchy nedokážou regulovat tělesnou teplotu v ochrnutých částech těla, neboť došlo k poruše přenosu informací z receptorů kůže a řídicí centrum v mozku není schopno termoregulace. Největší riziko nastává v létě, kdy může dojít k přehřátí organismu, na nějž může jedinec v nejhorších případech i zemřít. Riziko lze snížit pobytem ve stínu, dostatečným přísunem tekutin, prodyšným oblečením

a ochlazováním například rozprašovačem s vodou. V chladném počasí je třeba dbát na dostatečně teplé oblečení a co nejvíce zůstávat v teple. U jedinců s míšní lézí může dojít k prochladnutí ochrnutých částí těla, mohou se snáze nachladit či mohou vzniknout poruchy dýchání. Komplikací může být například infekce plic, jež může vést až k úmrtí jedince (Faltýnková et al., 2004; Faltýnková, 1995, 2012c).

3.8.6 Spasticita, spasmy

Spasticita je zvýšené svalové napětí, které pozorujeme zejména u jedinců s vyšší míšní lézí a které se začne projevovat po odeznění míšního šoku. Nelze jednoznačně říci, jakou míru spasticity bude mít jedinec s konkrétní míšní lézí, protože projevy spasticity jsou u každého rozdílné. Spasticitu může ovlivňovat i atmosférický tlak a teplota okolí (Faltýnková, 1995).

Spasmy jsou svalové záškuby nebo křeče v různých svalových skupinách. Trvají kratší dobu a objevují se v sériích. Jsou častější u tetraplegiků či vysokých paraplegiků a nastávají v okamžiku, kdy se postižené osoby někdo dotkne, dále pak při přesunech jednotlivce či při změně jeho polohy. Je to však pouze reakce míchy na podráždění – jde tedy o reflexní pohyby, které nejsou ovladatelné vůlí. U inkompletních míšních lézí, kdy spasticitu není možné zvládat jen léčbou baclofenovými tabletami, se přistupuje k implantaci baclofenové pumpy, s jejíž pomocí je látka vpravována katétrem do míšního kanálku (Faltýnková, 2012c).

3.8.7 Autonomní dysreflexie

Autonomní dysreflexie (dále jen AD) je život ohrožující akutní stav, při němž dochází k náhlé hypertenzi (nárůstu krevního tlaku). AD se vyskytuje pouze u jedinců s poraněním míšního segmentu TH6 a výše. K AD dochází při poruše vegetativního nervstva, kdy nejsou tlumeny dráždivé podněty z těla a vnitřních orgánů. Kromě hypertenze se AD vyznačuje bradykardií (snížením srdečního pulzu), neúprosnými tepajícími bolestmi hlavy, zčervenáním v obličejové části, pocením nad poraněným úsekem míchy, piloerekcí (tzv. „husí kůže“), úzkostí či rozmazaným viděním. Nejčastější příčinou AD bývá přeplněný močový měchýř, infekce močových cest

či zácpa. V důsledku poruchy čití si jedinec tyto dráždivé podněty neuvědomuje, ale vegetativní systém na ně reaguje (Faltýnková, 2012a, 2012c).

3.8.8 Poruchy sexuálních funkcí

U mužů po poranění míchy dochází k erektilní dysfunkci, poruše ejakulace a často změně pocitu orgasmu. Pokud jedinec dosahuje ztopoření, jedná se o reflexní erekci, jež vzniká přímým drážděním pohlavního údu. Psychogenní erekce je však porušena. Muži s poraněním v oblasti krční páteře dosahují ztopoření lépe než muži s poraněním blíže hrudně-bedernímu přechodu. Důležitou roli v sexuální funkci hraje samozřejmě také psychika jedince. V dnešní době je možnost sexuální dysfunkci do určité míry kompenzovat (Faltýnková, 1995; Štulík, 2010).

U žen je snížena lubrikační schopnost a pocit orgasmu. Otěhotnět však mohou stejně jako před úrazem míchy. Těhotenství musí probíhat pod zvýšeným lékařským dohledem, protože může hrozit riziko AD z důvodu rostoucího plodu a tím i roztahování stěny dělohy. Obvykle je dítě porozeno císařským řezem (Faltýnková, 2012c).

3.8.9 Osifikace

Osifikace neboli zvápenatění je další z komplikací, doprovázejících poranění míchy. Vznikají při dlouhodobé imobilizaci. Osifikace vznikají ukládáním vápníku do měkkých tkání v oblasti kloubů. Prvními příznaky osifikace je především omezenost pohybu v kloubu, ale také zvýšená teplota či otoky. Nejčastějšími lokalizacemi osifikací jsou okolí kyčlí a kolen, dále pak loktů a ramen. Osifikace vznikají obvykle v prvních čtyřech měsících po úrazu a vznikají asymetricky (postižen může být jen jeden kloub). Nově vzniklá kost je palpačně zjistitelná, později i viditelná. Problémem u jedinců s míšní lézí s osifikací v oblasti kyčle může být správné posazení na vozík. Pokud jedinec nesedí správně, mohou vznikat sekundární problémy, jako jsou skolióza, deformace trupu či defekty kůže v křížové oblasti. Prevencí osifikací a následné nepohyblivosti je pravidelné cvičení a udržování pohyblivosti v kloubu. Problém

osifikace lze řešit i medikamentózně či chirurgicky (Faltýnková et al., 2004; Faltýnková, 1995, 2012c).

3.8.10 Odvápnění kostí, zlomeniny

Opakem osifikace je odvápnění kostí. Osoby po poranění míchy mají sníženou pohyblivost či jsou kompletně imobilní, a tím pádem nejsou jejich kosti (především DK) dostatečně zatěžovány a jsou méně odolné vůči vnějším tlakům. Nezatížené kosti zapříčiňují následné a postupné řídnutí kostí, a tím zvyšují riziko jejich zlomenin. Ke zlomeninám u jedinců s ML dochází nejčastěji při pádech z invalidního vozíku či při nešetrných přesunech. Zlomeninu jedinec necítí, tudíž projevy, podle nichž zlomeninu může rozpoznat, jsou: pocení, otoky a v nejhorším případě i autonomní dysreflexie. Tyto stavy je nutno řešit s lékařem, který rozhodne o následujícím léčebném postupu (Faltýnková et al., 2004).

4 AIS, ASIA

ASIA Impairment Scale (dále jen AIS) je neurologické vyšetření míšního poranění, jež vypracovala American Spinal Injury Association (ASIA). Zapisuje se do protokolu ASIA (Kolář, 2009). Pomáhá nám stanovit úroveň a rozsah míšní léze. K hodnocení se využívají stupně A až E, kdy klíčovým bodem je aktivita v křížových segmentech:

Tabulka č. 1: Rozsah míšní léze (AIS), (Kolář, 2009)

AIS A	kompletní léze – absence motorické i senzitivní funkce v segmentech S4/5
AIS B	nekompletní léze – zachované čití pod úrovní léze včetně segmentů S4/5
AIS C	nekompletní léze – zachovaná motorická funkce alespoň poloviny klíčových svalů pod úrovní míšní léze se svalovou sílou na stupni méně než 3
AIS D	nekompletní léze – zachovaná motorická funkce alespoň u poloviny klíčových svalů pod úrovní míšní léze se svalovou sílou na stupni 3 a více
AIS E	normální motorická a senzitivní funkce všech segmentů

Hodnotí se tedy jak motorická, tak senzitivní funkce.

Při hodnocení **motorické funkce** se hodnotí svalová síla v 10 svalových skupinách na horních a dolních končetinách. V přesně definovaných polohách se hodnotí funkce tzv. klíčových svalů 0–5 body. Celkem tak lze získat tedy až 100 bodů. U horních končetin (dále jen HK) hodnotíme: flexory a extenzory lokte, extenzory zápěstí, abduktor malíčku a dlouhý flexor ukazováku. U dolních končetin hodnotíme: flexory kyčle, extenzory kolene, dorzální flexory hlezna, dlouhý extenzor palce nohy a plantární flexory.

Senzitivní funkci hodnotíme body 0–2, kdy 0 je žádná citlivost, 1 změněná citlivost a 2 normální citlivost. Hodnotí se vnímání kožní bolesti tzv. klíčových bodů každého z 28 dermatomů. Dermatomy jsou oblasti kůže inervované určitým míšním nervem. U testování senzitivní funkce se hodnotí jak lehký dotek, tak i schopnost rozeznání ostrého a tupého předmětu. Při senzitivním vyšetření je možné dosáhnout

maximálně 112 bodů. Neurologickou úroveň míšní léze určuje nejnižší segment s normální senzitivní a motorickou funkcí oboustranně (Štulík, 2010; Kolář, 2009; Wendsche, 2009).

5 ZRCADLOVÉ NEURONY

„Jako by zrcadlové neurony byly jakýmisi samotnou přírodou vytvořenými virtuálními simulacemi záměrů ostatních bytostí.“ (Ramachandran, 2013, s. 154–155).

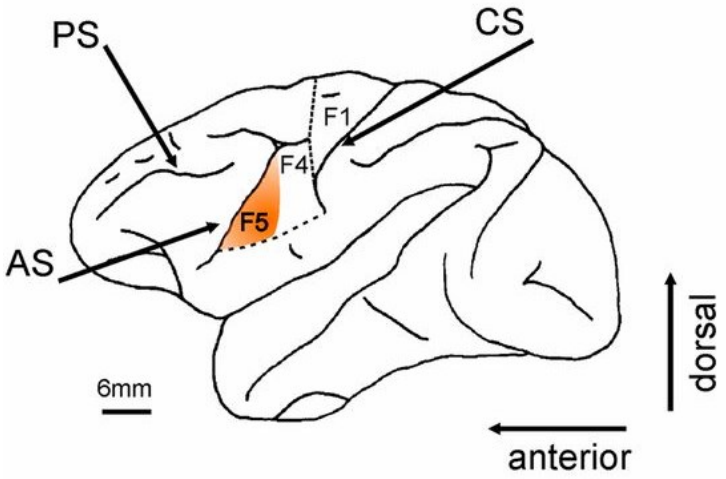
5.1 Historie

Roku 1991 skupina italských vědců (Giacomo Rizzolatti, Giuseppe Di Pellegrino, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi, Vittorio Gallese) v Parmě objevila v premotorické korové oblasti zrcadlové neurony (mirror neurons). Jejich výzkum na primátech ukázal, že se zrcadlové neurony aktivují jak v momentě vlastního pohybu, tak i v momentě, kdy opice pouze pozorují daný pohybový vzorec (Rizzolatti a Fabbri-Destro, 2010).

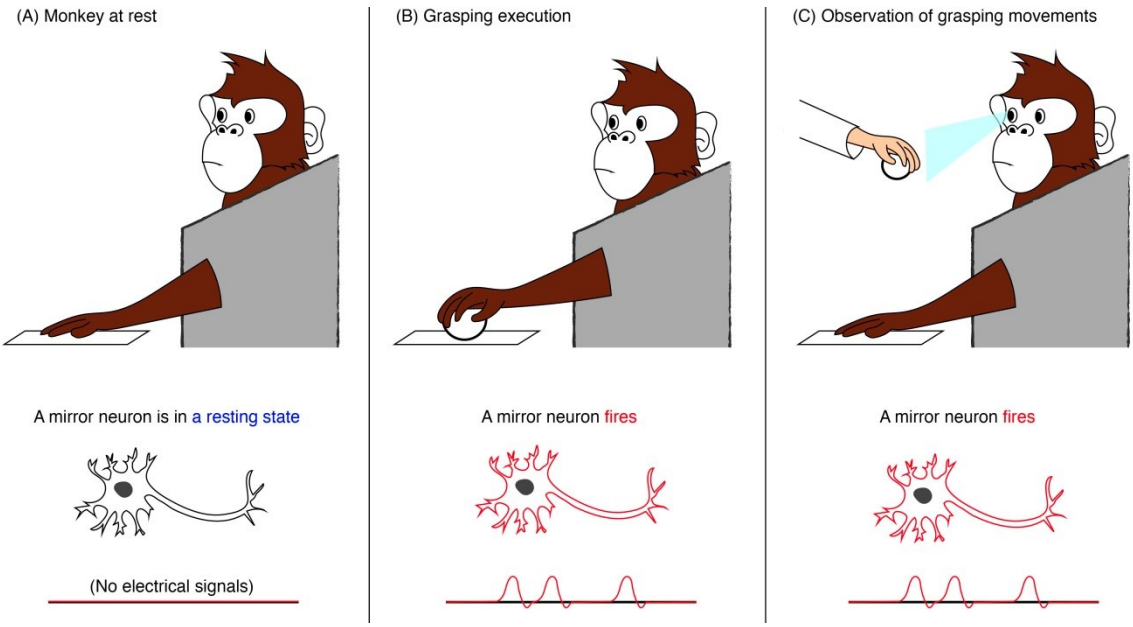
5.2 Zrcadlové neurony u opic

U pokusu na opicích rodu makak vepří (macaca nemestrina) se využilo jednoduchého pohybu – a to, když opice sahala pro arašíd na podnosu. Zrcadlové neurony, nacházející se u opic v oblasti F5 (premotorická oblast kortexu), byly snímány skrze senzory. Díky senzorům se dalo určit, zda a kdy se zrcadlové neurony aktivují. Zrcadlové neurony se skutečně aktivovaly, když opice sáhla po arašídu. Vědci pokračovali v testování opic a zjistili, že zrcadlové neurony reagují, i když opicím za světla arašíd jen ukážou, následně zhasnou a opice si pro něj musí sáhnout potmě.

Největším objevem však bylo zjištění, že se zrcadlové neurony aktivují i v momentě, kdy po arašídu sahá jiná osoba či opice. Buňky se tedy aktivují, i když opice daný pohyb neprovádí. Dále byla objevena souvislost mezi aktivací zrcadlových neuronů a zvukem typickým pro daný pohybový vzorec. Například zabalený arašíd v šustivém papíru opět aktivuje svým zvukem zrcadlové neurony makaků (Bauer a Michňová, 2016; Rizzolatti a Fabbri-Destro, 2010; Iacoboni, 2008).



Obrázek č. 12: Laterální pohled levé hemisféry na oblast zrcadlových neuronů u opic (oblast F5) (zdroj: https://www.pnas.org/content/109/29/11848)



Obrázek č. 13: Aktivace zrcadlových neuronů u opic (zdroj: http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2016/mirror-neurons-quarter-century-new-light-new-cracks/)

5.3 Zrcadlové neurony u člověka

Zrcadlové neurony byly zaznamenány a popsány i u člověka. Jejich aktivaci lze pozorovat například pomocí magnetické rezonance. Testovaný jedinec je umístěn do „tunelu“ magnetické resonance, v němž se nacházejí také sluchátka, mikrofon a obrazovka. Při pozorování jiných lidí provádějících určitou činnost se u jedince opět tyto specifické buňky aktivují. U lidí se zrcadlové neurony aktivují i tehdy, když testovanou osobu vyzveme k představě či napodobení určitého pohybu (Bauer a Michňová, 2016).

Existují teorie, které dávají zrcadlové neurony do souvislosti s empatií, napodobováním (imitací), intuicí a osvojováním si jazyka. Dále se hovoří o možné poruše zrcadlových neuronů u osob se schizofrenií či autismem. Ovšem jak s těmito neurony cíleně pracovat, je stále středem pozornosti mnohých vědců. Vznikají nové studie, výzkumy a projekty, které shromažďují další data a posouvají poznatky v této oblasti dále (Bauer a Michňová, 2016).

6 VIRTUÁLNÍ REALITA

Technologický pokrok se napříč odvětvími každým rokem zrychluje. Ačkoli má virtuální realita (dále jen VR, z anglického virtual reality) počátky již v minulém století, její rozvoj nastává především v několika posledních letech. Zásluhou reklamní propagace a relativně nízké ceny si dnes může pořídit příslušenství umožňující VR téměř každý. Virtuální realita může být díky své jednoduchosti použita i v pohodlí domova. VR má své využití v mnoha oblastech. Uplatnění našla například v armádě, ve stavebnictví, v zábavě či sportu a v neposlední řadě i v medicínské oblasti.

6.1 Definice

Definici virtuální reality není snadné stanovit, v literatuře bývá VR často zaměňována za jiné významy. Obecně můžeme říci, že VR je vytvořený fiktivní svět. Jeho snahou je, aby bylo vizualizované prostředí uživatelem vnímáno co nejreálněji. Pro širokou veřejnost znamená VR technologii, fantazii, sen a realitu. Už samotný název virtual reality si protiřečí a vytváří oxymóron. Virtual v překladu z anglického jazyka znamená fiktivní či neskutečný a real překládáme jako reálný či skutečný – tedy fiktivní realita či ještě doslovněji neskutečná skutečnost.

