

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Účinky vlivu tréninku s krankcyklem na vozíčkáře**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**Mgr. Rostislav Čichoň, Ph.D.**

Vypracoval:

**Bc. Ondřej Doubrava**

Praha 2014

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

V Praze, dne 5. 3. 2014.

-----

Bc. Ondřej Doubrava

## 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:	Číslo obč. průkazu:	Datum vypůjčení:	Poznámka:
-------------------	---------------------	------------------	-----------

---

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěl poděkovat lidem, kteří se na vzniku mé diplomové práce podíleli. Především pak Mgr. Rostislavu Čichoňovi, Ph.D. za odborné vedení práce, praktické rady i pomoc při zajištění potřebných kontaktů nutných pro další postup mé práce. Dále pak doc. MUDr. Janu Hellerovi, CSc. za poskytnutí zázemí v biomedicínské laboratoři UK FTVS a následnou konzultaci výsledků testování i rady při sestavování metodologie laboratorního testování samotného. Mgr. Jiřímu Pokutovi a celému personálu Centra Paraple v Praze za poskytnutí zázemí a vhodných tréninkových podmínek pro mé probandy a cenné rady v oblasti velmi specifického trénování vozíčkářů. Největší poděkování patří ale zejména probandům, kteří se celého projektu zúčastnili, zodpovědně se snažili v rámci svých možností plnit mé požadavky, a bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. Na závěr bych chtěl také poděkovat rodině a především své přítelkyni za poskytnutí klidného studijního i pracovního prostředí a psychickou podporu při tvorbě této diplomové práce.

# ABSTRAKT

**Název:** Účinky vlivu tréninku s krankcyklem na vozíčkáře

**Autor:** Bc. Ondřej Doubrava

**Studijní obor:** Fyzioterapie

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Rostislav Čichoň, Ph.D.

**Rok obhajoby:** 2014

Tato práce byla zaměřena na trénink a posilování vozíčkářů v rámci prevence jejich zdravotních komplikací, úprav chybných tělesných či fyziologických mechanismů a zlepšení jejich kondice a pohybových schopností. K tomuto tréninku pak bylo využito nového přístroje určeného k posilování horních končetin a zlepšení funkce kardiorepiračního systému. Tento přístroj se nazývá krankcykl a obliba jeho používání především v posledních letech výrazně stoupá.

Proto se stalo hlavním cílem této práce určit, zda dojde po absolvování 12-ti týdenního kontinuálního tréninku s krankcyklem ke změnám sledovaných parametrů, hodnotících fyziologické, fyzické i pohybové schopnosti daných probandů, a určit tak skutečný význam jeho použití. Zároveň jsme chtěli ověřit již dříve potvrzené výhody a efektivitu tohoto cvičení přímo pro osoby na vozíku a přiblížit tak krankcykl jim i širší veřejnosti.

Hodnoty tělesné stavby a složení těla byly měřeny v biomedicínské laboratoři UK FTVS metodou kaliperace čtyř kožních řas a přístrojem Bodystat QuadScan 4000. Byl zde také proveden test anaerobních předpokladů pomocí 30 s Wingate testu na mechanickém ručním klikovém ergometru, elektrochemicky byla určena maximální koncentrace laktátu v krvi aparaturou Biovendor Super GL a spirometrickým systémem Pony Graphic byly změřeny jednotlivé spirometrické ukazatele. V Centru Paraple pak byla dle Jandova svalového testu určena svalová síla horních končetin a trupu a provedeno vyšetření zkrácených svalů. Byly změřeny základní antropometrické údaje, vyšetřena kloubní flexibilita a následně probandi podstoupili specifické testování jednotlivých pohybových schopností. Na závěr podstoupili úvodní dlouhodobý vytrvalostní trénink s krankcyklem, při kterém byli hodnoceny další funkce kardiorepiračního systému a sledována subjektivní míra jejich vnímání pro tuto zátěž

s využitím Borgovy škály. Následně pak byl každému probandovi dle získaných vstupních výsledků a jeho individuálních požadavků sestaven tréninkový plán.

Ze získaných výsledků jsme vyzorovali, že došlo k výraznému zvýšení svalové síly a vyrovnání stranových nepoměrů svalů horních končetin a částečně i trupu. Došlo k individuálním změnám ve stavbě a složení těla, v některých případech ke zlepšení plicních funkcí a u všech probandů k mírnému zlepšení pohybových schopností horních končetin (krátkodobá vytrvalost, koordinace, rychlost). V průběhu studie jsme také zaznamenali velké množství zdravotních komplikací a tím potvrdily vyšší náchylnost osob na vozíku k těmto problémům. Tyto komplikace pak narušovaly průběh tréninku i testování a mimo jiné zapříčinily i předčasné ukončení výzkumu jednoho z probandů.

**Klíčová slova: krankcykl, vozíčkář, paraplegie a tetraplegie, adaptace organismu na zátěž, tréninkové metody**

## **ABSTRACT**

**Master's thesis topic:** Effects of the training with the krankcycle on wheelchair users

**Author:** Bc. Ondřej Doubrava

**Branch of study:** Physiotherapy

**Disertation Tutor:** Mgr. Rostislav Čichoň, Ph.D.

**Year of Defense:** 2014

This work was focused on training and strengthening of wheelchair users as a prevention of their health problems, a regulation of wrong physical and physiological mechanisms and an increase their fitness and motional skills. In this training the new instrument designed to strengthen the upper extremity and to improve the function of the cardiorespiratory system was used. This device is called krankcycle and its popularity has increased dramatically especially in the recent years.

Therefore it became the main purpose of this work to determine whether completing a 12-week continuous training with krankcycle will lead to changes in monitored parameters evaluating physiological, physical and motional skills of subjects and thus identify the true value of its use. At the same time, we wanted to verify previously confirmed advantages and effectiveness of this exercise especially for wheelchair users and reveal the krankcycle to them and the wider public as well.

Values of body composition were measured in the biomedical laboratory of the UK FTVS by caliperation of four skinfolds method on Bodystat QuadScan 4000 device. There was also made a test of anaerobic assumptions using 30 s Wingate test on a mechanical crank hand ergometer, the maximal concentration of lactate in blood was electrochemically determined on Biovendor Super GL equipment and the individual indexes of spirometric system were measured on Pony Graphic spirometric system. At the Centrum Paraple there was determined the muscle strength of upper extremity and trunk and was examined muscle shortening by Janda's muscle test. Basic anthropometric data were measured, joint flexibility was examined and subsequently the subjects underwent a specific test of individual motional skills. At the end they underwent entrance longterm endurance training with krankcycle, during which other functions of cardiorespiratory system were evaluated and subjective rate of their

perception for this workout was monitored using the Borg scale. Subsequently, according to the obtained entrance results and the individual requests of each subject the training plan was made.

We observed from the obtained results, that there was a significant increase in the muscle strength and leveling of lateral inequalities of muscles of upper extremity and also partially of the trunk. Individual changes in the structure and body composition have been individual. In some cases lung functions have improved and for all subjects motional abilities of the upper extremity (short-term endurance, coordination, speed) have slightly improved. During the study we have also noticed a large number of health complications during the study and thus confirmed the higher susceptibility of wheelchair users to these problems. These complications were disturbing the run of the training even the testing and among other problems, they brought an earlier termination of the research in one case.

**keywords: krankcycle, wheelchair user, paraplegia and tetraplegia, adaptation of the organism to workout, training methods**



# OBSAH

Seznam tabulek .....	11
Seznam obrázků .....	11
Seznam příloh .....	11
Seznam použitých zkratk .....	12
1. Úvod .....	13
2. Teoretická část.....	15
2.1 Vymezení pojmu vozíčkář .....	15
2.1.1 Definice pojmu vozíčkář .....	15
2.1.2 Kategorizace vozíčkářů v systému osob s pohybovým postižením.....	15
2.1.3 Rozdělení vozíčkářů podle specifických kritérií pohybového postižení .....	16
2.1.4 Specifické obtíže vozíčkářů.....	17
2.1.5 Statistické údaje o počtu vozíčkářů v České republice .....	18
2.1.6 Organizace zabývající se problematikou vozíčkářů .....	18
2.2 Paraplegie a Tetraplegie.....	19
2.2.1 Definice a klasifikace postižení .....	19
2.2.2 Etiologie postižení .....	21
2.2.3 Pátevní mícha .....	22
2.3 Rehabilitace a fyzioterapie u vozíčkářů.....	24
2.3.1 Rehabilitace .....	24
2.3.2 Fyzioterapie .....	25
2.4 Krankcykl.....	27
2.4.1 Historie a vznik přístroje .....	27
2.4.2 Popis Krankcyklu.....	27
2.4.3 Fyziologická specifika cvičení s krankcyklem .....	30
2.5 Tréninkový cyklus .....	30
2.6 Druhy adaptace jednotlivých orgánových systémů na zátěž .....	31
2.6.1 Metabolismus.....	32
2.6.2 Typy svalových vláken .....	35
2.6.3 Transportní systém pro kyslík .....	36
2.6.4 Kardiovaskulární systém .....	37
2.6.5 Dýchací systém.....	40
2.6.6 Krev.....	42
2.6.7 Endokrinní systém .....	43
2.7 Únava a regenerace.....	45
2.7.1 Druhy únavy .....	45
2.7.2 Regenerace sil – zotavení.....	47
2.8 Význam fyzické aktivity a působení zátěže na vozíčkáře .....	48
2.9 Adaptace organismu na zátěž při cvičení s krankcyklem .....	49
2.10 Pohybové schopnosti .....	50
2.10.1 Silové pohybové schopnosti .....	50
2.10.2 Rychlostní pohybové schopnosti .....	51
2.10.3 Vytrvalostní pohybové schopnosti.....	51
2.10.4 Koordinační pohybové schopnosti.....	52
2.11 Rozvoj pohybových schopností – využití tréninkové metody.....	53
2.11.1 Metody rozvoje silových schopností.....	53
2.11.2 Metody rozvoje rychlostních schopností.....	54
2.11.3 Metody rozvoje vytrvalostních schopností.....	56
2.11.4 Metody rozvoje obratnostních schopností.....	57

3. Cíle a úkoly práce, hypotézy.....	58
3.1 Cíl práce .....	58
3.2 Úkoly práce .....	58
3.3 Hypotézy .....	59
4. Metodika práce.....	60
4.1 Popis zkoumané populace .....	60
4.2 Použité metody .....	62
4.3 Specifické parametry sběru dat .....	65
4.4 Analýza a interpretace dat.....	66
5. Výsledky práce.....	67
5.1 Hodnocení probanda č. 1 .....	67
5.1.1 Charakteristika probanda.....	67
5.1.2 Výsledky vstupního měření.....	67
5.1.3 Průběh tréninku a jeho specifika.....	70
5.1.4 Výsledky výstupního měření.....	71
5.1.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda .....	73
5.2 Hodnocení probanda č. 2 .....	73
5.2.1 Charakteristika probanda.....	73
5.2.2 Výsledky vstupního měření.....	74
5.2.3 Průběh tréninku a jeho specifika.....	76
5.2.4 Výsledky výstupního měření.....	77
5.2.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda .....	79
5.3 Hodnocení probanda č. 3 .....	80
5.3.1 Charakteristika probanda.....	80
5.3.2 Výsledky vstupního měření.....	80
5.3.3 Průběh tréninku a jeho specifika.....	83
5.3.4 Výsledky výstupního měření.....	84
5.3.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda .....	86
5.4 Hodnocení probanda č. 4 .....	88
5.4.1 Charakteristika probanda.....	88
5.4.2 Výsledky vstupního měření.....	88
5.4.3 Průběh tréninku a jeho specifika.....	91
5.4.4 Výsledky výstupního měření.....	93
5.4.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda .....	95
5.5 Hodnocení probanda č. 5 .....	97
5.5.1 Charakteristika probanda.....	97
5.5.2 Výsledky vstupního měření.....	97
5.5.3 Průběh tréninku a jeho specifika.....	98
5.5.4 Výsledky výstupního měření.....	98
5.5.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda .....	98
6. Diskuse .....	99
7. Závěr.....	111
Seznam použité literatury .....	114
Přílohy .....	118

## SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Reakce hemodynamických parametrů na dynamické a statické zatížení..	39
Tabulka č. 2 Rozdíly v adaptaci na vytrvalostní a silový trénink.....	40
Tabulka č. 3 Základní charakteristické údaje probandů.....	67
Tabulka č. 4 Výsledky měření tělesné stavby a složení těla.....	příloha č. 3
Tabulka č. 5 Spirometrické ukazatele funkčního vyšetření plic.....	příloha č. 3
Tabulka č. 6 Výsledky anaerobních předpokladů – Wingate test.....	příloha č. 3
Tabulka č. 7 Hodnocení svalové síly.....	příloha č. 3
Tabulka č. 8 Hodnocení svalového zkrácení příslušných svalových skupin....	příloha č. 3
Tabulka č. 9 Výsledky měření objemů daných oblastí.....	příloha č. 3
Tabulka č. 10 Hodnocení kloubní flexibility.....	příloha č. 3
Tabulka č. 11 Hodnocení pohybových schopností.....	příloha č. 3
Tabulka č. 12 Hodnocení odezvy kardiorespiračního systému.....	příloha č. 3
Tabulka č. 13 Hodnocení dle Borgovy škály.....	příloha č. 3

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 Krankcykl.....	28
Obrázek č. 2 Odnímatelné pomocné úchopy.....	29
Obrázek č. 3 Detail pohledu na otáčecí kliky.....	29
Obrázek č. 4 Měření tělesné hmotnosti.....	příloha č. 4
Obrázek č. 5 Měření funkčního vyšetření plic.....	příloha č. 4
Obrázek č. 6 Vyšetření tělesné stavby a složení těla.....	příloha č. 4
Obrázek č. 7 Měření maximální koncentrace laktátu v krvi.....	příloha č. 4
Obrázek č. 8 Průběh provedení Wingate testu.....	příloha č. 4
Obrázek č. 9 Počítačové zobrazení právě probíhajícího Wingate testu.....	příloha č. 4
Obrázek č. 10 Zobrazení průběhu tréninku s krankcyklem .....	příloha č. 5

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Žádost o vyjádření etické komise
Příloha č. 2 Informovaný souhlas
Příloha č. 3 Tabulky hodnotící příslušné parametry u jednotlivých probandů
Příloha č. 4 Obrázky zobrazující průběh jednotlivých měření a testů
Příloha č. 5 Obrázek zobrazující průběh tréninku s krankcyklem

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- AnC – anaerobní kapacita  
ASIA – American Spinal Injury Association  
ATH – aktivní tělesná (tukuprostá) hmota  
ATP – adenzintrifosfát  
BMI – Body Mass Index  
CP – kreatinfosfát  
CT – počítačová tomografie  
DFklid – klidová dechová frekvence  
DFkrank – dechová frekvence neprodleně po ukončení zátěže s krankcyklem  
DF<sub>3</sub> – dechová frekvence v třetí minutě zotavení po zátěži s krankcyklem  
ETC – extracelulární tekutina  
FEV<sub>1</sub> – jednosekundový usilovný výdech  
FG – fast glykolytic  
FOG – fast oxidative glycolytic  
FVC – usilovná vitální kapacita  
ITC – intracelulární tekutina  
IÚ – index únavy  
MEP – motorické evokované potenciály  
MET – metabolický ekvivalent  
MP – průměrný anaerobní výkon  
MRI – magnetická rezonance  
PEF – vrcholový výdechový průtok  
PP – maximální anaerobní výkon  
RTG – rentgenové záření  
SF – srdeční frekvence  
SFklid – klidová srdeční frekvence  
SFkrank – maximální srdeční frekvence dosažená na krankcyklu  
SFmax – maximální srdeční frekvence  
SO – slow oxidative  
SSEP – somatosenzibilní evokované potenciály  
TK – krevní tlak  
VO<sub>2</sub>max – maximální spotřeba kyslíku  
WHO – World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)  
WHR – Waist Hip Ratio (poměr obvodu pasu a boků)

# 1. ÚVOD

Vozíčkáři představují velmi specifickou skupinu lidí s převážným postižením dolních končetin a změnami fyziologických odpovědí organismu. Tyto změny jsou z velké části způsobeny úpravou jejich pohybových stereotypů, sníženou aktivitou, omezenými či pozmeněnými možnostmi variability pohybů a aktivit, včetně společenských. Mnohé jsou zapříčiněny převážně vynuceným sedavým způsobem života, ale také psychologickými bariérami, které z tohoto postižení nepřímo vyplývají. Tyto aspekty pak navíc primárně i sekundárně způsobují vyšší náchylnost vozíčkářů ke vzniku různých zdravotních komplikací.

Rehabilitace a její složky, mezi které patří také fyzioterapie, se v dnešní době zabývají převážně léčbou či úpravou již vzniklých poruch pohybových funkcí nebo zdravotních obtíží jedince. Prevence vzniku těchto problémů je ale stále opomíjena, a proto bych v této práci rád vyzdvihl přednosti pravidelného a postupného zvyšování tělesné kondice jedince, které při správné frekvenci a provedení vede k celkovému zlepšení nejen kondičních a pohybových schopností jedince, ale přispívá také k lepšímu zdraví. Proto by dle mého názoru měla představovat daleko větší podíl běžného života lidí. Tím důrazněji by pak prevence měla být uplatňována u námi vybrané kategorie lidí, kteří již při svém běžném životě nepoužívají tělo jako nástroj lokomoce standardním způsobem, a proto jsou daleko náchylnější k jeho poškozování i k přetěžování specifických svalových skupin. Ty by proto měly být pro tyto zvýšené a přitom nevyhnutelné nároky vozíčkářů náležitě připraveny. Jsou to především horní končetiny, které nejsou primárně uzpůsobeny k lokomoci těla, protože svaly horních končetin obsahují především rychlá, snadněji unavitelná svalová vlákna. Je tedy třeba trénovat především vytrvalost horních končetin vozíčkáře tak, aby dlouhodobě vydržely provádění běžných každodenních aktivit a umožnily také jeho samostatný pohyb.

Zlepšení těchto funkcí umožňuje právě i cvičení s krankcyklem. Jde o poměrně nový indoorový trenažer, který byl zkonstruován převážně pro posilování horních končetin a horní poloviny těla. Jedná se o individuální, ale také skupinové cvičení, které může probíhat v sedě, ve stoji na obou či pouze jedné dolní končetině, s využitím velkého míče nebo labilních ploch včetně různých kombinací všech těchto variant. Primárně byl tento přístroj určen ke zvyšování kondice u jedinců bez tělesného postižení, brzy však byl objeven i jeho velký přínos a tržní uplatnění právě pro osoby

handicapované. Těm umožňuje variabilní i zábavný trénink, během kterého posílí všechny svalové skupiny horních končetin a trupu, jejichž funkce nebyla ovlivněna postižením. Tak dochází k udržení dobré fyzické kondice tělesně postižených jedinců, redukcii vzniku nadváhy a úpravě narušovaných fyziologických hodnot organismu. Možnosti modifikace cvičení a nastavení cvičebního přístroje umožňují široký výběr zaměření tréninku od těžkých krátkodobých silových cvičení až po vytrvalostní trénink. Mimo to dovolují možnost cvičení každé horní končetiny zvlášť, cvičení v různých směrech otáčení i proti odlišným odporům. Tento trénink je tedy vhodný i pro nácvik koordinace pohybů, umožňuje vyrovnávání stranových rozdílů ve svalové síle a také úpravu svalových dysbalancí, které jsou u vozíčkářů velmi časté. Mimo tyto výhody je krankcykl již plně přizpůsoben vozíčkářům a poskytuje velké množství doplňků či speciálních úchopů pro snazší manipulaci a možnost jeho použití širokým okruhem tělesně postižených.

Nezanedbatelnou stránkou pravidelné fyzické aktivity je také vliv na zlepšení psychiky jedince, tím spíše vozíčkáře, kterému je touto cestou umožněno jeho lepší zapojení se do společenského života. Právě tak je tomu i v případě krankcyklu.

## **2. TEORETICKÁ ČÁST**

### **2.1 Vymezení pojmu vozíčkář**

#### **2.1.1 Definice pojmu vozíčkář**

V odborné literatuře není nalezení přesného vymezení pojmu vozíčkář snadné. Nejčastěji se za vozíčkáře označují osoby s tělesným postižením způsobujícím trvalé ochrnutí dolních končetin, tedy lidé odkázaní na život na invalidním vozíku. V širším slova smyslu pak do této klasifikace spadá velké množství diagnóz či příčin způsobujících různý stupeň pohybového postižení dolních končetin, který znemožňuje dané osobě možnost samostatného stoje či chůze. Proto jsou k těmto účelům, pro lepší zařazení do běžného života, zjednodušení běžných denních aktivit i zvýšení svého osobního komfortu, nuceni využívat ke své lokomoci invalidní vozík (Kábele, 1992).

Mezi jiné kategorie vozíčkářů patří i osoby potřebující vozík pouze k překonání delších vzdáleností. Mezi ně spadají například starší lidé, lidé těžce nemocní či v různé fázi rekonvalescence, lidé s amputací dolních končetin nebo se sníženou fyzickou výkonností či výrazně zhoršenou funkcí kardiovaskulárního systému (Filipiová, 1998). Řadíme sem také jedince s psychogenní formou omezení hybnosti (Jankovský, 2001).

#### **2.1.2 Kategorizace vozíčkářů v systému osob s pohybovým postižením**

V systému čtyřstupňové kategorizace osob s pohybovým postižením dle Filipiové (1998) spadají vozíčkáři do třetí z nich. Řadíme sem jednak osoby, které používají vozík pouze na přechodnou dobu a jinak jsou schopny stát i chodit, ale tato činnost je pro ně velmi obtížná a vyčerpávající. Jednak osoby trvale upoutané na invalidní vozík a dále osoby upoutané na elektrický vozík s přidruženým postižením horních končetin. Důležitým faktorem pro posouzení charakteru jejich postižení je také míra vozíčkářovi samostatnosti a jeho závislosti na pomoci dalších osob při pohybu v terénu, s osobní hygienou, s přesunem z lůžka na vozík, či s nepřetržitou asistencí jako je tomu u těžkých forem tetraplegií.

Podle další třístupňové kategorizace pohyblivosti (mobility) pak zařazujeme vozíčkáře do druhé (částečně mobilní jedinec) a třetí (imobilní osoba) kategorie (Müller, 2001).