Každý člověk rád utíká z reality a každý k tomu má jiné záminky. U osob s míšní lézí může být touha uniknout realitě, byť jen na pár minut, velice silná a naprosto oprávněná. Právě tento útěk jim může VR zprostředkovat (Fuchs et al., 2011; Žára et al., 1998).

6.2 Dělení

VR realitu můžeme rozdělit na:

1. Pohlcující virtuální realitu (immersive VR)

   Cílem pohlcující VR je oprostit uživatele co nejvíce od skutečného světa a přimět ho intenzivně vnímat svět fiktivní. K tomuto intenzivnímu vjemu se

využívá helma s brýlemi, sluchátka a rukavice. Může být využit také simulátor, jenž uživateli svým nakláněním navozuje pocit pádu.

2. Rozšiřující virtuální realitu (augmented VR)

   Rozšiřující virtuální realita kombinuje svět virtuální se světem reálným. Využití rozšiřující VR je známé například ve vojenství, kdy kamera přenáší na obrazovku snímaný reálný okolní svět a výsledný obraz je doplňován o další značky – kupříkladu označení přátelských a nepřátelských objektů.
3. Virtuální realitu (VR)

   VR zahrnuje například počítačové hry, simulace ve vesmíru atd. K této simulaci potřebujeme pouze obrazovku, reproduktory a myš sloužící jako uchopovací a ukazovací zařízení.
4. Distribuovanou virtuální realitu (distributed VR)

   Distribuovaná VR se využívá například pro herní účely. Stejný simulovaný svět na počítačové obrazovce jednoho uživatele se zobrazuje i na obrazovce dalších hráčů. Díky spojení přes internet se tito hráči mohou ve virtuálním světě potkat (i přes to, že každý může pocházet z jiné země) (Žára et al., 1998).

6.3 Virtuální realita u míšních lézí

Alois Polák ve své diplomové práci „Vizuální neurorehabilitace u pacientů s inkompletní míšní lézí“ došel k závěru, že VR má vliv na klinický stav osob s inkompletní míšní lézí. Polák ve výzkumu porovnává skupinu kontrolní a skupinu výzkumnou. Obě skupiny podstoupily standardní rehabilitační plán v RÚ Kladrubech. Výzkumná skupina však mimo standardní rehabilitační plán denně sledovala po dobu jednoho měsíce (celkem 30 zhlédnutí) terapeutická videa skrze brýle na VR. U výzkumné skupiny bylo zaznamenáno trojnásobně vyšší zlepšení klinického stavu – konkrétně zlepšení svalové síly – než u skupiny kontrolní (Polák, 2017).

Další studie použila zařízení Nintendo Wii Fit, které prostřednictvím videoher mělo ovlivnit především chůzi, koordinaci a rovnováhu osob s inkompletní míšní lézí. Opět i zde byl potvrzen pozitivní vliv virtuální reality. U zkoumané skupiny došlo

k navýšení rychlosti chůze a zlepšení rovnováhy. Probandi uváděli také tyto subjektivní pocity: zlepšení pohyblivosti, chůze a pokrok ve zvládání běžných denních aktivit (Utěšená, 2018).

Obdobná studie (opět se zařízením Nintendo Wii Fit) se se svými videohrami zaměřovala na trénování dorzální flexe v kotníku, extenze v koleni a addukce či abdukce dolní končetiny. Intervence měla pozitivní vliv na rovnováhu a na sílu svalů a zlepšení pohyblivosti DK, ale neovlivnila rychlost chůze (Utěšená, 2018).

7 ELEKTROSTIMULACE

Elektrická stimulace (dále jen ES) se postupně dostává do povědomí laické veřejnosti. Na toto téma již vzniklo a stále vzniká mnoho nových studií a výzkumů. ES je velice široký pojem – spadá pod něj mnoho metod a druhů stimulací. Jednoduše můžeme rozdělit ES na invazivní a neinvazivní (viz níže – vybrané některé metody).

ES se dnes využívá především k léčbě a zmírňování bolesti, avšak své místo zaujímá také v oblasti zlepšení motorických a senzitivních funkcí u osob s poraněním míchy.

7.1 Invazivní stimulační metody

7.1.1 Míšní stimulace

Míšní stimulace (SCS = spinal cord stimulation) patří mezi invazivní metody, kdy jsou elektrody situovány epidurálně k zadním provazcům míšním (výjimečně pak k laterálním). Doporučená intenzita stimulace je 30–100 Hz. Při stimulaci dochází k aktivaci nervových vláken rychle vedoucích bolest. Dále míšní stimulace potlačuje vstupní bolestivý přenos v míše a vazodilatuje cévy. Stimulace probíhá nejčastěji v intervalu šest hodin, kdy se střídá pauza a stimulace. Míšní stimulace je vhodná pro osoby s ischemickou chorobou dolních končetin, anginou pectoris, chronickou a neuropatickou bolestí a dalšími chorobami (Fricová, 2013).

7.1.2 Stimulace motorické mozkové kůry

Ke stimulaci motorické mozkové kůry se využívají elektrody, které se umísťují pod tvrdou plenu mozkovou do primární motorické oblasti (gyrus praecentralis). Frekvence stimulace je nižší než u míchy – okolo 20–50 Hz. Tento druh stimulace se využívá při bolestech po CMP (cévních mozkových příhodách), při fantómových, pahýlových, talamických či neuropatických bolestech, bolestech zad, ale například i po příčném přerušení míchy (Fricová, 2013; Rokyta, 2005).

7.1.3 Další invazivní stimulační metody

Mezi další invazivní stimulační metody patří například tyto:

- PNS = peripheral nerve stimulation, periferní nervová stimulace,
- ONS = occipital nerve stimulation, stimulace týlního nervu,
- PNFS = peripheral nerve field stimulation, stimulace periferní nervové oblasti,
- DBS = deep brain stimulation, hluboká mozková stimulace,
- VNS = vagus nerve stimulation, vagová stimulace (Fricová, 2013, 2018).

7.2 Neinvazivní stimulační metody

7.2.1 Transkutánní elektrická nervová stimulace

V anglickém jazyce také transcutaneous electrical nerve stimulation (dále jen TENS). TENS svými slabými elektrickými impulzy, které se přenášejí skrze pokožku, tlumí bolest a snižuje potřebu užívání léků na bolest. Jelikož je TENS neinvazivní metodou, je periferní nervový systém stimulován nepřímo. Proto frekvence stimulace musí být vyšší. Přístroj TENS obsahuje menší „krabičku“ na baterie a elektrody, jež se přilepují na povrch kůže.

V průběhu užívání metody TENS cítí dotyčný jemné brnění ve stimulované oblasti. Intenzitu elektrických impulzů je možné upravovat a dle toho se mění i síla brnění (ovšem brnění by nemělo dosahovat bolestivé intenzity). Doporučená frekvence stimulace se udává 1–150 Hz. Elektrody se umísťují na bolestivé oblasti alespoň 2, 5 cm od sebe.

Transkutánní elektrická nervová stimulace je vhodná pro osoby s bolestí zad, kolene, krční páteře, po sportovním poranění a pro osoby s dalšími problémy. Také se používá v oblasti porodnictví, neboť svým účinkem tlumí porodnickou bolest rodiček. Je udáváno, že po užití TENS 40–80 % rodiček pociťuje zmírnění bolesti. Důležitou kontraindikací metody TENS je kardiostimulátor (Fricová, 2013; Transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS), 2019; Co je TENS?, 2018).

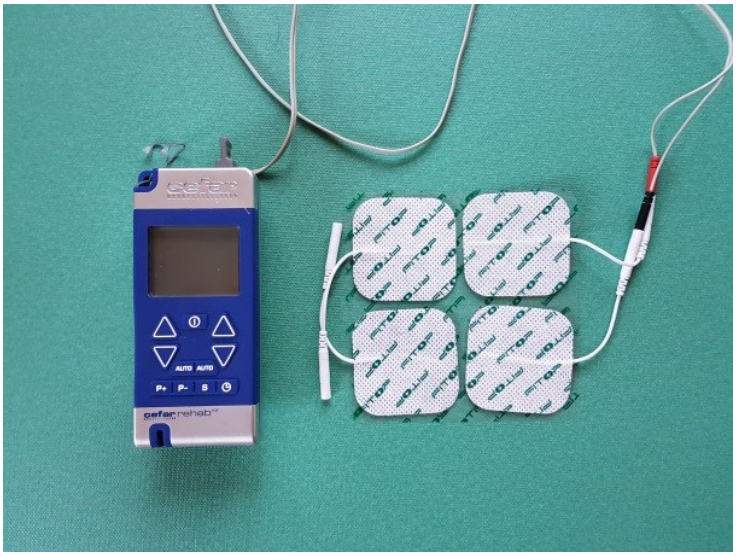
7.2.2 Transkutánní elektrická míšní stimulace

Transkutánní elektrická míšní stimulace (transcutaneous electrical spinal-cord stimulation, dále jen tESCS) je nová a neinvazivní stimulační metoda, při které jsou elektrody umístěny na kůži v oblasti dolních hrudních či lumbosakrálních obratlů. Tato bezbolestná metoda zlepšuje neuromotorickou funkci dolních končetin u osob s míšním poraněním. Účinek metody tESCS lze umocnit kombinací s exoskeletem. Exoskelet simuluje přirozené zatížení končetin a umožňuje tak pacientům s různým stupněm postižení dolních končetin, včetně kompletní motorické paralýzy, postavit se a pohybovat se. Ve vědeckém článku „Transcutaneous electrical spinal-cord stimulation in humans“ (z roku 2015) autoři píší o zaznamenaných pocitech u jednotlivců s různou výší míšní léze, jako je brnění a pocení pod úrovní míšní léze v průběhu používání tESCS a exoskeletu. Dále popisují pocit tenze/napětí ve všech proximálních svalech dolních končetin. Napětí, jež probandi cítili v průběhu sezení, se výrazně vystupňovalo v průběhu chození v exoskeletu (Gerasimenko et al., 2015).

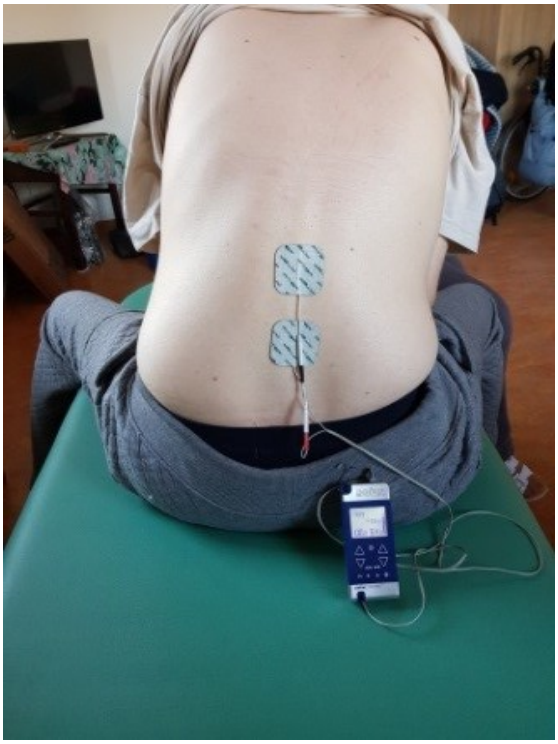
7.2.3 Další neinvazivní stimulační metody

Mezi další neinvazivní stimulační metody patří například tyto:

- rTMS = repetitive transcranial magnetic stimulation, repetitivní transkraniální magnetická stimulace,
- tDCS = transcranial direct current stimulation, transkraniální stimulace stejnosměrným proudem,
- tES = transcranial electrical stimulation, transkraniální elektrická stimulace (Fricová, 2013, 2018).



Obrázek č. 14: Transkutánní elektrická míšní stimulace (zdroj: autorské foto)



Obrázek č. 15: Nalepené elektrody tSCS v oblasti bederní páteře (zdroj: autorské foto)

VÝZKUMNÁ ČÁST PRÁCE

8 CÍLE, ÚKOLY PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

8.1 Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda terapeutická videa natočená z pohledu první osoby, promítaná v brýlích pro virtuální realitu, ovlivní neurologický stav 25letého probanda s inkompletní míšní lézí (oblast poranění v krčním segmentu páteře (C4)). Vedlejším cílem bylo sledování subjektivních pocitů, vjemů a bolesti probanda pomocí bodové škály a deníku, do nějž proband po každém sledování terapeutického videa zaznamenával jednotlivé údaje.

8.2 Úkoly práce

Pro úspěšnou realizaci práce byly stanoveny následující úkoly:

- výběr vhodného probanda a následné sepsání informovaného souhlasu a podání žádosti o vyjádření etické komise,
- výběr a studium odborné literatury a následné třídění informací za cílem vypracování teoretické části bakalářské práce,
- zajištění vyšetření ASIA,
- výběr vhodné techniky pro natáčení terapeutických videí a její vypůjčení,
- nastudování vlivu virtuální reality na osoby s inkompletní míšní lézí a patřičné zvolení pohybových aktivit v natočených videích,
- natočení terapeutických videí za pomoci aktérů,
- zajištění brýlí na virtuální realitu pro probanda,
- vytvoření vzoru deníku a bodové škály pro hodnocení probandových pocitů a vjemů,
- realizace výzkumu,
- sběr dat a jejich následné třídění a zpracování formou analýzy,
- shrnutí a vyhodnocení výsledků práce,

- diskuze.

8.3 Výzkumné otázky

Zastřešující výzkumná otázka:

1. Mají terapeutická videa, vizualizovaná skrze brýle na virtuální realitu v kombinaci s elektrostimulací v oblasti bederní páteře, vliv na neurologický stav probanda s inkompletní míšní lézí?

Dílčí výzkumné otázky:

1. Změnila se motorika v oblasti HK a DK?
2. Má sledování terapeutických videí v kombinaci s elektrostimulací vliv na subjektivní vnímání probanda?
3. Existuje souvislost subjektivního vnímání síly vjemu probanda s časem sledování terapeutického videa (konkrétní denní hodinou, v níž proband videa sledoval)?
4. Ovlivňují terapeutická videa v kombinaci s elektrostimulací probandovo subjektivní vnímání síly vjemu více než terapeutická videa bez elektrostimulace?

9 METODOLOGIE

Struktura bakalářská práce je teoreticko-empirického charakteru. Metodologický přístup je kvalitativní a zvolená forma je případová studie. Na výzkum dohlížel hlavní řešitel bakalářské práce a rodinný příslušník probanda, jenž byl s výzkumem také podrobně seznámen. Terapeutická videa kombinovaná s elektrostimulací sledoval jeden proband s inkompletní míšní lézí.

V této kapitole jsou uvedeny a podrobně popsány použité metody, zkoumaní probanda, sběr dat a jejich následná analýza.

Výzkum probíhal v následujících krocích:

- výběr vhodného probanda,
- seznámení probanda s informovaným souhlasem a s průběhem výzkumu,
- vstupní vyšetření ASIA Impairment Scale,
- dohled na správné použití brýlí na VR a na pravidelné zapisování probandových pocitů do deníku,
- dvě mezivyšetření ASIA Impairment Scale,
- závěrečné vyšetření ASIA Impairment Scale.

9.1 Popis zkoumaného probanda

Proband byl vybrán podle níže uvedených kritérií, které byly stanoveny hlavním řešitelem bakalářské práce.

Podmínky pro účast ve výzkumu byly následující:

- inkompletní míšní léze,
- časová pružnost,
- komunikativnost, otevřenost,
- uživatel elektrostimulace (tESCS),
- možnost využívání vertikalizačního lehátka,
- ochota spolupracovat a pozitivní přístup k výzkumu,

- potvrzení, že proband nemá žádnou z kontraindikací (epilepsie, onemocnění vestibulárního aparátu, …) virtuální reality.

Výzkumu se zúčastnil 25letý muž mající inkompletní míšní lézi (poranění v oblasti krčního obratle C4) deset let. Proband z důvodu svého postižení neprováděl žádnou pohybovou aktivitu. Jeho pohyblivost byla omezena na pohyby hlavou a ramen.

Proband sledoval po dobu cca 5 měsíců terapeutická videa natočená z pohledu první osoby ve formě virtuální reality. Videí (každé z nich v délce 10 minut) bylo celkem 6. Videa obsahovala záběry především na oblast trupu a nohou, kdy aktér bez obuvi našlapoval na nerovný terén v lese, parku, trávě či amfiteátru. Mezi videy byla natočena i dvě sportovního charakteru, kdy aktér vesloval v lodi (skifu), jezdil na veslařském trenažéru či na rotopedu. Jako doprovodný vnější stimulant byla využita elektrostimulace (transkutánní elektrická míšní stimulace) – elektrody byly umístěny v oblasti bederních obratlů. Polohy, ve kterých proband terapeutická videa sledoval, byly většinou ve stoji – na vertikalizačním lehátku či vsedě na invalidním vozíku, popř. vleže na posteli.