### **2.1.3 Rozdělení vozičkářů podle specifických kritérií pohybového postižení**

Pro rozdělení vozičkářů do různých skupin dle postižení je třeba si nejprve uvědomit samotný charakter a způsob vzniku jejich pohybové vady. Z tohoto důvodu rozlišujeme mezi postižením vrozeným či získaným, místem a typem poranění, stupněm jeho závažnosti či jeho etiologií. Dělení lze provádět také z funkčního hlediska, podle kterého rozlišujeme, zda postižený používá vozík mechanický, či elektrický a zda pouze krátkodobě, nebo nepřetržitě (Kábele, 1992).

#### **2.1.3.1 Vrozené a dědičné pohybové vady**

Do této široké a různorodé skupiny postižení způsobujících kromě dalších obtíží také primární či sekundární upoutání osoby na invalidní vozík patří vrozené formy obrn, deformací či malformací dolních končetin, vrozená postižení mozku nebo jiná vzácná dědičná onemocnění (Kábele, 1992).

#### **2.1.3.2 Získané pohybové postižení**

Vznikají důsledkem jiné příčiny v průběhu života. Mezi hlavní příčiny patří především úrazy a možné amputace dolních končetin. Získaná pohybová postižení vznikají také jako přirozený proces stárnutí, nebo mohou být důsledkem postupu některých degenerativních onemocnění (Kábele, 1992).

V této souvislosti je důležité zmínit také vážný dopad na psychiku jedince, které upoutání na invalidní vozík představuje. Jak se s nově vzniklou situací vyrovnává a jak se dokáže znovu zapojit do běžného života. Zde dle Filipiové (1998) si lidé, u kterých došlo k náhlé změně života či životního stylu pro neočekávanou nemoc či jako následek úrazu, uvědomují své zranění a fyzické bariéry ve svém okolí daleko více než ti, kteří se s postižením již narodili.

#### **2.1.3.3 Rozdělení dle etiologie postižení**

Upoutání na invalidní vozík je všeobecně charakterizováno ztrátou volního ovládní dolních končetin, případně i trupu, kde příčinou těchto nervosvalových poruch dle etiologie poranění mohou být buď onemocnění, jako jsou dětská mozková obrna,



roztroušená skleróza, Parkinsonova choroba, různé formy svalových dystrofií, nebo úrazy, mezi které patří poranění centrální nervové soustavy, kde hlavními příčinami jsou dopravní nehody, úrazy při sportu nebo pracovní nehody (Kábele, 1992).

#### 2.1.3.4 Rozdělení podle typu postižení

Podle tohoto hlediska rozdělujeme nejčastější onemocnění, které způsobují upoutání jedince na invalidní vozík dle toho, zda způsobují centrální či periferní obrnu.

Obrna bývá nejčastěji definována jako ztráta schopnosti provést volní pohyb, lze tak ale nazývat i jakoukoliv poruchu hybnosti nervového původu (Jankovský, 2001).

Z hlediska poškození nervové soustavy pak dělíme obrny na centrální (spastické) a periferní (chabé). Oba tyto druhy již podle předchozího rozlišení dále charakterizuje doba vzniku, stupeň závažnosti a rozsahu poškození (paréza, plegie), svalový tonus, který způsobují (hypertonie, hypotonie, střídavý tonus) a místo postižení (paraplegie, tetraplegie, pentaplegie, monoplegie, diplegie, triplegie, hemiplegie).

Mimo tyto základní typy rozeznáváme také formu smíšenou, při které dochází k poškození centrální i periferní nervové soustavy, a formu psychogenní, které nemá za příčinu žádný organický defekt (Jankovský, 2001).

Mezi tyto onemocnění řadíme také DMO (dětská mozková obrna), poškození mozku vzniklé před porodem, v průběhu porodu, nebo krátce po něm, které se projevuje převážně v poruchách vývoje hybnosti (Vítková, 1998). Dále sem patří dětská infekční obrna, mozkové záněty, mozkové nádory, mozkové příhody, traumatické obrny, obrny míchy, rozštěpy páteře, degenerativní onemocnění míchy, roztroušená skleróza mozkomíšní či obrna periferních nervů (Jankovský, 2001).

#### 2.1.4 Specifické obtíže vozíčkářů

K zdravotním komplikacím, které jsou pro vozíčkáře nejvíce omezující se kromě ztráty volní pohyblivosti a poruchy senzitivní složky vnímání řadí především poruchy kontroly močení a stolice a problémy spojené s příjmem potravin. Druhotnými projevy, způsobenými dlouhodobým či trvalým upoutáním na invalidní vozík, jsou pak především tvorba dekubitů, zhoršená krevní a lymfatická cirkulace a tím i celková trofika tkání v zasažených oblastech, poruchy kožního krytu, ovlivnění funkce

některých vnitřních orgánů, sexuální dysfunkce a poruchy reprodukce, atrofie ochrnutých svalů, demineralizace kostí, obezita, nestálost kardiovaskulárního systému spojená s porušením vegetativního nervového systému, poruchy respirace a také snížení celkového okysličování organismu. Dalšími příznaky jsou také bolestivé stavy, spasticita, spasmy, autonomní dysreflexie, heterotopická osifikace, osteoporóza, ortostatická hypotenze, hluboká žilní trombóza, poruchy termoregulace, otoky a také skolióza. Zdravotní problémy pak mohou být doplněny psychologickými obtížemi vzniklými již pouhým upoutáním na invalidní vozík či sociální problémy, které bývají prezentovány různými formami bariér (Kábele, 1992; Faltýnková, 2012). Dle Filipiové (1998) pak mezi největší pohybové obtíže vozičkářů řadíme nemožnost překonání schodů a terénních nerovností a manipulaci s vozíkem v malých prostorech.

### **2.1.5 Statistické údaje o počtu vozičkářů v České republice**

Přesné údaje o množství vozičkářů v České republice nejsou pravděpodobně uvedeny v žádné dostupné literatuře. Problematikou tohoto nedostatku a nedostatečné evidence je neustálá změna počtu vozičkářů v důsledku množství nově vznikajících úrazů, které mají za následek upoutání poraněného na vozík. Dalšími faktory jsou také stárnutí populace či rozhodnutí o započtení osob, které vozík nepoužívají trvale.

Dle Kábeleho (1992) byl odhad počtu vozičkářů v roce 1992 v České republice stanoven na 5000 osob a jejich přibližný roční přírůstek kolem 200 – 300 osob. Odhad tohoto přírůstku potvrzuje také Výroční zpráva občanského sdružení Svazu paraplegiků z roku 2010, která udává roční nárůst 200 – 250 osob upoutaných na vozík v důsledku pórůrazového poranění míchy a následného ochrnutí (Výroční zpráva 2010, online 2011).

### **2.1.6 Organizace zabývající se problematikou vozičkářů**

V české republice lze organizace zabývající se problematikou lidí na vozíku rozdělit do následujících několika skupin (Centrum Paraple – Organizace, online 2011):

- **Státní organizace** – Vládní výbor OZP, Ministerstvo práce a sociálních věcí, Úřad práce, Česká správa sociálního zabezpečení.

- **Neziskové organizace** – Centrum Paraple, Česká asociace paraplegiků, Pražská organizace vozíčkářů, Liga vozíčkářů, ParaCENTRUM Fenix, Svaz tělesně postižených, Svaz tělesně postižených sportovců, Sportovní klub vozíčkářů, Sport handicapovaných, Adrenalin bezbariér.
- **Zdravotnická zařízení** – představují spinální jednotky (Praha, Brno, Ostrava, Liberec), rehabilitační spinální jednotky (Rehabilitační ústav Kladruby, Hamzova odborná léčebna pro děti a dospělé Luže – Košumberk, Rehabilitační ústav Hrabyně) a další zdravotnická zařízení.

Probandi, na kterých byl uskutečněn výzkum pro účely této diplomové práce, úzce spolupracují s Centrem Paraple, kde mají mimo jiné aktivity také možnost tréninku s krankcyklem. V předchozí rehabilitaci byl také každý z nich v péči některého z výše uvedených zdravotnických zařízení.

## 2.2 Paraplegie a Tetraplegie

Tyto lékařské diagnózy se řadí mezi typické případy poranění centrálního nervového systému v oblasti míchy. Jde o pohybové postižení, které vzniká nejčastěji jako získané následkem úrazu a které velmi často následně způsobuje upoutání takto postižené osoby na invalidní vozík (Wendsche a kol., 2009; Hrabálek, 2011).

Pro účely této diplomové práce a specifický výběr probandů, kteří spadají do těchto kategorií lidí používajících ke svému pohybu vozík, je pro praktickou část důležité následně bližší přiblížení těchto diagnóz a jejich popis. Tito jedinci po poranění míchy, tedy paraplegici a tetraplegici, tvoří hlavní základnu lidí na vozíku navštěvujících Centrum Paraple.

### 2.2.1 Definice a klasifikace postižení

#### 2.2.1.1 Paraplegie

Paraplegií se rozumí úplná ztráta motorické a senzitivní funkce dolních končetin, částečně i trupu. Tato ztráta je způsobena lézí míchy pod segmentem C8. Rozsah celkového postižení závisí na výšce a kompletnosti léze. Tento stav je doprovázen řadou

dalších problémů, mezi kterými jsou pro paraplegika nejvýznamnější poruchy funkce močového měchýře a střev. V případech, kdy dojde pouze k neúplnému vymizení motorických a senzitivních funkcí, hovoříme o tzv. paraparéze (Wendsche a kol., 2009).

Paraplegie dělíme dle výšky postižení míšního segmentu do dvou základních skupin (Centrum Paraple – Míšní poranění, online 2011):

- **Vysoká paraplegie (Th<sub>1</sub> – Th<sub>6</sub>)** – v těchto případech dochází k částečné ztrátě motorických i senzitivních funkcí v oblasti trupu a plné ztrátě těchto funkcí u dolních končetin. Docházet může také k omezení dýchání a kašlání.
- **Nízká paraplegie (Th<sub>7</sub> a níže)** – při postižení míchy v této oblasti dochází k úplné nebo částečné ztrátě hybnosti dolních končetin. Zachovalá je citlivost od oblasti břicha nahoru a částečně také u dolních končetin.

#### 2.2.1.2 Tetraplegie

Tetraplegie je charakterizována úplnou ztrátou motorické a senzitivní funkce dolních končetin a trupu, podobně jako u paraplegie. Stejným způsobem jsou ale také navíc zasaženy i končetiny horní. Postižení vzniká míšní lézí v úrovni segmentů C<sub>4</sub> až Th<sub>1</sub>. Také zde může docházet k neúplnému přerušení míšního svazku, tzv. tetraparéze, která se projeví pouze částečným postižením motorických a senzitivních funkcí (Wendsche a kol., 2009). Do této symptomatologie se nezařazují poškození brachiálního plexu či poranění periferních nervů mimo míšní kanál (Malý a kol., 1999).

Tetraplegie dělíme dle výšky postižení míšního segmentu, následné poruchy funkce trupových svalů a omezení aktivních pohybů končetin do 4 základních stupňů. U prvního a druhého stupně se občas setkáváme také se souhrnným označením vysoká tetraplegie a u stupňů tři a čtyři s termínem nízká tetraplegie (Faltýnková, 2012).

- **1. stupeň (C<sub>1</sub> – C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>/C<sub>5</sub>)** – k nejzávažnějším poškozením míchy dochází při porušení segmentů C<sub>1</sub> – C<sub>3</sub>, kdy mimo jiné dochází také k částečnému či úplnému ochrnutí bránice, trupu a končetin. V těchto případech hovoříme o tzv. pentaplegii, která bývá těžko slučitelná se životem, pacient je plně odkázán na pomoc druhých a musí používat ventilační přístroje. U ostatních případů zahrnutých v této skupině není tetraplegik schopen sám sedět bez opory zad. Může mít zachovaný aktivní pohyb elevace ramen, bývá však funkčně minimálně využitelný.

- **2. stupeň (C<sub>5</sub>, C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>)** – jedinec zvládá sedět v opření o natažené zevně rotované paže s uzamčenými loketními klouby. Není však schopen zvednutí ani jedné horní končetiny, aniž by ztratil rovnováhu. Má zachovanou aktivní hybnost ramenního kloubu a funkční ohnutí lokte. Klíčovým svalem pro tuto činnost je zde *m. biceps brachii*. Prostřednictvím zachovalé aktivní flexe loketního kloubu může být dosaženo zvládnutí pasivního funkčního úchopu, který pomohou zajistit příslušné ortézy či kompenzační pomůcky.
- **3. stupeň (C<sub>6</sub>, C<sub>6</sub>/C<sub>7</sub>)** – tito tetraplegici již dokáží během sedu zvednout horní končetinu do úrovně ramen. Mají plnou aktivní hybnost v ramenních kloubech a také plnou sílu flexorů lokte a extenzorů zápěstí, která je zastoupena především funkcí *m. extensor carpi radialis*. Dalším svalem, který již může vykazovat slabé známky aktivity je *m. triceps brachii*. Pomocí zachovalé funkce extenzorů zápěstí jsou schopni aktivního funkčního úchopu, neboli tetraplegické funkční ruky.
- **4. stupeň (C<sub>7</sub>, C<sub>7</sub>/C<sub>8</sub>)** – tito jedinci jsou schopni sedu bez opory horních končetin, jsou schopni zvednutí jedné horní končetiny nad úroveň ramen a mají plně zachovalou funkci *m. triceps brachii*, která jim umožňuje např. narovnání po předchozím předklonu. Mimo plnou hybnost loketního kloubu je zachována i různá kvalita úchopové funkce ruky včetně jemné motoriky.

### 2.2.2 Etiologie postižení

Etiologie těchto postižení je velmi podobná. Liší se pouze místem poranění míchy a také frekvencí zasažení daných oblastí dle způsobu poranění či náchylnosti příslušného míšního segmentu k poškození daným úrazovým mechanismem.

Nejčastější příčinou poranění míchy bývají traumata, která vznikají především během dopravních nehod, při skocích do vody, pádech z výšky, či sportovních úrazech. (Malý a kol., 1999; Hrabálek, 2011; Faltýnková, 2012). Mohou být také součástí střelných poranění či pokusů o sebevraždu (Malý a kol., 1999). Mimo poranění páteře vzniklého následkem úrazu mohou být míšní léze způsobeny také nádorovým, cévním, zánětlivým či degenerativním onemocněním (Faltýnková, 2012).

Dle Malého a kol. (1999) mají právě traumata za příčinu asi 70 % těchto lézí, kde více než tři čtvrtiny pacientů s míšním poraněním tvoří muži. 44 % míšních lézí pak vzniká v oblasti krční páteře, 39 % v hrudní a 17 % v oblasti páteře bederní.

Dle Hrabálka (2011) pak úrazy krční páteře představují 40 %, hrudní páteře 10 %, přechodu hrudní a bederní páteře 35 % a bederní páteře 3 % případů poranění míchy. Celkový počet zapříčiněných míšních lézí následkem úrazu pak činí 55 %.

Důležitost uvědomění si problémů této skupiny podporuje také fakt, že jde většinou o mladé osoby ve věku 15 – 35 let, u kterých je zachována normální intelektová složka vnímání. Takto postižení jedinci se musí ve svém mladém věku vyrovnat s těžkými následky nově vzniklého trvalého postižení (Trojan, 2005).

### 2.2.3 Páteřní mícha

Z hlediska řízení pohybu je mícha základním řídicím článkem, podřízeným vyšším oddílům nervové soustavy. Funkční jednotkou nervové soustavy je míšní reflex. Tento reflex je odpovědí organismu na podnět, podráždění či změnu zevního nebo vnitřního prostředí. Mícha je nejnižším reflexním ústrojím centrálního nervového systému. Je centrem řízení motorických reakcí na základě informací z proprioreceptorů a exteroceptorů (Dylevský, 2009).

#### 2.2.3.1 Následky poranění míchy

Poranění míchy bývá v 15 – 40 % případů spojeno s poraněním páteře. Tento typ poranění způsobí následný edém míchy, který lze dle způsobu svého vzniku rozdělit na:

- **Primární** – vzniká v okamžiku úrazu jako následek nárazu obratlů páteře do míchy nebo kompresí míchy kostěným odštěpem z obratle či traumaticky vyhřezlou meziobratlovou ploténkou.
- **Sekundární** – vzniká autodestrukčními změnami, mezi které patří následky lokálních vaskulárních a biochemických změn (Wendsche a kol., 2009).

#### 2.2.3.2 Diagnostika poranění míchy

Zobrazovacími technikami k diagnostice a určení rozsahu postižení míšního poranění jsou RTG, MRI a CT. Neurologické vyšetření pak napomáhá určení výšky poškození a jeho plošného rozsahu. Vyšetřuje motorické funkce a různé druhy a kvality cití (taktilní, algické, vibrační, polohové či pohybové). Pro spinální pacienty se navíc

používá speciální test dle American Spinal Injury Association (ASIA), který určuje výšku míšní léze pomocí vyšetření motorické a senzitivní složky.

Dalšími jsou neurofyziologická vyšetření pomocí přístrojů somatosenzibilních evokovaných potenciálů (SSEP) a motorických evokovaných potenciálů (MEP). SSEP vyšetření není významně ovlivňováno míšním šokem. Objektivizuje výšku a rozsah míšního poškození pomocí potenciálů z nervů a dermatomů. MEP vyšetření se provádí stimulem mozkové kůry. Měří se elektrické potenciály u klíčových svalů na všech končetinách. Toto vyšetření rozlišuje periferní míšní lézi od centrální a míru průchodnosti míchy pro stanovení výšky poranění (Wendsche a kol., 2009).

### 2.2.3.3 Klinický obraz poranění míchy

Po poranění míchy nastává míšní šok, který je způsoben přerušением drah sympatiku. Následkem vzniklé funkční převahy parasympatiku tak dochází k bradykardii. Dalšími příznaky šoku jsou areflexie, porucha autoregulace cévního řečiště, porucha termoregulace, střevní atonie, porucha vylučování ledvin, ochabnutí útrobních orgánů, ztráta svalové síly pod místem léze, porucha funkce žláz, změna elektrolytické rovnováhy a hyperglykemie. Toto poranění míchy můžeme rozdělit na:

- **Kompletní míšní léze** – vyznačuje se ztrátou motorické a senzitivní funkce pod úrovní míšního poranění.
- **Nekompletní míšní léze** – vyznačuje se různým zachováním motorické či senzitivní funkce míchy pod úrovní poranění. Dělí se na čtyři typy, které platí pro úsek krční páteře (syndrom centrální míšní šedi, Brown-Séquardův syndrom, syndrom přední míchy a syndrom zadní míchy) (Wendscheho a kol., 2009).

### 2.2.3.4 Průběh jednotlivých fází po poranění míchy

- **Akutní fáze** – vzniká bezprostředně po úrazu a v první řadě zahrnuje zajištění vitálních funkcí jedince. Poranění páteře spolu s poškozením míchy je vždy považováno za nestabilní, urgentně tedy dochází k operačnímu ošetření páteře, jehož cílem je dekomprese utlačované míchy a nervových kořenů. Prováděny jsou stabilizace páteře, jejichž podstatou je napřímení osy páteře, dekomprese míchy a míšních kořenů a rekonstrukce nosného sloupce páteře spondylodézou se

zajištěním implantace kovového materiálu. V akutní fázi se také objevuje období míšního šoku (viz výše), které trvá přibližně 4 – 8 týdnů (Faltýnková, 2012).

- **Subakutní fáze** – v této fázi je pacient hospitalizován 3 – 12 týdnů na spinální jednotce, kde je mu poskytována ucelená péče. Jejím cílem je za pomoci multidisciplinární spolupráce minimalizovat důsledky poškození organismu i psychiky jedince a umožnit mu tak co nejrychlejší a nejkvalitnější reintegraci zpět do společnosti (Šrámková, 1998).
- **Chronická fáze** – dělíme ji na fázi rekonvalescence, při které může po odeznění míšního šoku docházet k návratu některých porušených funkcí, vrací se reflexní aktivita, v případě tetraplegie dochází ke zvýšení svalového tonu, objevuje se spasticita (Faltýnková, 2012). Pacienti v tomto období absolvují intenzivní rehabilitaci a přípravu na návrat do běžného života ve specializovaných rehabilitačních ústavech. Druhou fází je stabilizace onemocnění, která obsahuje především celoživotní péči o pacienta s míšní lézí, sledování možných změn v jeho zdravotním stavu či pohybových schopnostech a také prevenci komplikací (Šrámková, 1998).

## **2.3 Rehabilitace a fyzioterapie u vozíčkářů**

### **2.3.1 Rehabilitace**

Světová zdravotnická organizace (WHO) definuje rehabilitaci jako obnovu optimálního nezávislého a plnohodnotného tělesného a duševního života osob po úrazu či nemoci nebo zmírnění trvalých následků nemoci nebo úrazu pro život a práci člověka (Pfeiffer a Švestková, 2008).

K dosažení těchto cílů je zapotřebí úzká mezioborová spolupráce zahrnující péči zdravotnickou, sociálně právní, pedagogicko-psychologickou, pracovní a rodinnou. Při zaměření této péče na kvalitní léčbu osob s míšní lézí je důležitá specializovaná odbornost vyškolených odborníků v dané problematice, kterou zajišťují k tomu určená a uzpůsobená pracoviště.

V rámci zdravotnické péče vyčleňujeme tzv. léčebnou rehabilitaci. Ta je zajištěna spoluprací multidisciplinárního týmu odborníků, mezi které řadíme



rehabilitační a jiné odborné lékaře, fyzioterapeuty, ergoterapeuty, psychology i další ošetřující personál. Cílem jejich spolupráce je opětovná integrace rehabilitovaného do společnosti.

U klientů po poranění míchy je tato mezioborová spolupráce velmi dobře patrná a kromě již zmiňovaných zdravotnických profesí jsou do ní zapojeny i další obory, mezi které patří ortoticko-protetický pracovník, případně architekt, řešící problémy bariér (Centrum Paraple – Rehabilitace, online 2011).

### 2.3.2 Fyzioterapie

Fyzioterapie je obor zdravotnické činnosti zaměřený na diagnostiku a terapii funkčních poruch pohybového systému. Prostřednictvím pohybu a dalších fyzioterapeutických postupů cíleně ovlivňuje funkce ostatních systémů včetně funkcí psychických. Snaží se o zachování nebo obnovu optimální funkce pohybového systému s důrazem na vytvoření fyzických předpokladů pro maximální soběstačnost. Klade důraz na mezioborové pojetí přístupu k celkové péči o pacienta. Opírá se především o pohybovou diagnostiku, k vyhodnocení pohybových vzorů posturálního a lokomočního chování používá speciálních kineziologických postupů a testů nebo fyzikálních měření. Poté tyto diagnostické postupy pomáhají stanovit cílený terapeutický plán. Při terapii využívá fyzioterapie neinvazivních léčebných prostředků, pasivního a aktivního pohybu nebo mechanických podmětů, které se uplatňují v metodách a konceptech pohybové, manuální a reflexní terapie (Unie fyzioterapeutů České republiky, online 2002).