9.2 Metody sběru dat

Před zahájením samotného výzkumu byl proband seznámen prostřednictvím hlavního řešitele bakalářské práce a následně informovaným souhlasem s obsahem, průběhem i cílem výzkumu. Informovaný souhlas schválila etická komise Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

Probandův neurologický stav byl posuzován standardizovaným vyšetřením ASIA Impairment Scale. Pro tento výzkum byla fyzioterapeutem provedena celkem čtyři vyšetření. První vyšetření bylo provedeno před zahájením výzkumu, další dvě v průběhu výzkumu a závěrečné čtvrté vyšetření bylo provedeno po ukončení výzkumu. Také byla v rámci vstupního hodnocení odebrána anamnéza. Dále bylo probandem prováděno pravidelné hodnocení subjektivních pocitů ve formě deníku a hodnocení síly vjemu pomocí bodové škály.

9.2.1 Vyšetření ASIA Impairment Scale

ASIA Impairmet Scale je neurologické vyšetření míšního poranění, jež stanovuje úroveň a rozsah míšní léze (Kolář, 2009). Metoda byla podrobně popsána v teoretických východiscích práce.

9.2.2 Anamnéza

V této bakalářské práci byla odebrána anamnéza: nynější onemocnění, osobní, rodinná, pracovní, sociální a alergická anamnéza (viz Výsledky – Odebraná anamnestická data). Jako zdroj k získání anamnestických dat posloužila probandova zdravotnická dokumentace a především rozhovor s probandem. Podle Véleho (2006) slouží anamnéza k navázání osobního kontaktu s nemocným, k získání informací o jeho osobnosti a prostředí, ve kterém se vyskytuje. Dále pak se zjišťuje, jak se daná osoba motoricky vyvíjela, jaká onemocnění prodělala a jak se léčila (Véle, 2006).

9.2.3 Deník

Proband měl za úkol si po celou dobu výzkumu zapisovat data do předem vytvořeného deníku. Zaznamenával tyto údaje: datum zhlédnutí terapeutického videa, čas, kdy bylo video zhlédnuto, typ terapeutického videa, zda byla použita elektrostimulace, v jaké poloze proband terapeutické video sledoval, jaké byly probandovy subjektivní pocity po zhlédnutí videa (slovní popis). Dále deník obsahoval další poznámky – například jiné bolesti nesouvisející s výzkumem, probandův momentální zdravotní stav, emoční rozpoložení, únava atd.

9.2.4 Bodová škála

Bodová škála vycházela z vizuální analogové škály (VAS), ale jejím zaměřením nebylo určování míry bolesti, nýbrž bodování síly vjemů, které proband pociťoval po zhlédnutí krátkého desetiminutového videa. Stupnice bodové škály byla kalibrována od 0 do 10, kdy mezní hodnoty byly: 0 = žádný/nulový vjem a 10 = nejsilnější vjem.

Za nejsilnější vjem je definováno a probandem akceptováno čití takové intenzity, jaké měl před úrazem.

9.3 Analýza dat

Pro zpracování dat byl využit program Microsoft Excel. Zpracovaná data sloužila jako zdroj pro vytváření grafů a tabulek. Probandovy subjektivní pocity a další podstatné body byly podrobně zaznamenány v deníku vytvořeném v aplikaci Microsoft Word.

10 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou shromážděna naměřená data z celého výzkumu, která jsou dále zpracována do přehledných grafů a tabulek.

10.1 Odebraná anamnestická data

Následující podkapitoly obsahují sepsané probandovy anamnestické údaje. Proband vyjádřil souhlas s uvedením bodů 11.1.1–11.1.6 v této bakalářské práci.

10.1.1 Nynější onemocnění

Momentálně má proband problémy s lehkými dekubity v oblasti vnější strany kotníků. Dále však nemá žádné další zdravotní komplikace, se kterými by se léčil.

10.1.2 Osobní anamnéza

Proband v dětském věku prodělal zápal plic a dále jen běžné dětské nemoci, jako jsou plané neštovice, angína, chřipka, rýma či kašel. Dále měl proband drobná zranění hlavy. Není mu známo, že by před úrazem prodělal závažná onemocnění či chirurgické operace. Motorický vývoj probanda probíhal v normě.

Probandovi se v září roku 2008 stal úraz po skoku do mělké vody, při němž došlo k poranění míchy v oblasti čtvrtého krčního obratle. Poté byl převezen na spinální jednotku do Brna, kde podstoupil operaci. Následovala dlouhodobá rehabilitace v Rehabilitačním ústavu Kladruby, odkud musel být proband převezen do Fakultní nemocnice v Motole z důvodu zvýšené teploty a zánětu. Po zaléčení převezen z motolské nemocnice zpět do Kladrub, kde následující půlrok rehabilitoval. Po návratu domů proband podstoupil kontrolní vyšetření, při kterém bylo zjištěno, že došlo k uvolnění destičky v operovaném úseku páteře. Proband musel podstoupit reoperaci, po které se výrazně zhoršila stabilita trupu. Dále byl proband za účelem zotavení

umístěn do Hamzovy odborné léčebny Luže–Košumberk, ve které od roku 2010 pravidelně tráví každý rok 1–2 měsíce.

10.1.3 Rodinná anamnéza

Proband není v kontaktu se svými rodiči a jejich osobní anamnézu nezná. Z dostupných informací mu není známo žádné závažné rodinné onemocnění.

10.1.4 Pracovní anamnéza

Proband je momentálně z důvodu svého těžkého tělesného postižení nezaměstnaný a žádné pracovní zkušenosti z dřívějších let nemá. Dostudoval magisterské studium. Finanční podporou mu je invalidní důchod a příspěvek na péči.

10.1.5 Sociální anamnéza

Proband je v péči u jednoho ze svých prarodičů, který péči o vnuka zvládá sám s dopomocí asistenční služby. Asistenční službu začal využívat roku 2010, kdy prarodič přestal být fyzicky schopný zvládat veškeré úkony o probandovu péči. Proband bydlí v pražském bytě, jenž je bezbariérově přístupný. V domě se nachází výtah.

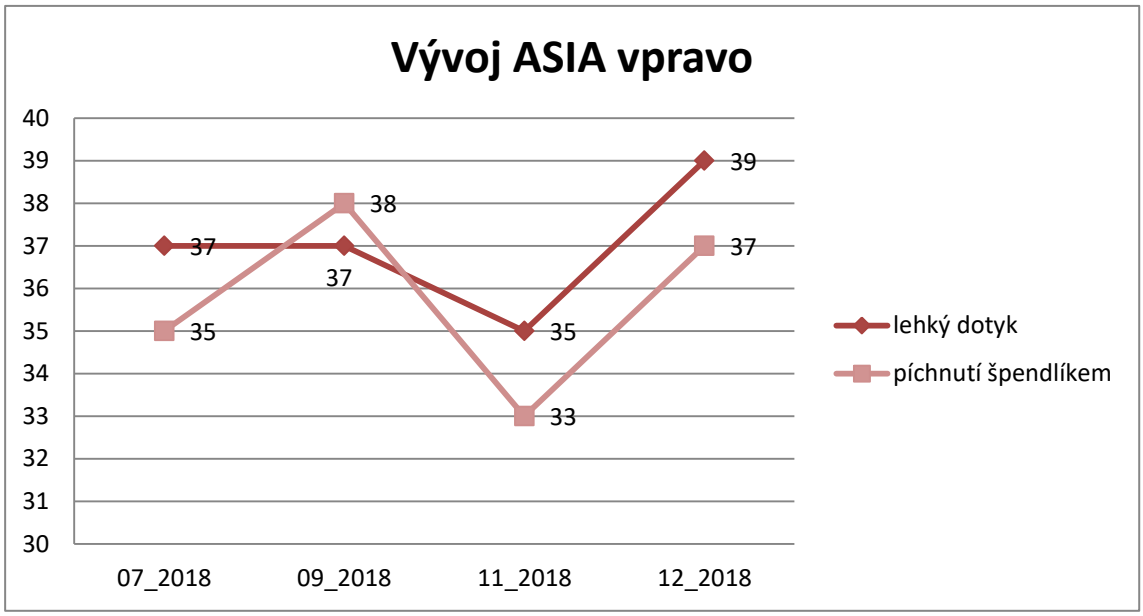
10.1.6 Alergická anamnéza

U probanda je zaznamenána pouze alergie na antibiotika penicilinové řady. O dalších alergenech proband neví.

10.2 Výsledky ASIA vyšetření

Tato podkapitola obsahuje grafy citlivosti pravé a levé strany těla obsahující měření lehkého dotyku a píchnutí špendlíkem a jejich následné porovnání. Dále jsou zde grafy, které zaznamenávají senzitivní subskóre lehkého dotyku a píchnutí špendlíkem a motorické subskóre HK a DK.

Graf č. 1: Srovnání vývoje citlivosti na pravé straně ve sledovaném období

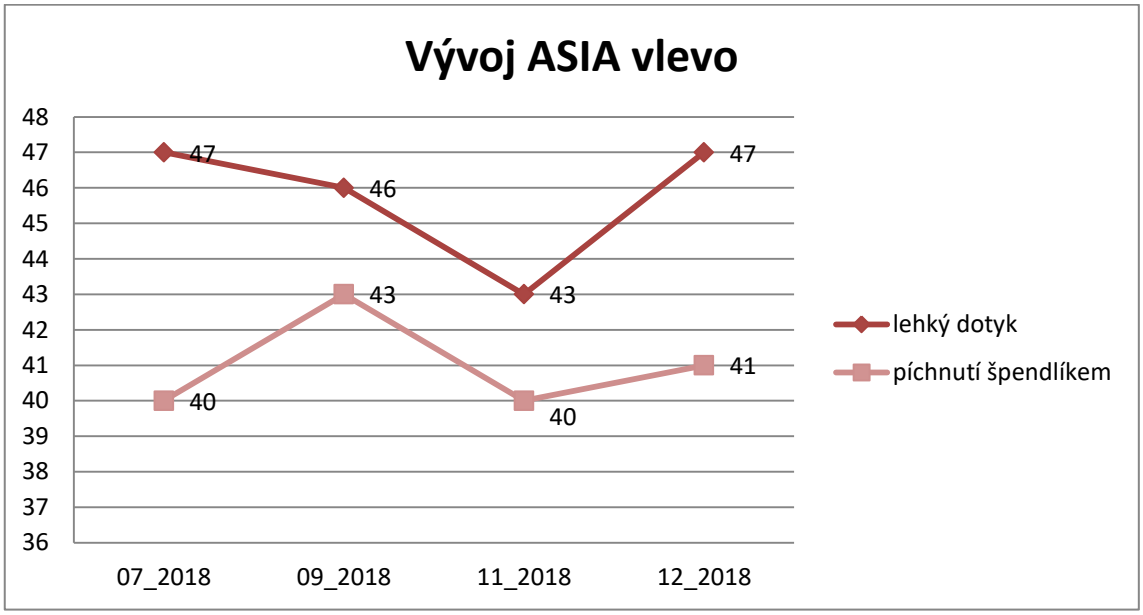


Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 56 bodů)

Ve spojnicovém grafu č. 1 jsou zaznamenány celkové hodnoty citlivosti (jak lehký dotyk, tak píchnutí špendlíkem) na pravé straně těla ve 4 měřeních. Proband mohl dosáhnout maximálního počtu bodů 56 za lehký dotyk a 56 bodů za píchnutí špendlíkem. Vstupní měření citlivosti – lehký dotyk ukázalo 37 bodů a při výstupním hodnocení dosáhl proband 39 bodů – lze tak zaznamenat mírné zlepšení. Proband zlepšil za celé sledované období pouze o 2 body, při třetím měření došlo k poklesu na 35 bodů. Důležité je brát v patrnost také probandovo aktuální emoční a zdravotní rozpoložení před provedeným vyšetřením. Dále je v grafu znázorněna křivka citlivosti – píchnutí špendlíkem. Vstupní hodnota byla 35 bodů a výstupní 37 bodů. Dvě

vyšetření mezi vstupním a výstupním vyšetřením kolísají. I zde, jako u předchozího příkladu, musíme zohlednit probandův aktuální stav.

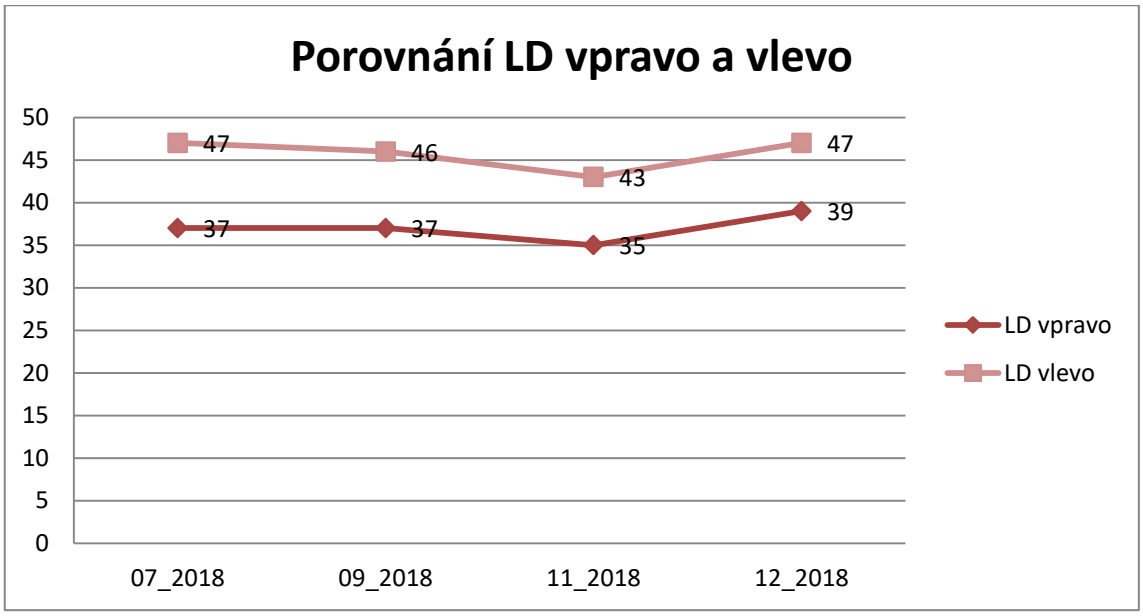
Graf č. 2: Srovnání vývoje citlivosti na levé straně ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 56 bodů)

Ve spojnicovém grafu č. 2 jsou zaznamenány celkové hodnoty citlivosti (jak lehký dotyk, tak píchnutí špendlíkem) na levé straně těla ve 4 měřeních. Proband mohl dosáhnout maximálního počtu bodů 56 za lehký dotyk a 56 bodů za píchnutí špendlíkem. Vstupní měření citlivosti – lehký dotyk ukázalo 47 bodů a při výstupním hodnocení dosáhl proband opět 47 bodů. Zde jsou vstupní a výstupní hodnoty totožné, a proto nehovoříme o žádném pozitivním ani negativním posunu. Dále spojnicový graf znázorňuje křivku citlivosti – píchnutí špendlíkem. Vstupní hodnota byla 40 bodů a výstupní 41 bodů, dvě vyšetření mezi vstupním a výstupním vyšetřením opět kolísají. Celkové navýšení citlivosti (píchnutí špendlíkem) na levé straně je tedy o 1 bod – opět je nutné brát v potaz probandovo rozpoložení.