#### 2.3.2.1 Fyzioterapeutické přístupy u osob s míšní lézí

Metody používané u osob s poraněním míchy můžeme rozdělit dle jednotlivých aspektů na cvičení (kinezioterapii) individuální či skupinové, fyzikální terapii, vertikalizaci, přístrojovou mechanoterapii, cvičení s posilovacími trenažéry a aquaterapii (Centrum Paraple – Fyzioterapie, online 2011).

- **Individuální cvičení** – využívá specifických prvků fyzioterapeutických postupů, metod a konceptů, mezi které patří techniky měkkých tkání, postizometrická svalová relaxace, mobilizace, dechová rehabilitace, metody senzomotorické

stimulace, metody propioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF, Kabat), Vojtova metoda, Bobath koncept, Brunkow, cvičení v závěsech Therapi Master, metoda Bazálních programů a podprogramů Jarmily Čákové a koncept Spiraldynamik. Využívá složek pasivního cvičení se zaměřením na prevenci vzniku kontraktur, omezení rozsahů pohybů, spasticity, otoků i bolestí. Další složkou je aktivní cvičení zaměřené na posílení oslabených svalů, obnovení či zlepšení pohybových stereotypů, zvýšení kondice a nácvik stability a správného držení těla.

- **Skupinové cvičení** – hlavní náplní je posilování, protahovací cvičení, nácvik správného dýchání, případně trénink relaxace. Důležitým faktorem skupinové terapie je také značný psychologický efekt cvičení a jeho motivační prvky.
- **Fyzikální terapie** – využívá účinků fyzikálních metod, jako jsou elektroterapie, magnetoterapie, lymfatická přístrojová masáž či vířivka.
- **Vertikalizace** – zabraňuje řidnutí kostí, tlumí spasticitu a podporuje střevní peristaltiku a vyměšování. Nejčastěji využívanými vertikalizačními pomůckami jsou vertikalizační stojan, vertikalizační stůl, bradlový chodník a dynamické parapodium.
- **Přístrojová mechanoterapie** – představuje veškerá cvičení na strojích, mezi které patří např. motomed, který pomáhá udržet či dokonce zvýšit rozsahy pohybů jednotlivých kloubů, ovlivňuje spasticitu a napomáhá k redukci otoků. Mezi další přístroje řadíme také posilovací trenažéry, které slouží k udržení či zvýšení svalové síly a fyzické kondice. K těmto účelům jsou u osob s poraněním míchy využívány nejvíce kajakářský, lyžařský a veslařský trenažér nebo krankcykl.
- **Aquaterapie** – cvičení je zaměřeno především na uvolnění, protažení či posílení svalů, případně na nácvik správných pohybových stereotypů.

## **2.4 Krankcykl**

### **2.4.1 Historie a vznik přístroje**

Tento tréninkový přístroj vznikl jako alternativa klasického spinningu v roce 2002 v Americe. Za autora je považován tvůrce spinningového programu Johnny G., který tento přístroj vymyslel a zkonstruoval původně pouze jako doplňkovou variantu ke spinningu. Stalo se tak poté, co v důsledku závažného onemocnění ochrnul na dolní polovinu těla. Uvědomil si, jak fyzicky náročné může používání pouze horních končetin být a jaký by takto cílený způsob tréninku mohl mít efekt na rozvoj síly a kondice. Tak vznikl první krankcykl, jehož používání se během několika let stalo zcela nezávislou formou indoorového trénování pro horní polovinu těla, trupu a břišních svalů. Původně byl krankcykl určen široké veřejnosti na různém stupni fyzické aktivity. Po několika letech však byl objeven také jeho nedocenitelný význam především v oblasti tréninku osob s tělesným postižením, zejména vozíčkářů, pro které se tato specifická forma posilování začala ukazovat jako velmi vhodná (Krankcycle® - Johnny G., online 2010).

### **2.4.2 Popis Krankcyklu**

Krankcykl (obrázek č. 1) je ergometr s velkou řadou možností nastavení. Je využitelný i jako trenažérský přístroj nahrazující v indoorových podmínkách handbike nebo jako přístroj sloužící k rehabilitaci pohybového ústrojí horní poloviny těla. Tím se stává výborným prostředkem pro zimní přípravu a kondiční cvičení sportovců. Vhodný je také pro osoby trpící nadváhou nebo obezitou. Plně využitelný je i pro osoby na invalidním vozíku, kterým nabízí celou řadu přizpůsobení. Mezi ně patří odnímatelné sedlo pro přístup z invalidního vozíku či speciální úchopy (obrázek č. 2) pro tetraplegiky se sníženou schopností úchopu horních končetin (KRANKcycle, online 2013).



**Obrázek č. 1 Krankeykl**

Krankcykl má také nezávisle se pohybující kliky s nastavitelnou výškou i intenzitou zátěže pro co možná nejvyšší variabilitu cvičení i právě zapojovaných svalů. Umožňuje tedy synchronní i asynchronní otáčení klik. Dokáže omezit přebírání pohybové funkce silnějších svalových skupin, nedochází tak k jejich nadbytečnému přetěžování a zároveň se vyrovnávají stranové dysbalance svalových skupin, které jsou u vozíčkářů v důsledku častého nerovnoměrného postižení pohybového systému velmi patrné. Navíc svým použitím umožňuje vozíčkářům aktivaci i jiných svalových skupin, než které jsou nuceni používat celý den při pohybu na invalidním vozíku. Umožňuje tak jejich odpočinek a zároveň posílení ostatních svalových skupin horních končetin a trupu a současné udržení či dokonce zvýšení fyzické kondice.



**Obrázek č. 2 Odnímatelné pomocné úchopy**

Úzká osa přístroje dovoluje vyšší frekvenci otáčení klik (obrázek č. 3) při zachování správné biomechaniky kloubů. Ergonomicky tvarované sedlo pak dovoluje vysokou variabilitu cvičení s plynulými přechody mezi cvičením v sedě a stojí (Popis stroje Krankcycle<sup>®</sup>, online 2012).

Umožňuje své využití v rámci křížového tréninku a nebo jako doplňkové cvičení pro trénink sportovců na vysoké úrovni a zlepšení kardiovaskulárních funkcí, zatímco dolní končetiny regenerují. Podobně slouží také jako doplňková forma rehabilitace po zraněních (Krankcycle<sup>®</sup> - What is Kranking?, online 2010).



**Obrázek č. 3 Detail pohledu na otáčecí kliky**

### 2.4.3 Fyziologická specifika cvičení s krankcyklem

Cvičení na tomto přístroji zlepšuje kardiovaskulární systém, zvyšuje aerobní kapacitu a svalovou sílu horních končetin i trupu. Zároveň se během tohoto druhu cvičení spaluje vysoké množství kalorií. Umožňuje tedy prokazatelné zlepšení kardiovaskulární kondice a zvýšení maximální spotřeby kyslíku ( $VO_2\max$ ) pouze při cvičení horní poloviny těla. S tím ale také souvisí zvýšený nárok tohoto cvičení na kardiorespirační systém a jisté riziko možného přetížení organismu především u netrénovaných, starých nebo nemocných osob. Nezávislé otáčení klik pak umožňuje koordinované zapojování svalových skupin klíčových pro stabilizaci, to také vede ke zvýšení svalové síly i k jejímu lepšímu využití. Cvičení s krankcyklem také usnadňuje růst svalové hmoty a umožňuje plynulou a postupnou aktivaci svalů během provedení celého pohybu (Krankcycle<sup>®</sup> - What is Kranking?, online 2010).

## 2.5 Tréninkový cyklus

System déletrvajícího pravidelného zatěžování se cílevědomě využívá jako vhodný prostředek postupného zvyšování výkonnosti jedince. Jeho základním mechanismem je princip střídání fáze vhodného zatěžování a následného zotavení. Jde o plánovaný proces mající za úkol dosažení předem vytyčeného cíle či většího množství úzce souvisejících úkolů vedoucích k jeho splnění. Nejčastěji pak tyto tréninkové cykly dle Choutky a Dovalila (1991) dělíme podle délky svého trvání na:

- **Dlouhodobé (makrocykly)** – základní tréninkové období vymezující se nejčastěji na délku jednoho roku. Může být dle potřeby upraveno k naplnění požadovaných cílů na dobu kratší (půlroční cykly) či delší (např. čtyřletý cyklus olympijský).
- **Střednědobé (mezocykly)** – pohybují se v rozmezí dvou až šesti týdnů.
- **Krátkodobé (mikrocykly)** – trvají od tří do deseti dnů, zpravidla však týdně.

Mimo toto spíše orientační dělení, které podává pouze určitou představu o délce daného tréninkového cyklu, je dle předchozí definice zásadním kritériem vymezení si cíle tréninku, a až poté času potřebného k jeho dosažení. Tímto je prezentována doba, která je nutná pro vznik určitých pozorovatelných změn ve výkonnosti jedince a odezvy jeho organismu na nově nastavenou zátěž. Těmito změny se rozumí rozvoj kondiční, funkční

a psychické připravenosti vytvářet předpoklady pro růst jedincovy výkonnosti (Choutka a Dovalil, 1991). Jde tedy převážně o určení míry adaptace organismu na nastavenou zátěž a doby, za kterou se jednotlivé fyzické i fyziologické odezvy organismu projeví. Zde existuje velké množství příkladů a teorií sestavených podle studií zaměřených na sledování jednotlivých fyziologických markerů či výkonnostních aspektů. Doba, za kterou již dojde k první patrné a udržitelné adaptaci organismu na zátěž včetně náležité fyziologické odezvy, se dle individuálních předpokladů jedince pohybuje v rozmezí 6 – 12 týdnů (Havličková a kol., 2004; Wilmore a Costil, 2004).

V námi zvoleném dvanáctitýdenním tréninku by se tedy již měly tyto změny projevit a mělo by tedy dojít k adaptaci organismu vozíčkářů na námi nastavenou zátěž. Z předchozí definice vyplývá, že nejde o dlouhodobý tréninkový cyklus, a podle jeho specifického zaměření především na dosažení požadovaných cílů a také variabilitu a specifika jednotlivých tréninků hodnotíme tento tréninkový plán spíše jako krátkodobý (Davis a Shephard, 1990; Barfield a kol., 2012).

## **2.6 Druhy adaptace jednotlivých orgánových systémů na zátěž**

Reakce organismu na svalovou práci se projeví bezprostřední odpovědí řady orgánových systémů, velmi pak závisí na druhu, intenzitě a délce trvání zátěže. Pokud dochází k opakovanému mnohonásobnému zatěžování, začne se organismus těmto dlouhodobým vlivům přizpůsobovat. Tak dochází k jeho adaptaci na vyvolávanou zátěž, kterou se rozumí schopnost orgánových systémů funkčně i morfologicky se těmto požadavkům přizpůsobovat. Opakované podstupování dané zátěže vede k postupnému slábnutí odpovědi na ni, tedy k adaptaci organismu. Má-li být proto odpověď dostatečně výrazná tak, aby docházelo k dlouhodobému kontinuálnímu zvyšování výkonnosti, musí se intenzita podnětů postupně zvyšovat. Adaptace je podobně jako prostá reakce na zátěž závislá na druhu, frekvenci, intenzitě a době působení fyzické aktivity (Havličková a kol., 2004). Pokud dochází k vynechání či oslabování pravidelných podmětů, mluvíme o dezadaptaci, která ve své podstatě znamená pokles či vymizení projevů adaptace. Důsledkem neadekvátní, dlouhotrvající či nadměrné zátěže je naopak maladaptace, která může vést až ke strukturálním změnám či funkčním poruchám organismu (Placheta a kol., 1999).