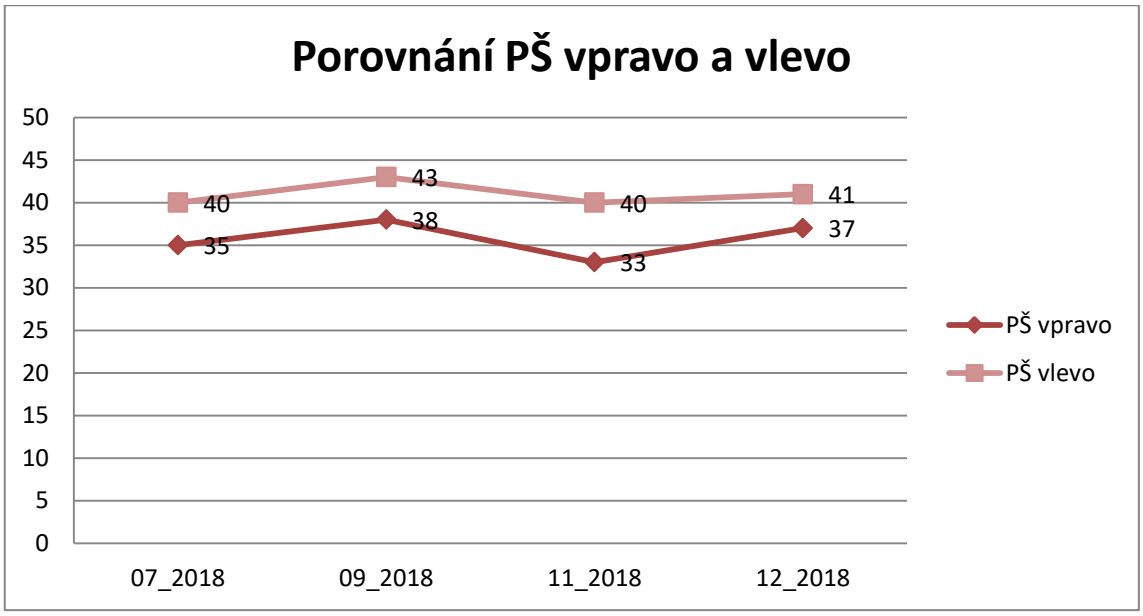
Graf č. 3: Srovnání výsledků citlivosti – lehkého dotyku na pravé a levé straně těla ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa Y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 56 bodů)

Ve spojnicovém grafu č. 3 jsou porovnané hodnoty citlivosti lehkého dotyku na pravé a levé straně těla za celé sledované období. Nárůst celkového součtu bodů je viditelný pouze na pravé straně těla. Na levé polovině těla nedošlo k žádnému zlepšení, výsledné hodnoty jsou totožné a zůstávají na úrovni 47 bodů. Proband před výzkumem uvedl, že má levou polovinu těla citlivější než pravou.

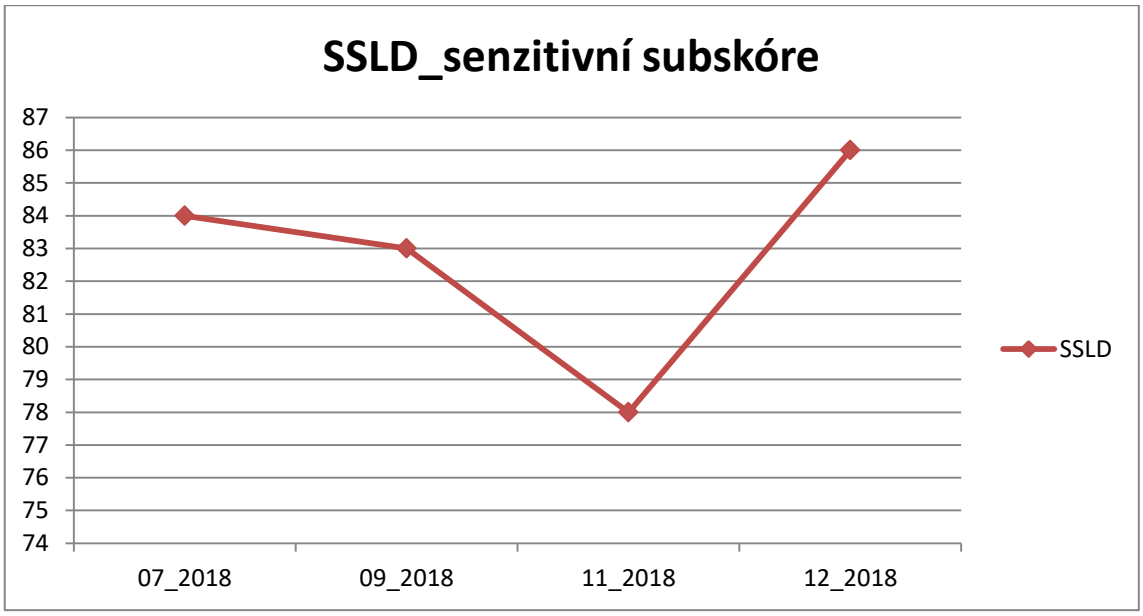
Graf č. 4: Srovnání výsledků citlivosti – píchnutí špendlíkem na pravé a levé straně těla ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 56 bodů)

Ve spojnicovém grafu č. 4 jsou porovnané hodnoty citlivosti píchnutí špendlíkem na pravé a levé straně těla za celé sledované období. Jak u pravé, tak u levé strany těla dochází k mírnému nárůstu hodnot. Levá polovina těla vykazuje vyšší hodnoty než pravá (stejně tak jak v grafu č. 3). K navýšení hodnoty došlo na pravé straně těla.

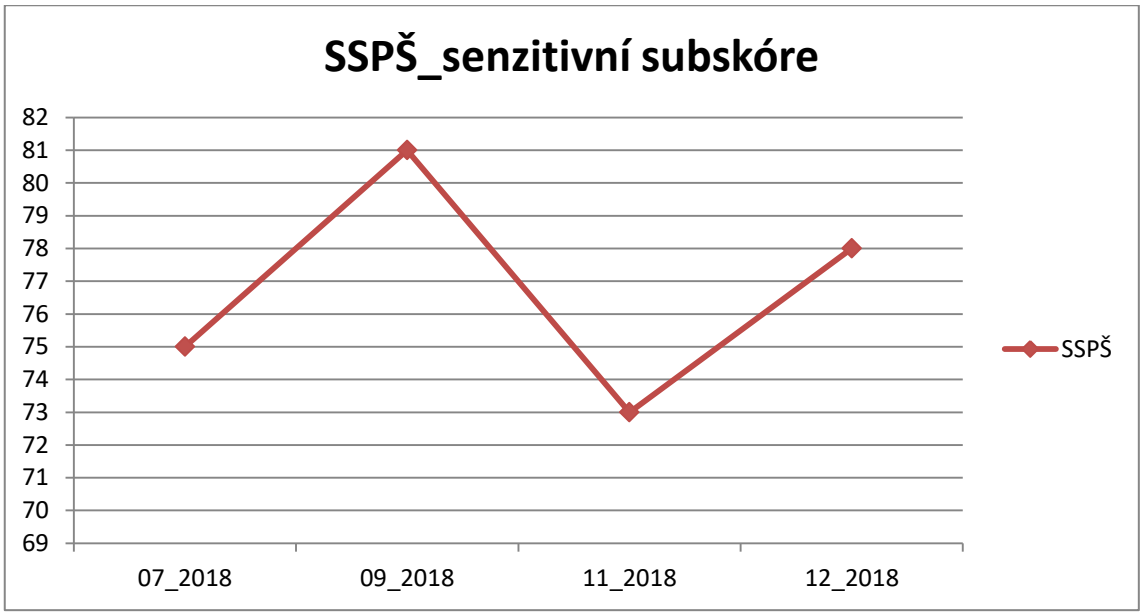
Graf č. 5: Senzitivní subskóre lehkého dotyku pravé a levé strany těla ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 112 bodů); SSLD = senzitivní subskóre lehkého dotyku

Ve spojnicovém grafu č. 5 je zaznamenáno senzitivní subskóre lehkého dotyku (SSLD) ve sledovaném období. SSLD je součtem bodů citlivosti lehkého dotyku na pravé a levé straně těla (max. počet bodů 112). Probandovo senzitivní subskóre lehkého dotyku bylo při výstupním vyšetření o 2 body vyšší než při vstupním. Navýšení je zanedbatelné a při mezivyšetřeních došlo k výkyvům. Celkové výsledky mohly tak být ovlivněny probandovým momentálním rozpoložením.

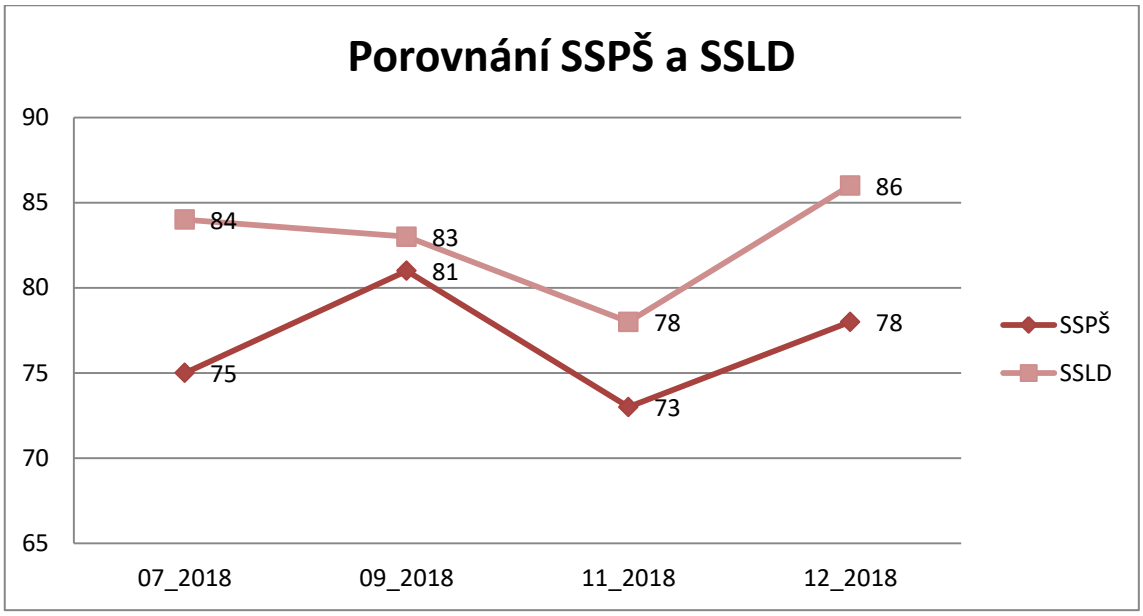
Graf č. 6: Senzitivní subskóre píchnutí špendlíkem pravé a levé strany těla ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 112 bodů); SSPŠ = senzitivní subskóre píchnutí špendlíkem

Ve spojnicovém grafu č. 6 je zaznamenáno senzitivní subskóre píchnutí špendlíkem (SSPŠ) ve sledovaném období. SSPŠ je součtem bodů citlivosti píchnutí špendlíkem na pravé a levé straně těla (max. počet bodů 112). Při vstupním vyšetření dosáhl proband 75 bodů senzitivního subskóre píchnutí špendlíkem a při výstupním vyšetření byla hodnota o 3 body vyšší – 78 bodů. Došlo tedy k mírnému navýšení SSPŠ. Hodnoty všech čtyř mezivyšetření jsou rozdílné. Opět je nutno zohlednit aktuální stav probanda před vyšetřením.

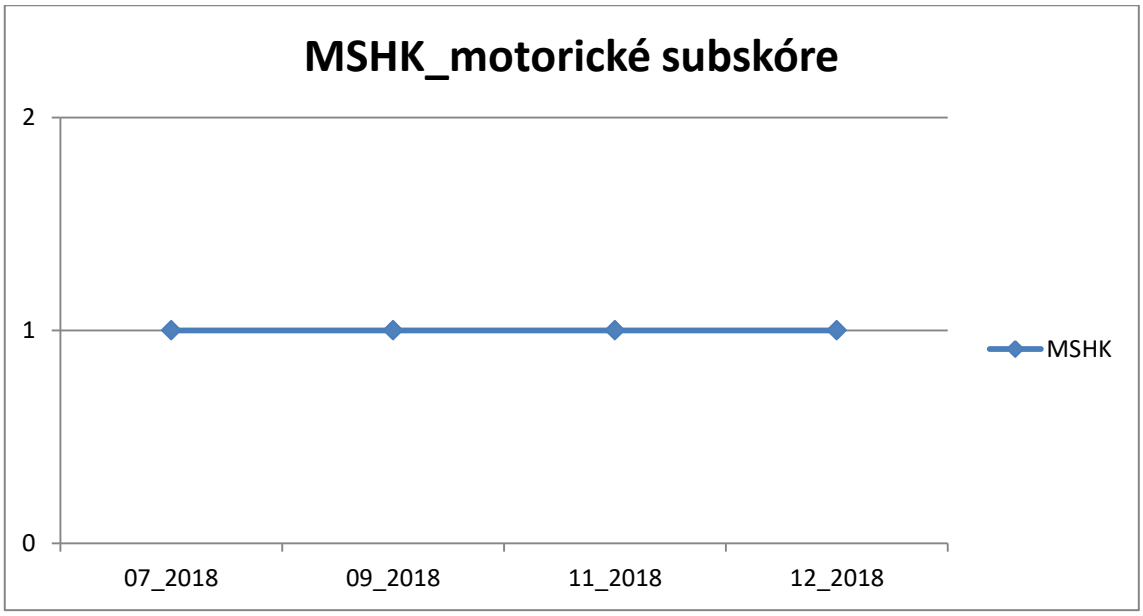
Graf č. 7: Porovnání senzitivního subskóre píchnutí špendlíkem a senzitivního subskóre lehkého dotyku ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 112 bodů); SSLD = senzitivní subskóre lehkého dotyku; SSPŠ = senzitivní subskóre píchnutí špendlíkem

Ve spojnicovém grafu č. 7 jsou porovnány hodnoty SSPŠ a SSLD ve sledovaném období. Při každém měření dosáhl proband vyššího počtu bodů v SSLD než v SSPŠ. V porovnání vstupního a výstupního vyšetření došlo k většímu nárůstu u SSPŠ.

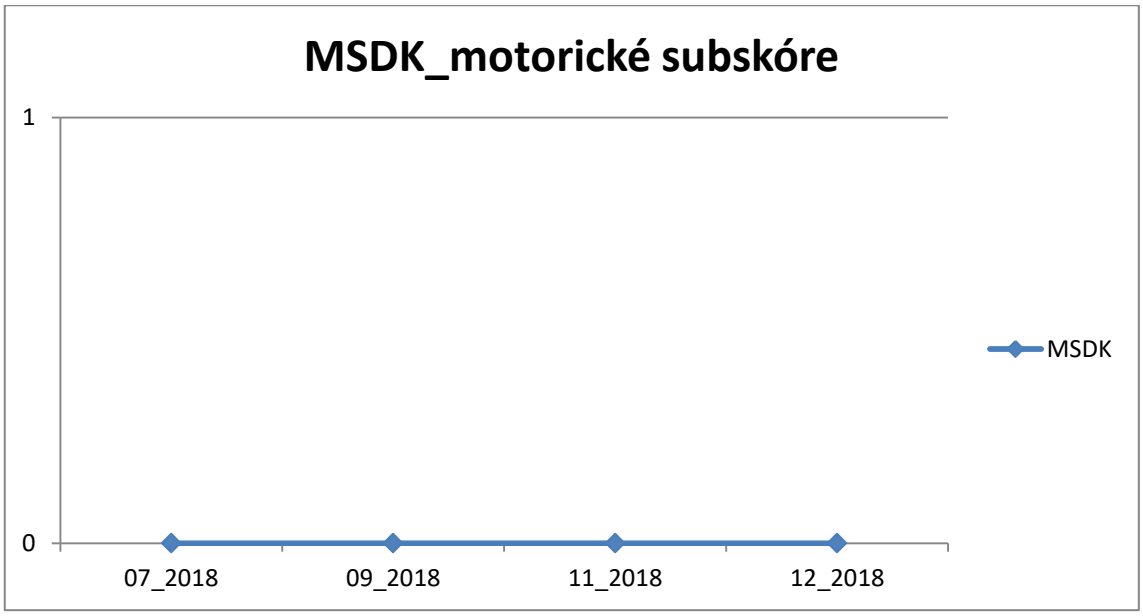
Graf č. 8: Motorické subskóre horních končetin pravé a levé strany těla ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 50 bodů); MSDK= motorické subskóre horních končetin

Ve spojnicovém grafu č. 8 je zaznamenána křivka motorického subskóre horních končetin (MSDK). MSDK je součtem bodů motoriky klíčových svalů na pravé a levé horní končetině. Probandova motorika horních končetin se za celou dobu výzkumu nezměnila a zůstala na konstantní hodnotě 1.

Graf č. 9: Motorické subskóre dolních končetin pravé a levé strany těla ve sledovaném období



Pozn.: osa x – období (měsíc_rok), kdy bylo provedeno vyšetření ASIA; osa y – bodová škála vyšetření ASIA (maximum 50 bodů); MSDK = motorické subskóre dolních končetin

Ve spojnicovém grafu č. 9 je zaznamenána křivka motorického subskóre dolních končetin (MSDK). MSDK je součtem bodů motoriky klíčových svalů na pravé a levé dolní končetině. Probandova motorika dolních končetin dosahovala na počátku i na konci výzkumu hodnotu nula. Nedošlo k žádnému posunu.

10.3 Výsledky z probandova deníku

V této podkapitole jsou zpracována data, jež proband zapisoval do deníku po každém zhlédnutí terapeutického videa.

Graf č. 10: Závislost síly vjemu po zhlédnutí terapeutického videa na čase

Viz Příloha č. 6: Spojnicové grafy č. 10 a č. 15

Graf č. 11: Měření síly vjemů pomocí bodové škály v dopoledních hodinách

Pozn.: osa y – bodová škála subjektivního vnímání síly vjemů (max. 10 bodů)

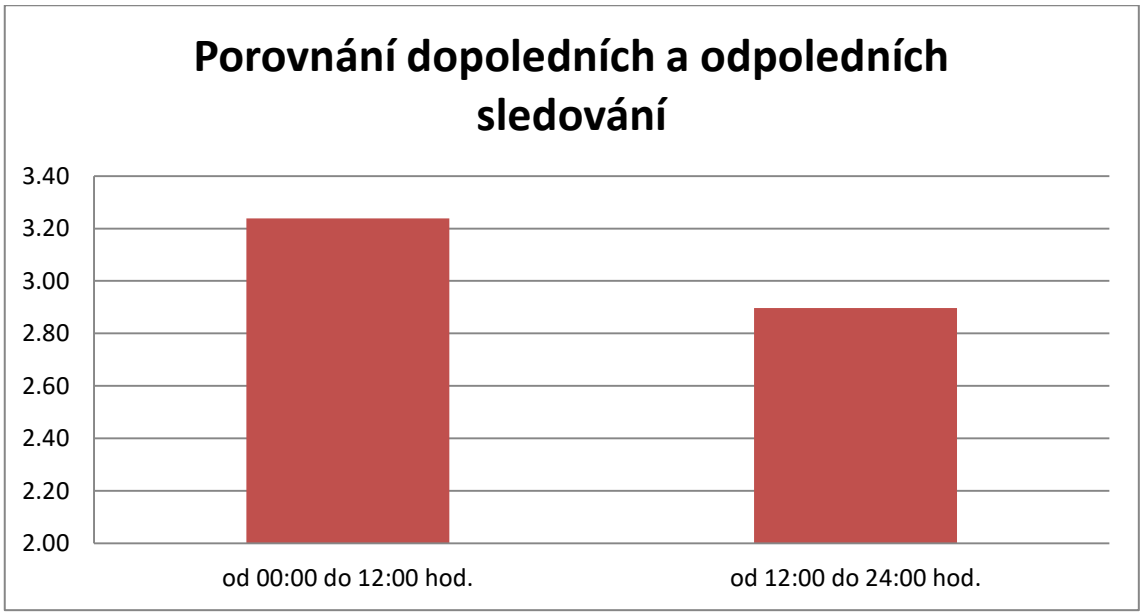
Ve spojnicovém grafu č. 11 jsou znázorněna a pomocí bodové škály síly vjemu i obodována všechna zhlédnutí terapeutických videí v dopoledních hodinách (tedy od 00:00 hod. do 12:00 hod.). Z celkových 21 zhlédnutých videích v dopoledních hodinách neměl proband 7krát žádný subjektivní vjem.

Graf č. 12: Měření síly vjemů pomocí bodové škály v odpoledních hodinách

Pozn.: osa y – bodová škála subjektivního vnímání síly vjemů (max. 10 bodů)

Ve spojnicovém grafu č. 12 jsou zaznamenána a pomocí bodové škály síly vjemu i obodována všechna zhlédnutí terapeutických videí v odpoledních hodinách (tedy od 12:00 hod. do 24:00 hod.). Z celkových 29 zhlédnutých videích v odpoledních hodinách neměl proband 13krát žádný subjektivní vjem. V porovnání s grafem č. 11 je zde zastoupení nulových subjektivních vjemů vyšší – 6 měření.

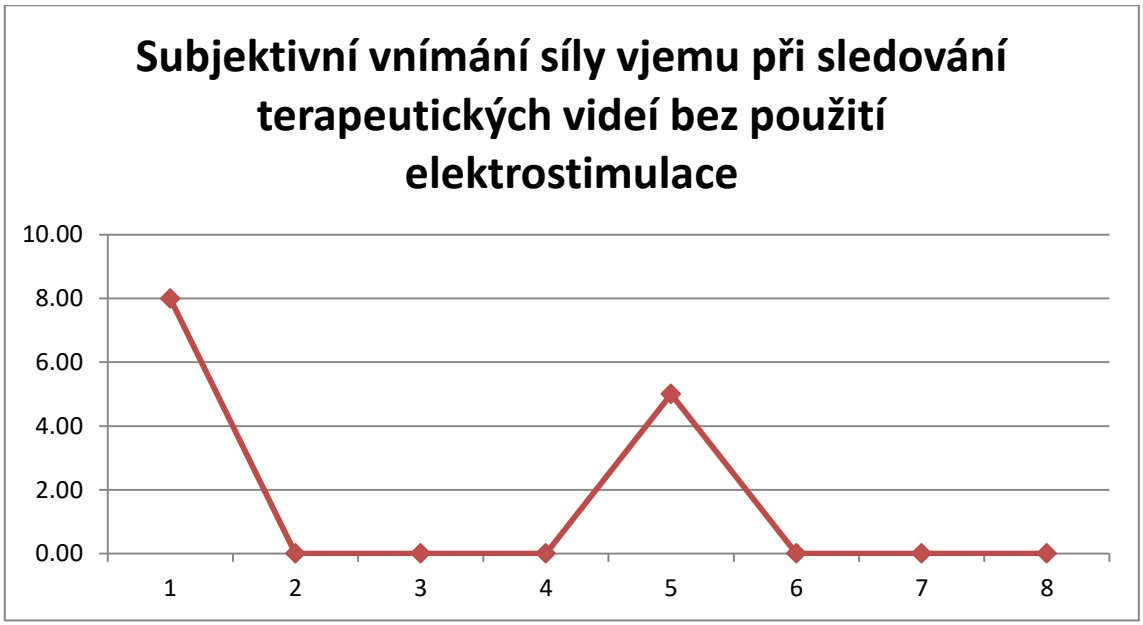
Graf č. 13: Srovnání zprůměrovaných hodnot dopoledních a odpoledních sledování terapeutických videí



Pozn.: osa y – bodová škála subjektivního vnímání síly vjemů (max. 10 bodů)

Ve sloupcovém grafu č. 13 jsou porovnány zprůměrované hodnoty dopoledního a odpoledního měření. Z grafu je patrné, že silnější subjektivní vjemy proband pociťoval po zhlédnutí terapeutického videa v dopoledních hodinách. Zprůměrované hodnoty síly vjemu zhlédnutých videí v dopoledních hodinách dosahovaly hodnot 3,24, v odpoledních hodinách pak 2,90.

Graf č. 14: Závislost sledování terapeutických videí bez použití elektrostimulace na subjektivní síle vjemu



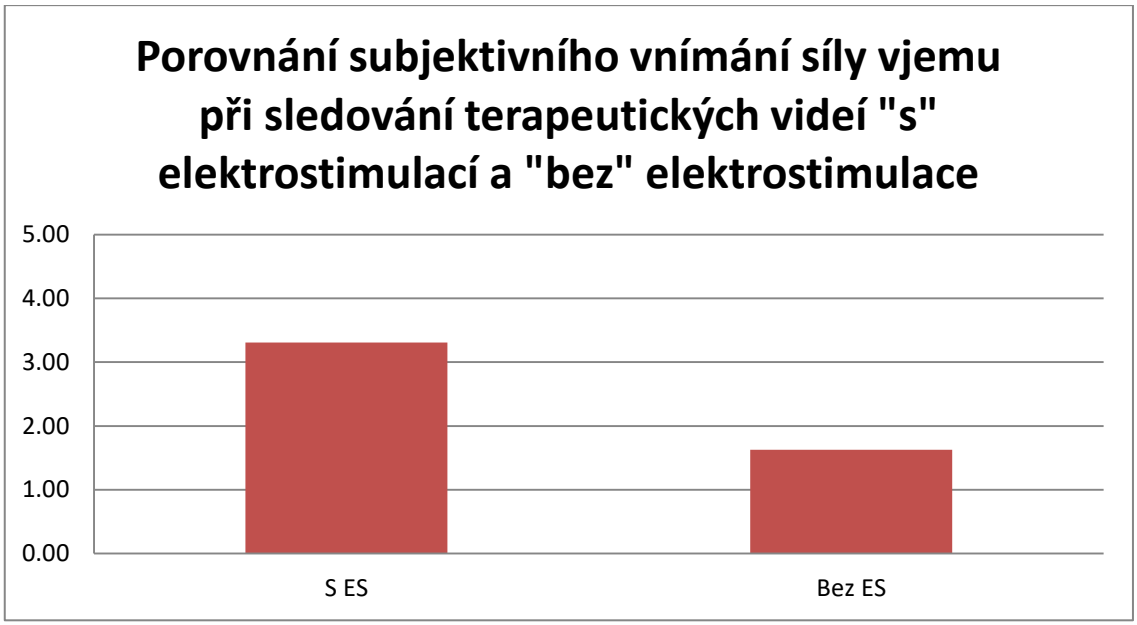
Pozn.: osa x – jednotlivá zhlédnutí terapeutických videí; osa y – bodová škála subjektivního vnímání síly vjemů (max. 10 bodů)

Spojnicový graf č. 14 zaznamenává jednotlivá zhlédnutí terapeutických videí bez použití ES a jejich následné obodování podle síly vjemu, jejž proband po zhlédnutí pociťoval. Z grafu vyplývá, že při 6 zhlédnutích z celkových 8 neměl proband žádné subjektivní vjemy. Je však potřeba zohlednit nízký podíl zhlédnutí terapeutických videí bez ES vzhledem k celkovému počtu zhlédnutí.

Graf č. 15: Závislost sledování terapeutických videí s použitím elektrostimulace na subjektivní síle vjemu

Viz Příloha č. 6: Spojnicové grafy č. 10 a č. 15

Graf č. 16: Srovnání zprůměrovaných hodnot sledování terapeutických videí „s“ elektrostimulací a „bez“ elektrostimulace



Pozn.: osa x – ES = elektrostimulace; osa y – bodová škála subjektivního vnímání síly vjemů (max. 10 bodů)

Sloupcový graf č. 16 porovnává zprůměrované hodnoty dvou předešlých grafů – tedy sílu vjemu, kterou proband pociťoval po každém zhlédnutí terapeutického videa jak s ES, tak bez ES. V průběhu výzkumu byl probandovi účelně zadán počet zhlédnutí videí (celkem 8krát), která byla sledována bez ES. Tyto údaje měly pak dále sloužit k porovnání zhlédnutých videí s ES. Cílem bylo dojít k zjištění, zda ES ovlivňuje probandovy subjektivní pocity po a v průběhu sledování terapeutických videí. Výsledek potvrdil pozitivní vliv ES. Zprůměrované body subjetivní síly vjemu po zhlédnutí videí s ES dosahovaly hodnoty 3,31. Zprůměrované hodnoty obodovaných videí bez ES dosahovaly hodnoty 1,63. I zde je důležité zohlednit poměr relativně malého vzorku zhlédnutých videí bez ES k počtu zhlédnutých videí s ES.

Graf č. 17: Subjektivní vnímání probanda

Pozn.: osa x – druh subjektivního vnímání (popsaná tabulka viz níže); osy y – označuje počet v dané kategorii

Ve sloupcovém grafu č. 17 jsou zaznamenány jednotlivé probandovy subjektivní pocity a jejich počet v dané kategorii. Dané pocity jsou obecně definovány v tabulce č. 2. Po sobě nezávisle jdoucích 30 zhlédnutích terapeutických videí zaznamenal proband „nějaký“ subjektivní vjem pohybující se na škále od 2 do 8 bodů. Z celkového počtu zhlédnutých videí neměl proband „žádný“ subjektivní vjem celkem 20krát. Proband zaznamenal subjektivní pocity u nadpolovičního počtu zhlédnutých videí.

Tabulka č. 2: Hodnoty subjektivního pocitu probanda (vztaženo ke grafu č. 17)

a – 0	žádný subjektivní pocit
b – 1	brnění jednotlivých částí těla slabé intenzity a krátkého časového intervalu (do 30 min)
c – 2	brnění jednotlivých částí těla silnější intenzity a dlouhého časového intervalu (nad 30 min)
d – 3	slabé brnění plošně velkých částí těla (záda, břicho), krátkého časového intervalu (do 30 min)
e – 4	silné brnění plošně velkých částí těla (záda, břicho), dlouhého časového intervalu (nad 30 min)
f – 5	brnění/bolest/únava jednotlivých částí těla krátkého časového intervalu (do 30 min)
g – 6	brnění/bolest/únava jednotlivých částí těla středního časového intervalu (od 30 do 90 min)
h – 7	brnění/bolest/únava jednotlivých částí těla dlouhého časového intervalu (od 90 min, popř. přetrvávající do dalšího dne)
i – 8	brnění/bolest/únava 50 % a více plochy těla
j – 9	brnění/bolest/únava 80 % a více plochy těla
k – 10	vjem odpovídající čití před úrazem

Pozn.: první sloupec – písmeno označuje jednotlivý subjektivní pocit, číslo označuje sílu vjemu podle bodové škály; druhý sloupec – popis jednotlivých subjektivních pocitů

11 DISKUZE

Výzkumu se zúčastnil jeden 25letý proband s inkompletní míšní lézí, který splňoval vstupní kritéria pro účast ve výzkumu. Intervence trvala 5 měsíců. Celkem zhlédl terapeutická videa natočená z pohledu první osoby 50krát (z toho 42krát s elektrostimulací). Hlavním cílem této práce bylo zjistit, zda mají terapeutická videa vliv na probandův zdravotní stav po stránce neurologické a zda VR způsobuje i jiné než objektivně měřitelné projevy.

První zastřešující výzkumná otázka zněla: „Mají terapeutická videa, vizualizovaná skrze brýle na virtuální realitu v kombinaci s elektrostimulací v oblasti bederní páteře, vliv na neurologický stav probanda s inkompletní míšní lézí?“ Dle výsledků vyšetření ASIA Impairment Scale neměla terapeutická videa žádný vliv na probandovu motoriku. Probandova senzitivita dle vyšetření ASIA Impairment Scale se mírně zlepšila. U SSLD (senzitivní subskóre lehkého dotyku) se ze vstupní hodnoty 84 dostal proband na 86 bodů. U SSPŠ (senzitivní subskóre píchnutí špendlíkem) bylo navýšení obdobné – ze 75 na 78 bodů. Jelikož je bodový nárůst relativně minimální a při dvou mezivyšetřeních data kolísala, dá se konstatovat, že nedošlo ke změně probandovy citlivosti.

První dílčí výzkumná otázka zněla: „Změnila se motorika v oblasti HK a DK?“ Probandovo motorické subskóre HK bylo na začátku výzkumu 1. Po ukončení výzkumu zůstalo subskóre na stejné hodnotě. Stejně jako MSHK se nezměnilo ani motorické subkóre DK, které bylo před výzkumem i po něm nulové.

Druhá dílčí výzkumná otázka zněla: „Má sledování terapeutických videí v kombinaci s elektrostimulací vliv na subjektivní vnímání probanda?“ Z výsledků měření vyplývá, že terapeutická videa v kombinaci s elektrostimulací mají vliv na subjektivní vnímání probanda. Z celkových 42 zhlédnutí s ES měl proband po 28 zhlédnutích subjektivní vjemy pohybující se v rozmezí bodové škály od 2 do 8 bodů. Jelikož proband po zhlédnutí terapeutického videa popisoval pocity, které za normálních okolností nezaznamenával, lze tento bod považovat za podstatný a vhodný pro další budoucí zkoumání.

Třetí dílčí výzkumná otázka zněla: „Existuje souvislost subjektivního vnímání síly vjemu probanda se sledováním terapeutického videa v konkrétním čase?“ Probandův

deník a z něho zpracovaná data ukazují na souvislost mezi časem sledování terapeutického videa a následným subjektivním vjemem probanda. Po zhlédnutí terapeutického videa v dopoledních hodinách vnímal proband častěji subjektivní vjemy než po zhlédnutí videa v odpoledních hodinách. Je nutné zohlednit fakt, že odpoledních sledování bylo početně více než dopoledních (o 8 sledování). Výsledky tak nemusejí být jednoznačné.

Čtvrtá dílčí výzkumná otázka zněla: „Ovlivňují terapeutická videa v kombinaci s elektrostimulací probandovo subjektivní vnímání síly vjemu více než terapeutická videa bez elektrostimulace?“ Výsledky výzkumu ukazují, že doprovodná elektrostimulace silně ovlivňuje probandovy subjektivní vjemy po zhlédnutí terapeutického videa. Terapeutická videa bez doprovodu ES měla vliv na probandovo subjektivní vnímání pouze ve dvou případech. Opět, jako u předchozí výzkumné otázky, i zde je třeba zohlednit fakt malého vzorku testování. Rozdíl zhlédnutí terapeutických videí s ES vzhledem k počtu zhlédnutí terapeutických videí bez ES je 42 : 8.