## 2.6.1 Metabolismus

Souhrn veškerých dějů probíhajících uvnitř organismu, které slouží k tvorbě využitelné energie a látek potřebných pro jeho činnost. Základními formami jeho projevů jsou v různé intenzitě trvale probíhající pochody katabolické, které způsobují rozklad látek za současného uvolnění energie, a anabolické, jejichž účinek je opačný.

Zdrojem energie pro organismus jsou živiny obsažené v potravě (sacharidy, lipidy a proteiny), které jsou pak enzymaticky rozkládány a vstřebávány v trávicí soustavě. Všechny tyto látky vstupují do složitých transformačních procesů intermediárního metabolismu, při kterých je energie vázaná v těchto složkách potravy přeměňována v jeden společný využitelný zdroj energie – adenzinotriřosfát (ATP).

Základním procesem vedoucím k produkci ATP je postupné štěpení molekul glukózy – glykolýza. Ta zpočátku nevyžaduje přísun kyslíku, ale při jeho nedostatku (anaerobní glykolýze) dochází k přeměně kyseliny pyrohroznové na kyselinu mléčnou, ta se rychle mění na sůl kyseliny mléčné – laktát. Tímto energetickým systémem dojde k produkci dvou molekul ATP. Pokud je však kyslíku dostatek, mění se kyselina pyrohroznová na acetylkoenzym A, který vstupuje do cyklu kyseliny citrónové (Krebsův cyklus). Ten dovoluje kompletní oxidaci molekuly acetylkoenzymu A. Výsledkem využití jedné molekuly glukózy se tak stane 36 molekul ATP. Vedlejším produktem tohoto procesu je vznik CO<sub>2</sub> a vody.

Energetické rezervy jsou tvořeny jednak cukry v podobě omezených zásob glykogenu v cytoplazmě svalových a jaterních buněk, dále tukovou tkání a nakonec i bílkovinami, které také mohou být ve výjimečných případech po předchozí přeměně na glukózu využity jako zdroj energie (Havlíčková a kol., 2004).

### 2.6.1.1 Metabolické reakce na fyzickou zátěž

Štěpením ATP získává svalová buňka energii nutnou ke své následné kontrakci. Chemická energie je tak svaem přeměňována v mechanickou. Zásoby ATP jsou však v organismu pouze minimální, a proto se musí neustále obnovovat. K tomu využívají buňky dle Havlíčkové a kol. (2004) několika vzájemně souvisejících systémů:

- **Anaerobní způsob získávání energie** – je charakterizován možností svalových buněk vykonávat mechanickou práci při využití energie uvolněné bez účasti kyslíku.



Tyto anaerobní zdroje energie jsou organismem využívány v situacích, kdy není schopen zabezpečit dostatek energie efektivnějším aerobním způsobem. V těchto případech převyšuje aktuální potřeba energie rychlost mobilizace aerobních procesů. Děje se tak na začátku zátěže, při náhlém zvýšení intenzity svalové práce nebo při vysoké intenzitě svalové práce po překročení maximálního množství kyslíku, které je systém schopný využít (Meško a kol., 2005). Tento způsob dále dělíme dle převažujícího zdroje energie na způsob anaerobní alaktátový a anaerobně laktátový.

- **Aerobní způsob získávání energie** – dominantně se využívá při tělesných aktivitách vytrvalostního charakteru trvajících déle než 2 – 3 minuty (Meško, 2005). Úroveň těchto aerobních schopností je vyjádřena  $VO_2\max$  a bývá značně ovlivněna dědičností (80 %). Jsou určeny  $VO_2\max$  přijatým organismem při zátěžovém testu se zvyšovanou zátěží do subjektivního maxima spojeným se spirometrickou analýzou vydechovaných plynů. Tyto schopnosti jsou limitujícím faktorem výkonnostních a vytrvalostních dispozic jedince.

Využívání různých metabolických systémů pro získání zdroje energie je podmíněno typem zatížení, jeho intenzitou a délkou jeho trvání. V běžném životě dochází ke kombinaci více způsobů získávání energie najednou, podle hlavní složky je dle Havlíčkové a kol. (2004) možné jejich rozdělení na:

- **Rychlostní zatížení** (do 15 s) – využívá systém makroergních fosfátů ATP a kreatinfosfát (CP) s nepatrnou tvorbou laktátu.
- **Rychlostně vytrvalostní zatížení** (15 – 50 s) – využívá ATP, CP a také anaerobní glykolýzu s tvorbou laktátu.
- **Krátkodobé vytrvalostní zatížení** (do 2 min) – využívá anaerobní glykolýzu s velmi vysokou tvorbou laktátu.
- **Střední vytrvalostní zatížení** (2 – 11 min) – využívá hlavně glycidy se střední tvorbou laktátu.
- **Dlouhé vytrvalostní zatížení** (11 – 60 min) – využívá glycidy a lipidy s malou tvorbou laktátu.
- **Velmi dlouhé zatížení** (nad 60 min) – využívá převážně lipidy a glycidy, laktát se tvoří jen v malé míře.

## **Kyslíkový deficit a kyslíkový dluh**

Kyslíkový deficit je vyjádřen existujícím nepoměrem mezi nabídkou a poptávkou kyslíku bezprostředně po zahájení práce. Rozvíjí se, protože transportní systém není schopen dodat jeho dostatečné množství pracujícím tkáním. Tento deficit se postupně vyrovnává po ukončení zátěže formou kyslíkového dluhu. Ten představuje veškerou nadspotřebu kyslíku nad klidovou hodnotu a je považován za kvantitativní měřítko anaerobního metabolismu. Skládá se ze tří složek. První rychlá alaktátová slouží k obnově ATP a CP během prvních 2 – 3 minut po ukončení zátěže, druhá je pomalá laktátová a vede k resyntéze glykogenu a třetí pomalá alaktátová obnovuje klidové funkčně metabolické podmínky (Havlíčková a kol., 2004).

## **Anaerobní práh**

Je intenzita zátěže, během které dochází, u převážně aerobního způsobu krytí energetických požadavků organismu, k přidávání a postupnému nárůstu také způsobu anaerobního. Důsledkem toho dochází ke zvýšené tvorbě a kumulaci laktátu se zvýšením koncentrace vodíkových iontů (Havlíčková a kol., 2004).

### 2.6.1.2 Adaptace metabolismu na zátěž

#### **Adaptace anaerobního systému získávání energie**

Spočívá především ve zvýšení obsahu ATP a CP ve svalové tkáni. Tyto zdroje energie se jako hlavní uplatňují pro svalovou činnost v prvních zhruba 20 s. Rychlost jejich spotřeby je vyšší v rychlých svalových vláknech, a proto se tyto adaptační mechanismy uplatňují zejména při rozvoji rychlostních pohybových schopností. Po silovém tréninku je přizpůsobení organismu spojeno převážně s hypertrofií svalových vláken především rychlého typu. Také byla pozorována zvýšená aktivita některých enzymů regulujících tvorbu ATP. Adaptace organismu se může projevit i zvýšenou hodnotou kyslíkového dluhu a při větší kapacitě anaerobní glykolýzy mohou být pozorovány také vyšší koncentrace laktátu při maximální zátěži (Havlíčková a kol., 2004).

## **Adaptace aerobního systému získávání energie**

Dochází ke zvýšení aerobního výkonu, který je vyjádřen spotřebou kyslíku jak na úrovni transportního systému pro kyslík, tak na úrovni svalových buněk. Dochází ke zvyšování obsahu mitochondrií ve svalových vláknech a také ke zvýšení počtu krevních kapilár. Vytrvalostní trénink vede také k výraznému snížení podílu rychlých glykolytických vláken. Mimo to lze prokázat zvýšenou aktivitu enzymů v mitochondriích, zvyšující se hladinu buněčných energetických zásob ve formě svalového glykogenu a také rychlejší mobilizaci tuků z tukové tkáně.

Při vytrvalostním tréninku by měla být intenzita cvičení vzhledem k hodnotě  $VO_2\max$  co nejvyšší, ale neměla by vést k výraznější produkci laktátu se současným ovlivněním vnitřního prostředí. Těmto požadavkům odpovídá intenzita zátěže blízká úrovni anaerobního prahu jako nejvyšší možná úroveň pracovní činnosti, při níž k úhradě energie slouží především aerobní procesy. Zde produkce laktátu odpovídá jeho spotřebě. Z těchto důvodů je také úroveň anaerobního prahu považována za relativně bezpečný limit intenzity zátěže i při doporučování fyzické aktivity nemocným. Při překročení anaerobního prahu může dojít k prudkému zvýšení koncentrace vodíkových iontů, rozvoji metabolické acidózy a k následnému poškození zdraví (Havlíčková a kol., 2004).

### **2.6.2 Typy svalových vláken**

V lidském těle existuje několik druhů svalových vláken:

- **Typ I – SO (slow oxidative)** – pomalá oxidační vlákna s vysokým obsahem myoglobinu, která jsou pro svou barvu označována také jako červená, mají velkou oxidační kapacitu a jsou pomalu unavitelná, a tak se uplatňují především při vytrvalostních zátěžích a činnostech nižší intenzity.
- **Typ II A – FOG (fast oxidative glycolytic)** – rychlá oxidační glykolytická vlákna se střední oxidační kapacitou, vysokou glykolytickou kapacitou, rychlou kontrakcí a středně rychlou unavitelností. Uplatňují se především při zátěžích střední až submaximální intenzity, kterou provází aerobní i anaerobní způsoby úhrady energie.

- **Typ II B – FG (fast glykolytic)** – rychlá glykolytická vlákna s nízkou oxidační kapacitou a nejvyšší glykolytickou kapacitou. Tato vlákna se dokáží rychle kontrahovat, ale jsou také rychle unavitelná. Zapojují se při silových a rychlostních výkonech maximální intenzity s převahou anaerobního energetického metabolismu.

Tyto jednotlivé typy svalových vláken se aktivují při svalové práci podle různé intenzity svalové kontrakce. Při nízkých intenzitách jsou aktivovány především pomalá vlákna typu I a až se vzrůstající intenzitou kontrakce se postupně aktivují také rychlá oxidativní vlákna typu II A a nakonec i rychlá glykolytická typu II B. Zastoupení těchto typů vláken v jednotlivých svalech je u různých jedinců značně individuální. Uvádí se, že až z 90 % je jejich poměr geneticky podmíněn. Mimo to záleží také na převažující funkční vlastnosti daného svalu, na typu převažující aktivity jedince a způsobu, jakým tyto svaly v průběhu života individuálně zatěžuje (Placheta a kol., 1999).

Určování podílu rychlých a pomalých svalových vláken je významnou součástí posuzování předpokladů jedince k různému typu svalové aktivity (rychlostní, silová, vytrvalostní). Jejich podíl se mění také s věkem, kde dochází k procentuálnímu nárůstu pomalých svalových vláken a tak i k zisku lepších předpokladů pro vytrvalostní pohybové aktivity. Nutno však podotknout, že jde pouze o změnu v podílu jednotlivých typů těchto vláken, a tak v absolutních hodnotách může vytrvalostní výkonnost s přibývajícím věkem klesat (Havlíčková a kol., 2004).

### 2.6.3 Transportní systém pro kyslík

Tento systém je tvořen komplexem orgánů a jejich funkcí, které mají za úkol zajištění přísunu kyslíku a zdrojů energie k pracujícím svalům i ostatním tkáním a následný odsun  $\text{CO}_2$  a zplodin metabolismu. Mezi jeho základní složky patří respirační a kardiovaskulární systém spolu s krví (Havlíčková a kol., 2004).

Funkce transportního systému a aktivity oxidativních procesů v mitochondriích kosterních svalů je nejlépe vyjádřena spotřebou kyslíku. Ta je komplexním parametrem, který odráží schopnost celého organismu reagovat na zátěž a je přímo úměrná vykonané práci. Vyjadřuje maximální funkční aerobní kapacitu jedince a její určování se používá při testování funkční zdatnosti sportovců i nemocných. Za bazálních podmínek v klidu a bdělém stavu odpovídá u dospělých přibližně  $3,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Tato hodnota se označuje jako metabolický ekvivalent (1 MET). Vyjadřuje skutečnost, kolikrát

je jedinec schopen v průběhu zátěže zvýšit svoji klidovou spotřebu kyslíku. Během zátěže hodnota příjmu kyslíku mnohonásobně stoupá.

VO<sub>2</sub>max udává maximální množství kyslíku, které je jedinec schopen dopravit do organismu během stupňující se dynamické zátěže a které se i přes pokračování zátěže již dále nezvyšuje. Zdravotně oslabení jedinci nemusí maximálního příjmu kyslíku dosáhnout. Proto se spotřeba kyslíku na úrovni nejvyšší dosažené zátěže hodnotí jako vrcholová spotřeba kyslíku.

Diference v příjmu kyslíku jsou podmíněny nejen charakterem, intenzitou a délkou trvání tělesné aktivity, ale i funkcemi jednotlivých komponentů transportního systému a v neposlední řadě typem svalových vláken, jejich vzájemným poměrem a oxidativní kapacitou. Celková aerobní kapacita vyjádřená pomocí VO<sub>2</sub>max by měla být důležitým kritériem při výběru jedinců pro aktivity dlouhodobě vytrvalostního charakteru (Havlíčková a kol., 2004).

#### **2.6.4 Kardiovaskulární systém**

Hlavním úkolem této soustavy, tvořené především srdcem, dále pak systémem tepen, žil a vlásečnic, je zajištění jednosměrného oběhu krve a její transport včetně látek v ní obsažených do tkání. Do pohybu je krev uváděna rytmickým střídáním kontrakce a relaxace srdečního svalu a její jednosměrné proudění je zabezpečeno systémem chlopní.

Specializovaná srdeční tkáň má také schopnost tvořit elektrické impulsy a převádět je tak, aby docházelo k optimálním stahům srdečních předsíní a komor. Součástí této tzv. převodní soustavy srdeční je i sinoatriální uzel, který tyto elektrické impulsy tvoří nejrychleji. Ten za normálních okolností udává přirozený srdeční rytmus, který se při tělesném klidu pohybuje v rozmezí 60 – 100 tepů za minutu a je měřitelný jako srdeční frekvence (SF).

Faktory, kterými můžeme hodnotit správnou funkčnost kardiovaskulární soustavy a druhotně také stupeň předpokladů jedince k zvládnutí zátěže organismu, míry jeho adaptace na ni i celkové výkonnosti, jsou systolický objem, tepový kyslík, ejekční frakce a krevní tlak (TK). Ten je ovlivňován řadou složitých mechanismů centrálních i periferních. Měříme TK systolický a diastolický, kde klidové hodnoty jsou kolem 140/90 mm Hg (Havlíčková a kol., 2004).

#### 2.6.4.1 Reakce kardiovaskulárního systému na fyzickou zátěž

##### **Reakce na dynamickou zátěž**

Tato zátěž je charakterizována cyklickým zatížením se střídáním napětí a uvolnění svaloviny. Tento děj příznivě ovlivňuje krevní oběh, přívod živin i kyslíku k pracujícím svalům a také odvod zbytkových metabolitů.

Samotná reakce kardiovaskulárních hodnot na tuto zátěž závisí především na druhu, intenzitě a délce trvání zátěže, individuálních vlastnostech jedince i řadě vnějších vlivů a probíhá ve třech fázích:

- **Úvodní fáze** – předchází vlastnímu fyzickému výkonu. SF se zvyšuje nad klidovou hodnotu vlivem emocí a podmíněných reflexů v komplexu změn, které jsou označovány jako předstartovní stavy.
- **Průvodní fáze** – pro ni je na začátku typický prudký vzestup SF, poté následuje již pozvolnější vzrůst a nakonec se SF ustálí až do doby, dokud intenzita zátěže nepřesáhne úroveň anaerobního prahu. Při jejím překročení pak SF dále narůstá až do svých maximálních hodnot a úplné únavy organismu.
- **Následná fáze** – přichází po ukončení zátěže. SF zpočátku prudce klesá, později je tento pokles pozvolnější. K úplnému návratu do klidových hodnot však může dojít až po několika desítkách minut (Havlíčková a kol., 2004).

Při dynamické zátěži dochází ke zvýšení klidových hodnot systolického objemu až na 120 – 150 ml. Nejvyšších hodnot dosahuje při SF kolem 110 – 120 tepů za minutu. Poté zůstává i při dalším zvyšování zátěže konstantní. Hodnota minutového srdečního objemu se může při dynamické zátěži zvýšit až na 20 – 25 l. Při zátěžích blížících se maximu, tedy při frekvencích kolem 180 – 190 tepů za minutu, dochází k významnému zkrácení doby nutné k optimálnímu plnění srdečních komor a hodnoty systolického i minutového srdečního objemu se začínají u netrénovaných jedinců snižovat. Tento pokles vede k přerušení zátěže.

Další reakcí je také změna TK, jehož systolická složka se při dynamické zátěži zvyšuje. Při konstantních zátěžích nižší až střední intenzity však brzy dosahuje rovnovážného stavu. Také diastolický tlak při těchto intenzitách zůstává bez výrazných změn. Při zvýšení intenzity zátěže dochází k postupnému zvyšování systolického TK, jehož nejvyšší hodnoty dosahující 180 – 240 mm Hg byly naměřeny při

submaximálních zátěžích. Při maximálním krátkodobém zatížení je jeho vzestup již méně výrazný. Diastolický tlak může naopak při vyšších zátěžích v některých případech i klesat. Děje se tak v důsledku rozšíření periferních cév (Havlíčková a kol., 2004).

### Reakce na statickou zátěž

Pro tuto zátěž je typické využívání izometrické svalové kontrakce, kdy dané zatížení je většinou spojeno s udržení předmětu či těla v určité poloze.

Nejvýraznější odpovědí kardiovaskulární soustavy na tento typ zátěže je až extrémní zvýšení krevního tlaku (Havlíčková a kol., 2004). Při velmi vysoké intenzitě tréninku vzpěračů byly popsány hodnoty TK přesahující 480/350 mm Hg (Robergs a Roberts, 1996).

Parametr	Zatížení	
	dynamické	statické
srdeční frekvence	↑↑	↑
periferní odpor	↓↓	↑↑↑
systolický TK	↑↑↑	↑↑↑↑
diastolický TK	0↑↓	↑↑
systolický objem	↑↑	0
minutový srdeční výdej	↑↑↑↑	↓

**Tabulka č. 1 Reakce hemodynamických parametrů na dynamické a statické zatížení. Šipky značí pokles (↓), nebo nárůst (↑) a jejich počet míru výsledné změny, nula znamená neměnný stav (Placheta a kol., 1999)**

#### 2.6.4.2 Adaptace kardiovaskulárního systému na zátěž

U trénovaných jedinců dochází ke snížení klidové SF až na 30 – 35 tepů za minutu. Tato tzv. sportovní bradykardie značí převahu vlivu parasympatické větve autonomního nervového systému nad sympatikem. Trénovaní jedinci dosahují nižší tepové frekvence také při provádění fyzických výkonů a po ukončení zátěže mají výraznější rychlost návratu SF k původním hodnotám.

Stejně tak dochází u trénovaných jedinců ke zvyšování klidové hodnoty tepového objemu na 80 – 100 ml a v průběhu maximální zátěže až na 160 – 200 ml.

Tlakové zatížení srdeční svaloviny při silových disciplínách stimuluje paralelní zmnožení sarkomer a může tak vést ke ztluštění srdečních stěn s normální, nebo dokonce zmenšenou velikostí dutin (koncentrická hypertrofie).

Objemové zatížení srdeční svaloviny při vytrvalostních disciplínách vede naopak ke zvětšení srdečních dutin při normální či hraniční šíři stěn. Tak dochází k regulativní dilataci s dobrou kontraktilitou, lepšímu využívání laktátu jako energetického zdroje a menším nárokům na dodávku kyslíku (Havlíčková a kol., 2004).

Parametr	Trénink	
	vytrvalostní	silový
denzita kostní tkáň	↑↑	↑↑
% tuku	↓↓	↓
aktivní svalová hmota	→	↑↑
síla	→	↑↑↑
bazální hladina inzulínu	↓	↓
inzulínová senzitivita	↑↑	↑↑
HDL cholesterol	↑→	↑→
LDL cholesterol	↓→	↓→
klidová SF	↓↓	→
tepový objem v klidu	↑↑	→
tepový objem maximální	↑↑	→
klidový TK systolický	↓→	→
klidový TK diastolický	↓→	↓→
VO <sub>2</sub> max	↑↑↑	↑→
bazální metabolismus	↑	↑↑

**Tabulka č. 2 Rozdíly v adaptaci na vytrvalostní a silový trénink. Šipky značí neměnný stav (→), pokles (↓), nebo nárůst (↑) a jejich počet míru výsledné změny (Pollock a kol., 2000)**

### 2.6.5 Dýchací systém

Hlavním úkolem tohoto systému je zajištění výměny plynů mezi organismem a zevním prostředím. Za běžných podmínek je to zcela automatizovaná činnost řízená dýchacím centrem v prodloužené míše. Děje se tak nasáváním vzduchu do plic a jeho následným vypuzováním v důsledku změn nitrohruďního tlaku. Dochází k nim při cyklickém rozpínání hrudníku činností dýchacího svalstva, které vede i k změnám tlaků v samotných plicních sklípcích. Hlavním svalem, který se uplatňuje při klidovém dýchání, je bránice. Ta při aktivním stažení zmenšuje své vyklenutí do hrudního koše



a tím také zvětšuje objem hrudní dutiny. Vedle bránice se na vdechu podílejí také zevní mezižeberní svaly, které spolu s kontrakcí bránice zvedají žebra a následným vyklenutím hrudníku opět zvětšují objem plic. Plíce i hrudník jsou pružné struktury, které jsou elastickými silami při výdechu vráceny do výchozí polohy. Za klidových podmínek je tedy výdech děj pasivní.