Výzkumné studie kombinující elektrostimulaci míchy u jedinců s inkompletní míšní lézí a virtuální realitu nejsou dostupné. Avšak vznikají či vznikly studie zaměřující se na elektrostimulace (různého druhu) v oblasti zdravotnictví. Bakalářská práce Kláry Dvořákové „Možnosti elektrostimulace paretických svalů u pacientů s míšní lézí“ potvrdila pozitivní vliv ES v oblasti rehabilitace pohybu. Dále ES působila jako prevence vzniku respiračních obtíží, dekubitů a osteoporózy (Dvořáková, 2011). Z diplomové práce Zuzany Pilsové „Funkční elektrická stimulace paretické horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě“ zase vyplývá, že díky funkční elektrické stimulaci se podařilo u osob po CMP dosáhnout zvětšení rozsahu pohybu dorsální flexe zápěstí (Pilsová, 2017).

V tomto výzkumu byl testován pouze jeden proband, proto výsledky nelze vztáhnout na celou populaci osob s inkompletní míšní lézí. Výsledná data však mohou sloužit jako orientační a mohou být podkladem pro další výzkumy a studie.

Faktorů, které mohly výzkum zkreslit či ovlivnit, je mnoho. Jedním z nich je například aktuální zdravotní a psychický stav probanda. Momentální rozpoložení, nevyspalost, drobné zdravotní komplikace a další faktory mohou snížit pozornost sledujícího a ovlivnit tak účinek VR v kombinaci s ES. Probandova vnímavost mohla

také ochabovat z důvodu opakovaného sledování stále stejného děje v poměrně malém vzorku videí. Dalším důležitým faktorem může být stáří elektrostimulačních elektrod – starší elektrody mohou hůře přilnout k povrchu pokožky a elektrostimulace neplní stoprocentně svou funkci.

Dále mohly být výsledky ovlivněny zpracováváním dat, při němž byly subjektivní pocity probanda zařazeny do zobecněných kategorií. To mohlo skutečnost zkreslit. Při následujících výzkumech by bylo vhodné vypracovat specifičtější tabulku, která by obsahovala podrobnější popsání možných subjektivních pocitů probanda a bodové škály.

Podstatným a nezanedbatelným bodem je skutečnost, že mezi sledovanými terapeutickými videy byly dlouhé časové rozestupy – videa nebyla sledována každý den. Lze tedy uvažovat o možném zlepšení probandova neurologického stavu při pravidelnějším používání VR v kombinaci s elektrostimulací míchy.

V neposlední řadě je třeba zmínit fakt, že proband prodělal úraz již před deseti lety a poškození míchy je lokalizováno v nejvyšších segmentech páteře. Po takto dlouhé době po úraze mohou být probandovy původní pohybové vzorce, jež měl jako intaktní osoba, „zapomenuty“, tedy pro tělo již neznámé. Proband je navyklý na nové pohybové vzorce, a proto sledování pohybu ve virtuálních brýlích nemusí aktivovat potřebné množství zrcadlových neuronů. Tímto problémem se zabývala také výzkumná studie Mgr. Aloise Poláka „Vizuální neurorehabilitace u pacientů s inkompletní míšní lézí“, v níž autor poukazuje na možný vztah doby, jež uplynula od úrazu, a klinického stavu probandů (tedy čím kratší doba od úrazu, tím větší pravděpodobnost pozitivní změny klinického stavu) (Polák, 2017).

Všechny výše uvedené faktory jsou těžko měřitelné či prokazatelné. Je však nutné je zohlednit pro případné budoucí výzkumy a studie tohoto typu.

V návaznosti na výsledky diplomové práce Mgr. Aloise Poláka vznikla studie „První zkušenosti s virtuální realitou v terapii míšních lézí“, v níž se autoři zaměřili opět na problematiku virtuální reality a jejího využití u osob s inkompletní míšní lézí. Výzkumu se zúčastnilo deset probandů, kteří byli rozděleni do dvou skupin (kontrolní a výzkumné). Obě skupiny absolvovaly rehabilitační program v Rehabilitačním ústavu Kladruby, přičemž výzkumné skupině byla navíc pouštěna terapeutická videa ve formě

virtuální reality, která měla za cíl aktivovat zrcadlové neurony. Po měsíčním výzkumu vykázala sledovaná výzkumná skupina pacientů trojnásobně vyšší svalovou sílu než skupina kontrolní. Sledovaným parametrem byla pouze svalová síla pěti párů klíčových svalů dolních končetin a jako hodnotící nástroj bylo využito vyšetření ASIA Impairment Scale (Polák et al., 2017).

Aktivitu zrcadlových neuronů zkoumala také studie „Vliv aktivního pohybu a pasivního sledování stejného pohybu na elektrickou mozkovou aktivitu“. Studie nebyla zaměřena na osoby s postižením, ale naopak na osoby intaktní. Celkem se výzkumu zúčastnilo 12 studentů vysoké školy. Při výzkumu u nich byla měřena elektrická mozková aktivita pomocí přístroje EEG (elektroencefalografie) při třech dílčích částech experimentu. Měřila se elektrická mozková aktivita při aktivním provedení pohybu jedincem, při pasivním sledování pohybu, který prováděl terapeut a při pasivním sledování 2D videa, při němž studenti zároveň sledovali terapeuta provádějícího pohyb. Výsledná data ukázala, že mozková aktivita při sledování pohybu terapeuta je velice podobná aktivitě, kterou mozek vykazuje v případě, že totožný pohyb provádí sám jedinec. Opět je zde potvrzena existence a aktivita zrcadlových neuronů. Studie také ukázala rozdíl v mozkové aktivitě při sledování pohybu prováděného terapeutem a při sledování totožného pohybu ve 2D videu. Při sledování 2D videa nedošlo k zapojení dostatečného množství zrcadlových neuronů, jak autoři článku původně předpokládali (Pánek et al., 2018).

Výše uvedené výzkumy se zaměřují na funkci zrcadlových neuronů a jejich důležitou roli nejen v oblasti tvorby pohybu. Otázkou však zůstává, jak zrcadlové neurony co nejefektivněji aktivovat (tedy jaké metody pro jejich aktivaci zvolit). Jakékoli další výzkumy zabývající se touto tématikou budou proto jednoznačně přínosné.

12 ZÁVĚR

Cílem této práce a pětiměsíčního výzkumu bylo zjistiti, jak působí VR v kombinaci s elektrostimulací na jedince s inkompletní míšní lézí (oblast C4). V souvislosti s výzkumem u probanda nedošlo k žádným motorickým změnám. Probandovo čití se však podle vyšetření ASIA Impairment Scale mírně zlepšilo. Při případném opakování obdobného výzkumu by bylo vhodné zvýšit časovou dotaci prováděného výzkumu na délku jednoho roku. Rovněž by bylo vhodné provést více ASIA Impairment Scale vyšetření, která by zaznamenala neurologické změny testovaného. V tomto výzkumu proběhla 4 takováto vyšetření. Výsledné hodnoty jednotlivých vyšetření vykazovaly kolísavý charakter. Výsledek udávající zlepšení senzitivity proto nemůže být považován za jednoznačný a nezpochybnitelný.

Klíčovým výsledkem výzkumu pak byly probandem popisované často intenzivní subjektivní vjemy. Proband pociťoval vjemy typu: brnění, záškuby, „namožení“, únavu či mírnou bolest různých částí těla v odlišně dlouhém časovém intervalu. Nejčastěji však dominovaly subjektivní vjemy vztahující se k dolním končetinám a k hýždím.

Výsledky ukázaly, že terapeutická videa v kombinaci s elektrostimulací měla značný vliv na probandovo subjektivní vnímání (více než sledování terapeutických videí bez elektrostimulace). Zde je však nutné zohlednit malý vzorek zhlédnutých videí bez ES. Byla také zjištěna souvislost mezi konkrétním časem a sledováním terapeutických videí. Dopoledne (00:00–12:00 hod.) byly u probanda zaznamenány intenzivnější subjektivní vjemy než odpoledne (12:00–24:00 hod.).

Každý rok v České republice přibývá mnoho osob, které v důsledku úrazu ochrnou. Mezi nimi jsou především mladí nerozvážní jedinci, ale i osoby v pokročilejším věku. I přes to, že v oblasti medicíny bylo dosaženo značného pokroku, dodnes neexistuje způsob, jak navrátit osobám s poškozením míchy jejich život před úrazem. Virtuální realita a její vliv na zdraví člověka je sice dosud téměř neprozkoumanou oblastí, ale v budoucnu by mohla být jednou z možností, jak alespoň minimálně zlepšit kvalitu života osob s ML.

Seznam literatury

1) ABRAHAMS, P. H.; DRUGA, R. *Lidské tělo. Atlas anatomie člověka.* České vyd. 1. Praha: Cesty, 2003. ISBN 80-7181-955-7.
2) AMBLER, Z. *Základy neurologie*. [učebnice pro lékařské fakulty]. 7. vyd. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
3) AMBLER, Z.; BEDNAŘÍK, J.; RŮŽIČKA, E. *Klinická neurologie.* Vyd. 2. Praha: Triton, 2008-. ISBN 978-80-7387-157-4.
4) BAUER, J.; MICHŇOVÁ, I. *Proč cítím to, co ty. Intuitivní komunikace a tajemství zrcadlových neuronů.* První vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5737-7.
5) BYDŽOVSKÝ, J. *Akutní stavy v kontextu.* Vyd. 1. Praha: Triton, 2008. ISBN 978-80-7254-815-6.
6) *Co je TENS?* [online]. 2018 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: https://www.painguru.cz/gurupedia/co-je-tens/
7) ČIHÁK, R.; GRIM, M.; DRUGA, R.; MED, M.; HELEKAL, I. *Anatomie. 2.*, upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2001-2004. ISBN 80-7169-970-5.
8) ČIHÁK, R.; HELEKAL, I. *Anatomie 3.* 1. vyd. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-140-2.
9) DUŠKOVÁ, T. *Fyzioterapeutické postupy u paraplegiků po míšní lézi.* Praha, 2010. 77 s. Bakalářská práce na UK 3. lékařská fakulta. Vedoucí bakalářské práce Jan Vacek.
10) DVOŘÁKOVÁ, K. *Možnosti elektrostimulace paretických svalů u pacientů s míšní lézí.* Praha, 2011. 76 s. Bakalářská práce na UK 2. lékařská fakulta. Vedoucí bakalářské práce Bronislav Schreier.
11) DYLEVSKÝ, I. *Základy anatomie.* Vyd. 1. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-886-7.
12) FALTÝNKOVÁ, Z. *Paraplegie, tetraplegie.* Praha: Svaz paraplegiků, 1995. ISBN 80-239-1455-3.
13) FALTÝNKOVÁ, Z. *Desatero moudrého vozíčkáře. Průvodce pro klienty s poškozením míchy.* Praha: Česká asociace paraplegiků - CZEPA, 2012a. ISBN 978-80-260-5097-1.

14) FALTÝNKOVÁ, Z. *Jak na to doma.* [Praha]: [Česká asociace paraplegiků - CZEPA], 2012b. ISBN 978-80-260-5102-2.
15) FALTÝNKOVÁ, Z. *Vše okolo tetraplegie.* Praha: Česká asociace paraplegiků - CZEPA, 2012c. ISBN 978-80-260-5098-8.
16) FALTÝNKOVÁ, Z., KŘÍŽ, J. *Léčba a rehabilitace pacientů s míšní lézí: Příručka pro praktické lékaře* [online]. 2012 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: https://www.spinalcord.cz/_userfiles/dokumenty/publikace/lecba-a-rehabilitace-pacientu-s-misni-lezi.pdf
17) FALTÝNKOVÁ, Z.; KŘÍŽ, J.; KÁBRTOVÁ, A. *Cesta k nezávislosti po poškození míchy.* Praha: Svaz paraplegiků - Centrum Paraple, 2004. ISBN 80-239-5555-1.
18) FRICOVÁ, J. *Účinný pomocník v léčbě chronické bolesti: Neurostimulační metody.* VESMÍR, spol. s. r. o. [online]. 2018 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2018/05/ucinny-pomocnik-lecbe-chronicke-bolesti-neurostimulacni-metody.html
19) FRICOVÁ, J., ROKYTA, R.. *Neurostimulační metody v léčbě bolesti. Neurologie pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, 2013, 14(5), 244-246 [cit. 2019-03-10]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2013/05/07.pdf
20) FUCHS, P.; MOREAU, G.; GUITTON, P. *Virtual reality. Concepts and technologies*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. ISBN 978-0-203-80295-3.
21) GERASIMENKO, Y.; GORODNICHEV, R.; MOSHONKINA, T.; SAYENKO, D.; GAD, P.; REGGIE EDGERTON, V. (2015). Transcutaneous electrical spinal-cord stimulation in humans. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 58 (4), s. 225–231. ISBN DOI: 10.1016/j.rehab.2015.05.003.
22) GROSS, J. M.; FETTO, J.; SUPNICK, E. Rosen. *Vyšetření pohybového aparátu.* Vyd. 1. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-720-8.
23) HRABÁLEK, L. *Poranění páteře a míchy.* 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2011. ISBN 978-80-244-2842-0.
24) IACOBONI, M. *Mirroring people. The Sience of Empathy and How We Connect with Others.* 1. vyd..New York: Farrar, 2008. ISBN 978-0-374-21017-5.

25) KELNAROVÁ, J. *První pomoc II. Pro studenty zdravotnických oborů.* 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4200-7.
26) KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi.* 1. vyd. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
27) MALKOL. *Urinální kondomy a močová inkontinence u mužů* [online]. 2013 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: https://www.malkol.cz/clanek/urinalni-kondomy-a-mocova-inkontinence-u-muzu-C15.html
28) MIOVSKÝ, M. *Kvalitativní přístup a metody v psychologickém výzkumu.* Vyd. 1. Praha: Grada, 2006. ISBN 8024713624.
29) *Míšní léze* [online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: https://www.paraple.cz/zkusenosti/misni-leze/
30) NOVOTNÝ, I.; HRUŠKA, M. *Biologie člověka.* 3., rozš. a upr. vyd. Praha: Fortuna, 2002. ISBN 80-7168-819-3.
31) PÁNEK, D., T. NOVÁKOVÁ, M. BRUNOVSKÝ, J. KOŠŤÁLOVÁ a D. PAVLŮ. Vliv aktivního pohybu a pasivního sledování stejného pohybu na elektrickou mozkovou aktivitu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2018, 25(4), s. 152-157. ISSN 1211-2658.
32) PETROVICKÝ, P. *Klinická neuroanatomie CNS s aplikovanou neurologií a neurochirurgií.* Vyd. 1. Praha: Triton, 2008. ISBN 978-80-7387-039-3.
33) PILSOVÁ, Z. *Funkční elektrická stimulace paretické horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě.* Praha, 2017. 160 s. Diplomová práce na UK 1. lékařská fakulta. Vedoucí diplomové práce Jaromíra Uhlířová.
34) POLÁK, A. *Vizuální neurorehabilitace u pacientů s inkompletní míšní lézí.* Praha, 2017.104 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce David Pánek.
35) POLÁK, A., D. PÁNEK a D. PAVLŮ. První zkušenosti s virtuální realitou v terapii míšních lézí. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2017, 24(2), s. 116-122. ISSN 1211-2658.
36) RAMACHANDRAN, V. S. *Mozek a jeho tajemství, aneb, Pátrání neurovědců po tom, co nás činí lidmi.* Vyd. 1. Praha: Dybbuk, 2013. ISBN 978-80-7438-080-8.

37) RIZZOLATTI, G.; FABBRI-DESTRO, M. (2010). Mirror neurons: from discovery to autism. *Experimental Brain Research*. 200 (3-4), s. 223–237. ISBN DOI: 10.1007/s00221-009-2002-3.

38) ROKYTA, R. *Elektrická stimulace v léčbě bolesti: Jak zablokovat dráhu, která přivádí bolestivé impulzy, a místa, kam se bolest promítá.* VESMÍR, spol. s. r. o. [online]. 2005, (2) [cit. 2019-03-10]. ISSN 1214-4029. Dostupné z: https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2005/cislo-2/elektricka-stimulace-lecbe-bolesti.html

39) ŠTĚTKÁŘOVÁ, I.; EHLER, E.; JECH, R. *Spasticita a její léčba.* Praha: Maxdorf, 2012. ISBN 978-80-7345-302-2.

40) ŠTULÍK, J. *Poranění krční páteře.* 1. vyd. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-685-4.

41) *Transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS)* [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: http://www.porodnice.cz/encyklopedie/transkutanni-elektricka-nervova-stimulace-tens

42) UTĚŠENÁ, A. *Virtuální realita v terapii chůze.* Olomouc, 2018. 52 s. Bakalářská práce na Univerzitě Palackého v Olomouci. Vedoucí bakalářské práce Lucie Navrátilová.

43) VÉLE, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* 2. rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006. ISBN 8072548379.

44) VYTEJČKOVÁ, R. *Ošetřovatelské postupy v péči o nemocné II. Speciální část.* 1. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 9788024734200.

45) WABERŽINEK, G.; KRAJÍČKOVÁ, D. *Základy obecné neurologie.* 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0803-0.

46) WENDSCHE, P. *Poranění míchy. Ucelená ošetřovatelsko-rehabilitační péče.* Vyd. 2., přeprac. a rozš. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2009. ISBN 978-80-7013-504-4.

47) ŽÁRA, J.; FELKEL, P.; BENEŠ, B. *Moderní počítačová grafika.* Vyd. 1. Praha: Computer Press, 1998. ISBN 80-7226-049-9.

Seznam příloh

Příloha č. 1: Vyjádření etické komise UK FTVS

Příloha č. 2: Vzor informovaného souhlasu

Příloha č. 3: Seznam obrázků

Příloha č. 4: Seznam grafů

Příloha č. 5: Seznam tabulek

Příloha č. 6: Spojnicové grafy č. 10 a č. 15

Příloha č. 7: Vzorový protokol neurologického vyšetření podle ASIA

Příloha č. 8: Vybrané snímky z terapeutických videí pouštěných probandovi

Příloha č. 1: Vyjádření etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Využití virtuální reality v kombinaci s elektrostimulací míchy u jedince s inkompletní míšní lézí

Forma projektu: výzkumná práce - bakalářská práce

Období realizace: červen 2018 – prosinec 2018

Předkladatel: Anna Svobodová

Hlavní řešitel: Anna Svobodová

Místo výzkumu (pracoviště): domácí prostředí probanda, venkovní prostředí, popř. místa s možností využití virtuální reality

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Jitka Vařeková, Ph.D.

Popis projektu: Projekt „Využití virtuální reality v kombinaci s elektrostimulací míchy u jedince s inkompletní míšní lézí" navazuje na práce jiných autorů, kteří již virtuální realitu na lidech s inkompletní míšní lézí testovali. Cílem práce je zjistit, zda bude virtuální realita v kombinaci s elektrostimulací pozitivně působit na obnovu nervových vláken po stránce motorické i senzitivní. Pětkrát týdně bude proband sledovat 15 min terapeutická videa po dobu cca 6 měsíců. Použita budou terapeutická videa o délce cca 10 minut, na kterých budou zaznamenávány především jednoduché pohybové vzorce, jako jsou pohyby HK a DK, vertikalizace, chůze, běh. Podle výsledků a reakcí probanda zařadíme i videa se složitějšími pohyby (jízda na kole, veslování, …). Všechny tyto nahrávky budou zaznamenávány z pohledu první osoby, bude využit systém pro virtuální realitu (head mounted display), mobilní telefon pro vizualizaci videí a sluchátka. Vstupní a výstupní vyšetření bude provedeno pomocí hodnotící škály ASIA, která nám určí úroveň a rozsah neurologického poškození.
Charakteristika účastníků výzkumu: Do studie bude zařazen 1 proband s inkompletní míšní lézí v krčním segmentu páteře (C4). Jedná se o mladého muže ve věku 25 let, který nemá žádná jiná závažná onemocnění.
Kontraindikacemi virtuální reality jsou: epilepsie a jiná záchvatovitá onemocnění, onemocnění vestibulárního aparátu, migrenózní vertigo, tranzientní ischemické ataky apod. Žádný z těchto problémů se u probanda nevyskytuje.
Proband bude seznámen se všemi riziky spojenými s výzkumem a podepíše informovaný souhlas. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávána rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
Zajištění bezpečnosti: Jedná se o výzkum prováděný neinvazivní metodou. Možná rizika: vegetativní projevy (nevolnost, motání hlavy, zvýšené pocení, bledost, bušení srdce atd.), kinetóza – projevující se závratí či zvedáním žaludku. Po celou dobu výzkumu a především v průběhu sledování videonahrávek bude na bezpečnost probanda dohlížet rodinný příslušník či řešitel BP (Anna Svobodová).
Etické aspekty výzkumu: Proband výzkumu je zletilý – ve věku 25 let. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osoby na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličeje či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci. Neanonymizované fotografie a videonahrávky budou po ukončení výzkumu smazány, pokud nedá proband výslovný písemný souhlas s jejich použitím a zveřejněním.
V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.
Text informovaného souhlasu: přiložen

Povinností **všech účastníků výzkumu na straně řešitele** je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.
Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 27.6. 2018 Podpis předkladatele: Anna

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.
Členové: prof. PhDr. Pavel Slepička, DrSc.
doc. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.
Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 121/2018

dne: 27. 6. 2018

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodní směrnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6
– 20 –

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2: Vzor informovaného souhlasu

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy *(jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné),* Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci bakalářské práce na UK FTVS s názvem „Využití virtuální reality v kombinaci s elektrostimulací míchy u jedince s inkompletní míšní lézí" prováděný v domácím prostředí probanda.

1. Cílem výzkumného projektu je zjistit, jaký vliv bude mít na probanda s inkompletní míšní lézí kombinace virtuální reality a elektrostimulace po stránce neurologické.
2. Použita budou terapeutická videa o délce 10 minut, na kterých budou zaznamenávány především jednoduché pohybové vzorce, jako jsou pohyby HK a DK, vertikalizace, chůze, běh. Podle Vašich výsledků a reakcí zařadíme i videa se složitějšími pohyby (jízda na kole, veslování, …). Všechny tyto nahrávky budou zaznamenávány z pohledu první osoby, bude využit systém pro virtuální realitu (head mounted display), mobilní telefon pro vizualizaci videí a sluchátka. Videa budou pouštěna v kombinaci s elektrostimulací, jež pomocí nalepovacích elektrod s nízkofrekvenčními pulzy dráždí nervovou soustavu. Elektrody budou umístěny v oblasti bederní páteře. V místě styku s pokožkou může být po aplikaci kůže jemně začervenalá, kožní vyrážka však nehrozí. V průběhu elektrostimulace ucítíte jemné brnění po celém těle a především v oblasti končetin. Úroveň a rozsah neurologického poškození budou zaznamenány hodnotící škálou ASIA.
3. Jedná se o neinvazivní metodu – pasivní sledování terapeutických videí vsedě na invalidním vozíku, „ve stoji" na vertikalizačním lehátku či na motomedu.
4. Denně Vám budou pouštěna 10 min terapeutická videa po dobu cca 6 měsíců. Vstupní a výstupní vyšetření bude provedeno pomocí hodnotící škály ASIA. Toto vyšetření trvá přibližně 15–20 min.
5. Kontraidikacemi výzkumu jsou: epilepsie a jiná záchvatovitá onemocnění, onemocnění vestibulárního aparátu, migrenózní vertigo, tranzientní ischemické ataky apod. Při sledování virtuální reality může docházet k tzv. vegetativním projevům, jako je nevolnost, motání hlavy, zvýšené pocení, bledost, bušení srdce atd. Je možné i riziko kinetózy projevující se závratí či zvedáním žaludku. V případě, že se u Vás některý z těchto problémů vyskytne, výzkum dokončit nemusíte. Po celou dobu výzkumu a především v průběhu sledování videonahrávek bude nad Vaší bezpečností dohlížet Váš rodinný příslušník či řešitel BP (Anna Svobodová). Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávána rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
6. Očekávaným přínosem výzkumného projektu je zlepšení terapeutické péče u ostatních pacientů s inkompletní míšní lézí.
7. Vaše účast ve výzkumu nebude finančně ohodnocena.
8. Výsledky výzkumu budou zveřejněny v rámci UK FTVS v elektronické podobě v repozitáři závěrečných prací UK, originál svazku bakalářské práce bude k nahlédnutí ve studovně UK FTVS, eventuálně po vyžádání na emailové adrese: svobodova-anna@email.cz.
9. Získaná data budou zpracována a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Anonymizace osoby na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličeje či částí těla, které by mohly vést k identifikaci. Neanonymizované fotografie budou po ukončení výzkumu smazány, pokud nedá proband výslovný písemný souhlas s jejich použitím a zveřejněním.
10. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Anna Svobodová Podpis:.....

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Anna Svobodová Podpis:.....….

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl jsem poučen o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

Příloha č. 3: Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Stavba obratle (1 – trnový výběžek, 2 – příčný výběžek, 3 – obratlový otvor, 4 – tělo obratle) 16

Obrázek č. 2: Popis obratlů atlas (C1) a axis (C2) 19

Obrázek č. 3: Popis a vzhled hrudního obratle 20

Obrázek č. 4: Popis a vzhled bederního obratle 21

Obrázek č. 5: Popis a vzhled kosti kostrční 22

Obrázek č. 6: Popis a vzhled kosti kostrční 23

Obrázek č. 7: Řez míchou 24

Obrázek č. 8: Výška míšní léze 28

Obrázek č. 9: Druhy vertikalizace 31

Obrázek č. 10: Predilekční místa dekubitů 32

Obrázek č. 11: Urinální kondom 34

Obrázek č. 12: Laterální pohled levé hemisféry na oblast zrcadlových neuronů u opic (oblast F5) 42

Obrázek č. 13: Aktivace zrcadlových neuronů u opic 42

Obrázek č. 14: Transkutánní elektrická míšní stimulace 50

Obrázek č. 15: Nalepené elektrody tSCS v oblasti bederní páteře 50

Obrázek č. 16: Chůze po amfiteátru a jeho okolí 97

Obrázek č. 17: Scházení schodů amfiteátru 97

Obrázek č. 18: Chůze po kamenitém povrchu 98

Obrázek č. 19: Chůze v okolí jezera 98

Obrázek č. 20: Chůze v okolí jezera 98

Obrázek č. 21: Chůze v lese 99

Obrázek č. 22: Chůze ve městě 99

Obrázek č. 23: Chůze parkem 99

Obrázek č. 24: Veslování na řece 100

Obrázek č. 25: Veslování na veslařském trenažéru 100

Obrázek č. 26: Jízda na rotopedu 100

Příloha č. 4: Seznam grafů

Graf č. 1: Srovnání vývoje citlivosti na pravé straně ve sledovaném období 59

Graf č. 2: Srovnání vývoje citlivosti na levé straně ve sledovaném období 60

Graf č. 3: Srovnání výsledků citlivosti – lehkého dotyku na pravé a levé straně těla ve sledovaném období 61

Graf č. 4: Srovnání výsledků citlivosti – píchnutí špendlíkem na pravé a levé straně těla ve sledovaném období 62

Graf č. 5: Senzitivní subskóre lehkého dotyku pravé a levé strany těla ve sledovaném období 63

Graf č. 6: Senzitivní subskóre píchnutí špendlíkem pravé a levé strany těla ve sledovaném období 64

Graf č. 7: Porovnání senzitivního subskóre píchnutí špendlíkem a senzitivního subskóre lehkého dotyku ve sledovaném období 65

Graf č. 8: Motorické subskóre horních končetin pravé a levé strany těla ve sledovaném období 66

Graf č. 9: Motorické subskóre dolních končetin pravé a levé strany těla ve sledovaném období 67

Graf č. 10: Závislost síly vjemu po zhlédnutí terapeutického videa na čase 68

Graf č. 11: Měření síly vjemů pomocí bodové škály v dopoledních hodinách 68

Graf č. 12: Měření síly vjemů pomocí bodové škály v odpoledních hodinách 69

Graf č. 13: Srovnání zprůměrovaných hodnot dopoledních a odpoledních sledování terapeutických videí 70

Graf č. 14: Závislost sledování terapeutických videí bez použití elektrostimulace na subjektivní síle vjemu 71

Graf č. 15: Závislost sledování terapeutických videí s použitím elektrostimulace na subjektivní síle vjemu 72

Graf č. 16: Srovnání zprůměrovaných hodnot sledování terapeutických videí „s“ elektrostimulací a „bez“ elektrostimulace 72

Graf č. 17: Subjektivní vnímání probanda 73

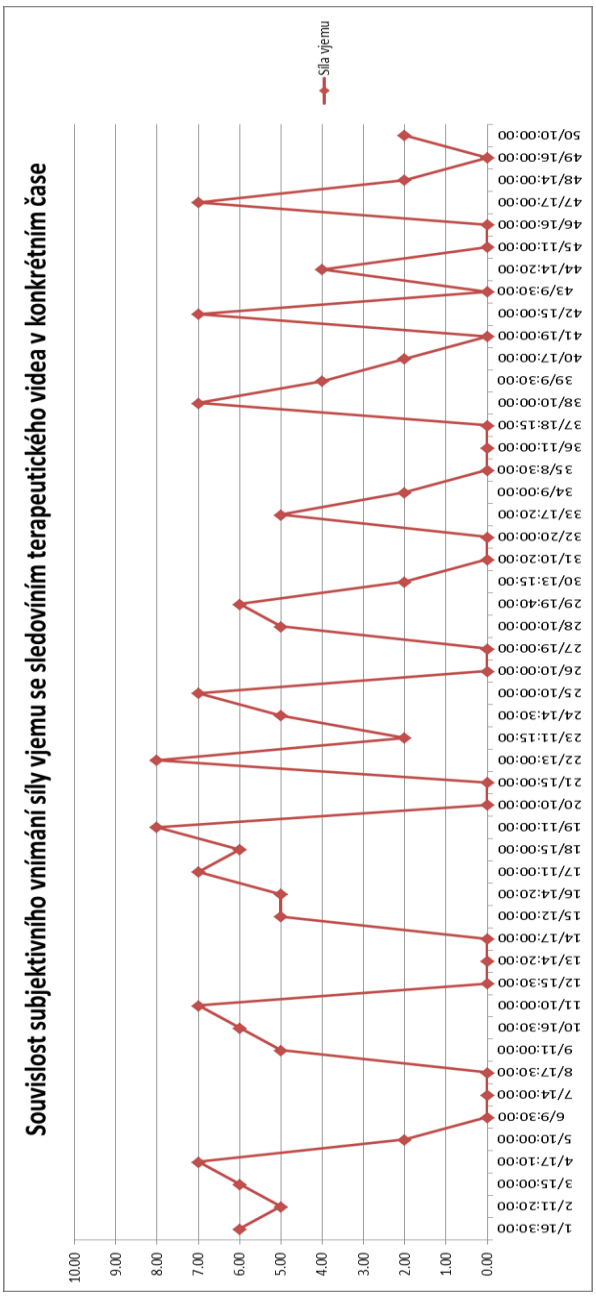
Příloha č. 5: Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Rozsah míšní léze (AIS), (Kolář, 2009) 39

Tabulka č. 2: Hodnoty subjektivního pocitu probanda (vztaženo ke grafu č. 17)..... 74

Příloha č. 6: Spojnicové grafy č. 10 a č. 15

Graf č. 10: Závislost síly vjemu po zhlédnutí terapeutického videa na čase

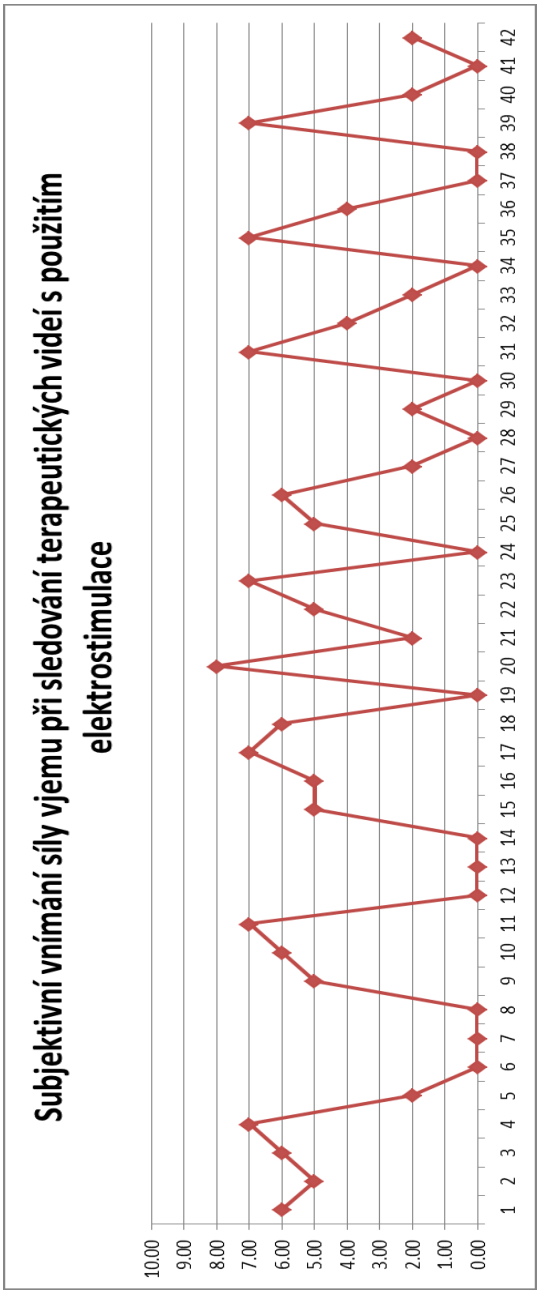


Pozn.: osa x – číslo před lomítkem označuje pořadí jednotlivých zhlédnutí terapeutických videí, údaj za lomítkem je čas, kdy bylo video pouštěno; osa y – bodová škála subjektivního vnímání síly vjemů (max. 10 bodů)

Ve spojnicovém grafu č. 10 je zaznamenán celkový počet zhlédnutí videí (50) a kompletní časové údaje, kdy byla terapeutická videa pouštěna. Dále je v grafu

vykreslena křivka tvořená z jednotlivých bodů. Ty znázorňují probandem vnímanou sílu vjemu po zhlédnutí terapeutického videa. Výsledky dopoledního a odpoledního měření jsou zpracovány níže.

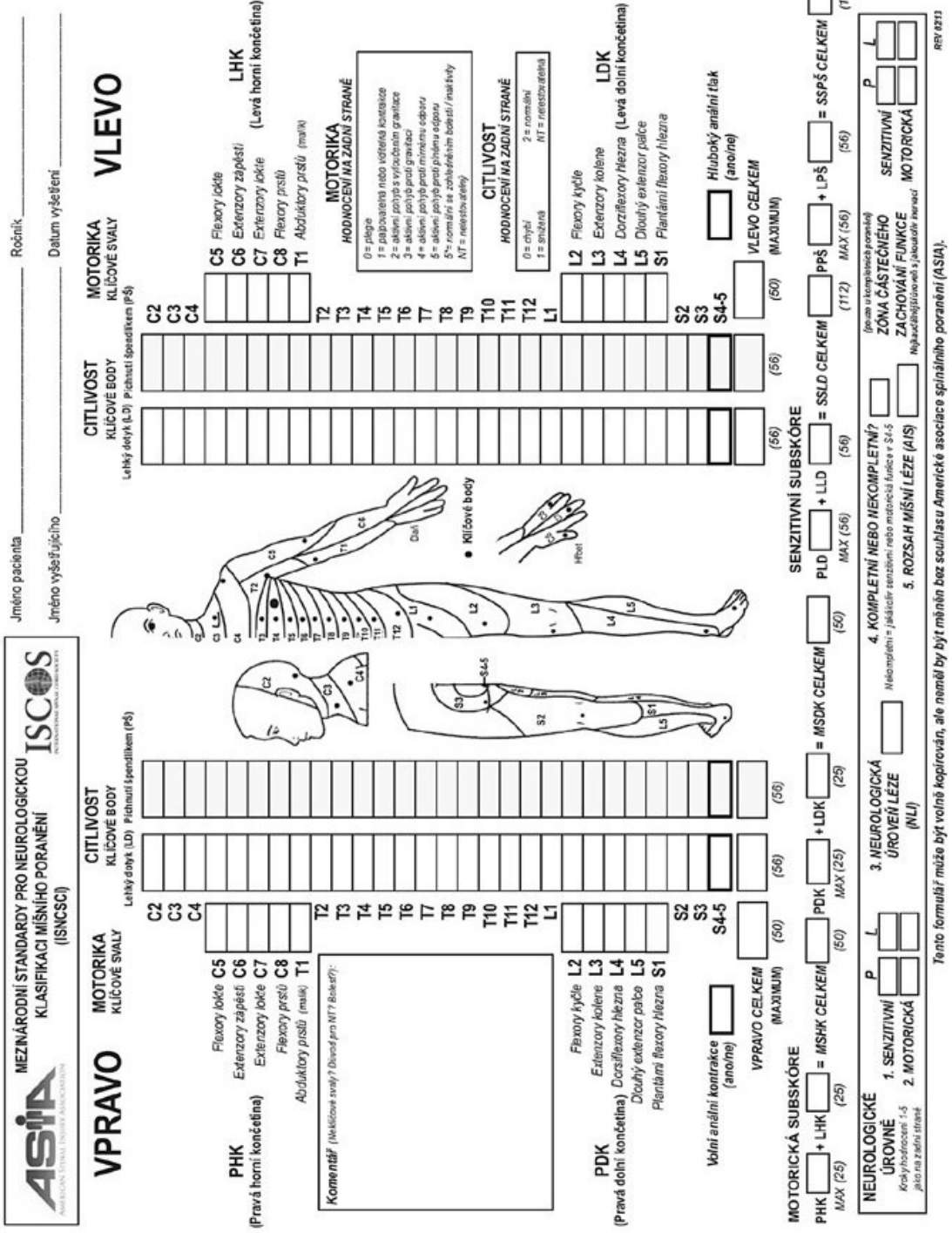
Graf č. 15: Závislost sledování terapeutických videí s použitím elektrostimulace na subjektivní síle vjemu



Pozn.: osa x – jednotlivá zhlédnutí terapeutických videí; osa y – bodová škála subjektivního vnímání síly vjemů (max. 10 bodů)

Spojnicový graf č. 15 zaznamenává jednotlivá zhlédnutí terapeutických videí s použitím ES a jejich následné obodování podle síly vjemu, jež proband po zhlédnutí pociťoval. Z celkového počtu zhlédnutí videí s použitím elektrostimulace (42), nepociťoval proband žádné subjektivní vjemy celkem 14krát. Dále lze z grafu určit, že probandův nejsilnější vjem dosahoval na bodové škále 8 bodů (z maximálních 10). Proband pociťoval subjektivní vjemy u nadpoloviční počtu zhlédnutých videí s ES.

Příloha č. 7: Vzorový protokol neurologického vyšetření podle ASIA



Zdroj: http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/mezinarodni-standardy-pro-neurologickou-klasifikaci-misniho-poraneni-revize-2013-47214?message=add&id_topic=47214

Hodnocení svalové funkce

0 = plegie
1 = palpovatelná nebo viditelná kontrakce
2 = aktivní pohyb v plném rozsahu s vyloučením gravitace
3 = aktivní pohyb v plném rozsahu proti gravitaci
4 = aktivní pohyb v plném rozsahu proti gravitaci a mírnému odporu ve specifické poloze svalu
5 = (normální) aktivní pohyb v plném rozsahu proti gravitaci a plnému odporu, ve specifické poloze svalu, jaký bychom očekávali u zdravého jedince
5* = (normální) aktivní pohyb v plném rozsahu proti gravitaci a dostatečnému odporu, který by byl považován za normální, pokud by nebyly přítomny zjištěné negativní faktory (t.j. bolest, slabost z inaktivity).
NT = netestovatelný (t.j. z důvodů imobilizace, velké bolesti, kvůli kterým nemůže být pacient hodnocen, amputace končetiny nebo kontraktura, omezující rozsah pohybu o více než 50 %).

Hodnocení citlivosti

0 = chybí
1 = alterovaná, buď snížená / oslabená citlivost nebo hypersenzitivita
2 = normální
NT = netestovatelná

Funkce neklíčových svalů (nepovinné)

Mohou být použity k určení motorické úrovně k odlišení AIS B proti C

Pohyb	Kořenová úroveň
Rameno: flexe, extenze, abdukce, addukce, vnitřní a vnější rotace **Loket:** supinace	C5
Loket: pronace **Zápěstí:** flexe	C6
Prsty: flexe v proximálním kloubu, extenze **Palec:** flexe, extenze a abdukce v rovině palce	C7
Prsty: flexe v MCP kloubu **Palec:** opozice, addukce a abdukce kolmo k dlani	C8
Prsty: abdukce ukazováku	T1
Kyčel: addukce	L2
Kyčel: zevní rotace	L3
Kyčel: extenze, abdukce, vnitřní rotace **Koleno:** flexe **Kotník:** inverze a everze **Prst:** MP a IP extenze	L4
Hallux a prst: DIP a PIP flexe a abdukce	L5
Hallux: addukce	S1

Rozsah míšní léze (AIS)

A = kompletní Žádná zachovaná senzitivní ani motorická funkce v sakrálních segmentech S4-S5

B = senzitivně nekompletní Zachovaná senzitivní, ale nikoliv motorická funkce pod neurologickou úrovní včetně sakrálních segmentů S4-S5 (lehký dotyk, píchnutí špendlíkem v S4-S5 nebo hluboký anální tlak) a žádná motorická funkce není zachovaná více než tři úrovně pod motorickou úrovní na žádné straně těla

C = motoricky nekompletní Motorická funkce je zachována pod neurologickou úrovní léze** a více než polovina klíčových svalů pod neurologickou úrovní léze má stupeň svalové síly menší než 3 (stupně 0-2)

D = motoricky nekompletní Motorická funkce je zachována pod neurologickou úrovní léze** a polovina nebo více klíčových svalů pod neurologickou úrovní léze má stupeň svalové síly 3 a více

E = normální Jestliže je citlivost a motorická funkce testovaná podle ISNCSCI označena jako normální ve všech segmentech a pacient měl původně deficit, poté je AIS E. Ten kdo neměl míšní poranění, nebude podle AIS hodnocen.

**Aby byl jedinec označen stupněm C nebo D, t.j. motoricky nekompletní stav, musí mít buď (1) volní kontrakci análního svěrače nebo (2) zachování citlivosti v sakrálních segmentech s ušetřením motorické funkce více než tři úrovně pod motorickou úrovní pro danou stranu těla. Mezinárodní standardy v současné době dovolují při určení motoricky nekompletního stavu (AIS B proti C) i hodnocení funkce neklíčových svalů více než tři úrovně pod motorickou úrovní.

Poznámka: Při hodnocení rozsahu zachování motorické funkce pod úrovní je pro rozlišení mezi AIS B a C používána ***motorická úroveň*** na každé straně; kdežto k rozlišení mezi AIS C a D (založeném na poměru klíčových svalů ohodnocených stupněm svalové síly 3 nebo vyšším) je používána ***neurologická úroveň léze.***

ASIA

Mezinárodní standardy pro neurologickou klasifikaci míšního poranění (ISNCSCI)

ISCOS

Kroky v klasifikaci

K určení klasifikace jedinců s poraněním míchy je doporučen následující postup.

1. Určete senzitivní úroveň pro pravou a levou stranu.
Senzitivní úroveň je nejkaudálnější intaktní dermatom pro píchnutí špendlíkem i lehký dotyk.

2. Určete motorickou úroveň pro pravou a levou stranu.
Je definována nejnižším stupněm svalové síly klíčového svalu hodnoceným alespoň stupněm 3 (v poloze na zádech), přičemž svalová síla klíčových svalů reprezentovaných segmenty nad touto úrovní je hodnocena jako intaktní (stupněm 5)
Poznámka: v oblastech, kde není myotom pro testování, je předpokládaná stejná motorická úroveň jako senzitivní, jestliže testovaná motorická funkce nad touto úrovní je také normální.

3. Určete neurologickou úroveň léze (NLI).
Vztahuje se k nejkaudálnějšímu míšnímu segmentu s intaktní citlivostí a antigravitační (3 nebo více) svalovou silou, přičemž rostrálně je normální (intaktní) senzitivní a motorická funkce.
NLI je nejkraniálnější ze senzitivních a motorických úrovní určených v krocích 1 a 2.

4. Určete, zda je poranění kompletní nebo nekompletní.
(t.j. chybí nebo je zachována funkce v sakrálních segmentech)
*Jestliže volní anální kontrakce = **NE** a citlivost ve všech S4-5 = 0 a hluboký anální tlak = **NE**, pak je poranění **kompletní**. Jinak je poranění **nekompletní**.*

5. Určete stupeň rozsahu míšní léze (AIS):
Je poranění kompletní? Jestliže **ANO**, AIS=A a zjistěte zónu částečného zachování funkce (nejnižší dermatom nebo myotom na každé straně s jakoukoliv zachovanou funkcí).
NE ↓
Je poranění motoricky kompletní? Jestliže ANO, AIS=B
(NE = volní anální kontrakce nebo motorická funkce více než tři úrovně pod motorickou úrovní na dané straně u senzitivně nekompletního pacienta.
NE ↓
Je nejméně polovina (polovina nebo více) klíčových svalů pod neurologickou úrovní léze na stupni 3 a více?
NE ↓ ANO ↓
AIS=C AIS=D

Jestliže je senzitivní a motorická funkce ve všech segmentech normální, AIS=E.
Poznámka: AIS E je používáno v dlouhodobém sledování, kdy u jedince s dokumentovanou míšní lézí dojde k úpravě neurologického stavu. Jestliže není při úvodním testování nalezen žádný deficit, je jedinec neurologicky intaktní, AIS není aplikováno.

Zdroj: http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/mezinarodni-standardy-pro-neurologickou-klasifikaci-misniho-poraneni-revize-2013-47214?message=add&id_topic=47214

Příloha č. 8: Vybrané snímky z terapeutických videí pouštěných probandovi

Obrázek č. 16: Chůze po amfiteátru a jeho okolí (zdroj: autorské foto)

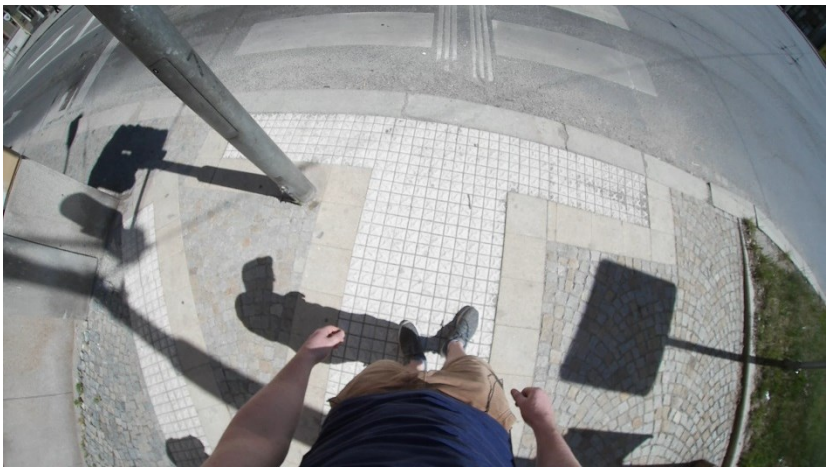
Obrázek č. 17: Scházení schodů amfiteátru (zdroj: autorské foto)

Obrázek č. 18: Chůze po kamenitém povrchu (zdroj: autorské foto)

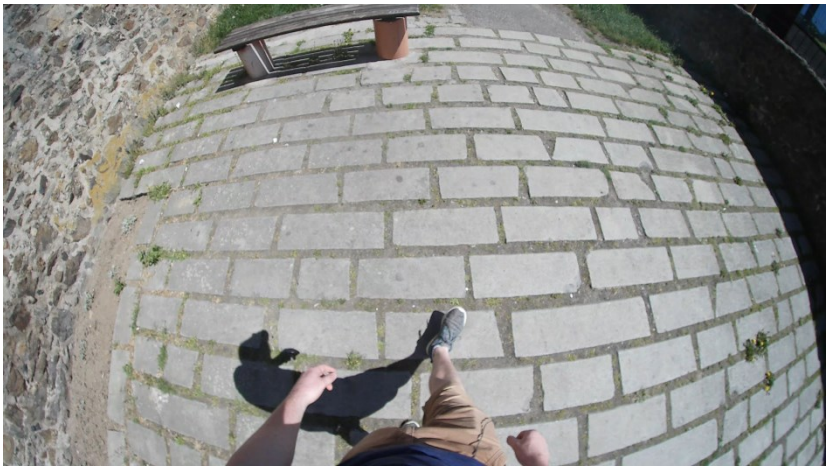
Obrázek č. 19: Chůze v okolí jezera (zdroj: autorské foto)

Obrázek č. 20: Chůze v okolí jezera (zdroj: autorské foto)

Obrázek č. 21: Chůze v lese (zdroj: autorské foto)



Obrázek č. 22: Chůze ve městě (zdroj: autorské foto)



Obrázek č. 23: Chůze parkem (zdroj: autorské foto)

Obrázek č. 24: Veslování na řece (zdroj: autorské foto)

Obrázek č. 25: Veslování na veslařském trenažéru (zdroj: autorské foto)

Obrázek č. 26: Jízda na rotopedu (zdroj: autorské foto)