Z funkčního hlediska dělíme dýchání nejčastěji na vnější a vnitřní. Vnější dýchání zahrnuje soustavu na sebe navazujících dějů, které mají za úkol zabezpečit transport vzduchu do plicních sklípků a výměnu kyslíku a oxidu uhličitého mezi sklípkovým plynem a krví plicních kapilár. Aby k této výměně došlo a aby mohla být plně využita sklípková nabídka kyslíku, musí proudit kapilárami ventilovaných sklípků dostatečné množství krve. Vnitřní dýchání představuje výměnu plynů mezi buňkou a jejím okolím.

Souhru všech těchto funkcí udržují za fyziologických okolností v klidu i při zátěži složité regulační mechanismy zabezpečující stálost vnitřního prostředí organismu. Jsou řízeny centrálním nervovým systémem a zpětně regulovány periferními receptory (Havlíčková a kol., 2004).

Z funkčního hlediska pak dle Čiháka (2001) dělíme dýchací systém na:

- **Anatomický mrtvý prostor** – objem přibližně 150 ml, zahrnuje tu část dýchacích cest, ve kterých k výměně plynů nedochází (nos, ústa, průdušnice, průdušky).
- **Fyziologický mrtvý prostor** – je určen plicními sklípků, které nejsou v klidu perfundované a proto v nich nedochází k výměně plynů. Jeho ventilace bývá označována jako ventilace funkčního mrtvého prostoru.
- **Efektivní alveolární prostor** – zahrnuje všechny plicní sklípky podílející se na výměně plynů.

Základní hodnoty plicních objemů a z nich odvozené veličiny se určují v jednotlivých dechových polohách. V nádechu (inspiriu) a výdechu (expiriu) při klidném dýchání a v maximálním nádechu a výdechu. Patří mezi ně dechový objem (norma kolem 500 ml), inspirační rezervní objem (norma kolem 3 l), expirační rezervní objem (norma do 1,5 l), reziduální plicní objem, vitální kapacita (průměrné hodnoty u žen kolem 4 – 5 l a 5 – 6 l u mužů) a totální plicní kapacita (Čihák, 2001).

Dalším spirometrickým ukazatelem, který tvoří součást funkčního vyšetření plic, je usilovná vitální kapacita (FVC). Ta představuje množství vzduchu, které může vyšetřovaný po maximálním vdechu co nejprudčeji vydechnout. Její normu pak vypočítáme z následujících rovnic.

$$\text{muži: } [27,63 - (0,112 \times \text{věk})] \times \text{výška [cm]} = \text{FVC [ml]}$$

$$\text{ženy: } [21,7 - (0,101 \times \text{věk})] \times \text{výška [cm]} = \text{FVC [ml]}$$

Dalším ukazatelem je jednosekundový usilovný výdech ( $FEV_1$ ), který udává, kolik litrů vzduchu je vydechnuto během jedné vteřiny při usilovném výdechu. Jeho hodnota by měla být vyšší než 75 % FVC vyšetřované osoby.

Posledním ukazatelem, který jsme v rámci funkčního vyšetření plic měřili, byl vrcholový výdechový průtok (PEF). Tato hodnota určuje maximální dosaženou rychlost průtoku vzduchu při usilovném výdechu za jednu vteřinu (Experimenty s Vernierem na GML – Biologie, online 2014).

## 2.6.6 Krev

Je tvořena tekutou krevní plazmou představující asi 55 – 60 % z celkového objemu krve, obsahující důležité látky, zejména proteiny, minerály, produkty trávení a metabolismu cukrů, tuků, bílkovin i řady dalších látek. V ní jsou rozptýleny buněčné elementy, mezi které patří červené a bílé krvinky a krevní destičky. Procentuální poměr objemu těchto elementů oproti celkovému objemu krve vyjadřuje hematokrit.

### 2.6.6.1 Reakce na zátěž

Na začátku zátěže dochází v důsledku hormonálních podmětů k vyplavení červených krvinek z kostní dřeně a tedy ke zvýšení jejich počtu. Při déletrvajícím zátěži spojené se ztrátou tekutin dochází k dalšímu relativnímu zvýšení jejich počtu a tím i ke zvýšení hematokritu. Zhoršují se tak podmínky pro proudění krve, což se projeví její zvýšenou srážlivostí.

Při tělesné zátěži stoupá i počet bílých krvinek, který dále roste spolu se zvyšující se intenzitou zátěže. Výsledné změny mohou být podobné hodnotám při infekčních onemocněních. Při nadměrném fyzickém, psychickém či emočním zatížení

může u jedince přechodně docházet až k několikadenním změnám funkce bílých krvinek a také se snižuje počet protilátek v krvi. Tento důsledek nepříznivě ovlivňuje imunitní systém a může vést až k poklesu odolnosti organismu proti onemocnění.

Po přerušení zátěže se však tyto změny počtu krevních elementů rychle vrací k výchozím hodnotám (Havlíčková a kol., 2004).

#### 2.6.6.2 Adaptace na zátěž

Při vytrvalostní aerobní zátěži trvajícím delší dobu dochází u jedince ke zvětšení množství krve. Nejprve se zvětšuje objem plazmy, po 2 – 3 týdnech fyzické aktivity pak také počet červených krvinek i celkové množství hemoglobinu. Zvětšení objemu plazmy je však výraznější a proto i přes zvýšení absolutního počtu červených krvinek dochází ke snížení hematokritu a také viskozity krve, které má příznivý vliv na ovlivnění cirkulace krve. Důsledkem těchto změn je pak usnadnění přísunu kyslíku k aktivním svalům (Wilmore a Costil, 2004).

Za adaptační změnu se považuje také zvýšení množství červených krvinek při pobytu ve vysoké nadmořské výšce. Zvyšování jejich počtu zlepšuje podmínky pro transport kyslíku z plic do pracujících tkání (Havlíčková a kol., 2004).

#### 2.6.7 Endokrinní systém

Endokrinní žlázy vytváří hormony, které slouží jako signální molekuly. Krví jsou roznášeny k cílovým buňkám orgánů, které mají odpovídající receptory pro daný hormon. Podle funkce rozlišujeme hormony stimuluující (liberiny) a inhibující (statiny).

Hlavním zdrojem energie v lidském metabolismu je glukóza. Důležitými hormony regulace její hladiny v krvi jsou inzulin a glukagon, které jsou produkovány slinivkou břišní. Společně udržují její hladinu na konstantní úrovni. Inzulin podporuje vstup glukózy do buněk, při zátěži především do svalových vláken, a tím i její ukládání do zásob v podobě glykogenů. Tím snižuje hladinu glukózy v krvi a zároveň uplatňuje své výrazné anabolické účinky. Zabezpečuje ukládání aminokyselin v podobě bílkovin do kosterních svalů, podporuje ukládání zásob ve formě tukové tkáně a stimuluje růst. Při nízké glykémii je uvolňován glukagon, který má oproti inzulinu účinky právě opačné (Havlíčková a kol., 2004).

### 2.6.7.1 Reakce endokrinního systému na zátěž

Při psychické či fyzické zátěži organismu dochází k výraznému zvýšení vyplavování katecholaminů (adrenalin a noradrenalin) z dřene nadledvin. Jejich hlavním úkolem je dodat zvýšeně zatěžovaným svalům dostatek potřebných látek uvolněním zásobní chemické energie z glykogenu a tukové tkáně. Zvyšují také intenzitu a frekvenci stahu srdeční svaloviny, srdeční objem a tím i minutový srdeční objem. Zvyšují TK, snižují prokrvení žaludku, střev i kůže ve prospěch pracujících svalů.

Zvyšuje se také sekrece hormonů z kůry nadledvin. Sem patří mineralokortikoidy (aldosteron – zvyšuje hladinu sodíku a vody v organismu) a glukokortikoidy (kortizol – zvyšuje hladinu glukózy v krvi).

Také se zvyšuje sekrece hormonů z adenohipofýzy a to kortikotropinu, který podporuje zvýšenou činnost sekrece kůry nadledvin, a tyreotropinu, jež vede ke zvýšené produkci hormonů štítné žlázy. Ty zvyšují aktivitu oxidačních mitochondriálních enzymů a tím i rychlost uvolňování energie.

Hladina inzulínu pak při zátěži úměrně klesá s intenzitou aerobní práce. Při anaerobním typu zátěže však bývá jeho sekrece zvýšená, a proto také tento způsob zátěže není vhodný pro redukci tělesné hmotnosti. Ve fázi zotavení pak inzulín stimuluje ukládání zásobních látek a tvorbu bílkovin (Havlíčková a kol., 2004).

### 2.6.7.2 Adaptace systému na zátěž

U výkonnostních a vrcholových sportovců byla nalezena hypertrofie kůry nadledvin a také vyšší hladina kortizolu v krvi. U trénovaných jedinců bývají zvýšené klidové hodnoty hormonů štítné žlázy, jejich sekrece během zátěže a také citlivost k nim. Trénovaní jedinci mají také nižší hodnoty katecholaminů a zvýšený tonus parasymptiku. U sportujících dívek se objevují vyšší hladiny prolaktinu, které mohou negativně ovlivňovat ovulační cyklus, přispívat k opoždění menarche i vzniku primární či sekundární amenorey (Havlíčková a kol., 2004).

## 2.7 Únava a regenerace

Je obranným mechanismem, chránícím zatěžovaný organismus před možným poškozením z přetížení. Bezprostřední příčinou svalové únavy je pokles tvorby ATP při kritickém poklesu energetických rezerv nebo nahromadění kyselých metabolitů.

### 2.7.1 Druhy únavy

Únava může mít charakter celkový či místní, fyzický či psychický a formu akutní či chronickou. Z hlediska konkrétních metabolických změn ve svalech rozeznáváme únavu anaerobní a aerobní.

#### 2.7.1.1 Fyziologická (přirozená) únava

Vzniká přirozeně během pohybové aktivity a v průběhu zotavení postupně mizí. V počátečních fázích se při pohybových aktivitách projevuje ztrátou koordinace, jemné motoriky, změnami v technice apod. Jedná se o jev kladný, sloužící k vyvolání adaptačních mechanismů, a tím i k růstu výkonnosti. Jde o reverzibilní stav organismu, který může mít charakter celkový či místní. Místní únava je vyjádřena svalovou bolestí či snížením svalové síly malých svalových skupin (Havlíčková a kol., 2004).

#### 2.7.1.2 Fyzická (tělesná, svalová) únava

Tuto únavu vnímáme obvykle jako tíhu, slabost, případně bolest nebo ztuhnutí kosterních svalů. Unavené, vyčerpané svaly mají sklon k třesu a křečím. Projevuje se poklesem svalové síly, ztrátou rychlosti a jemné koordinace pohybů (Nauza, 1999).

#### 2.7.1.3 Psychická (duševní) únava

Vnímáme ji většinou jako pocit vyčerpání, ztrátu koncentrace, zhoršení paměti nebo ospalost (Nauza, 1999). V psychické sféře se projevuje nedisciplinovanost, chybí odhad vlastních schopností a dochází ke snížení adaptability na nově vznikající situace (Meško a kol., 2005). Psychická únava se může kombinovat s tělesnou únavou.

#### 2.7.1.4 Patologická únava

Vzniká při opakované pohybové činnosti, kdy přestávky nejsou dostatečně dlouhé na to, aby nastalo plné zotavení. Rozeznáváme dvě formy patologické únavy (Máček a Vávra, 1980):

- **Akutní patologická únava** – lehčí stupeň, který bývá označován jako přetížení, projevuje se prohloubení příznaků fyziologické únavy. Mohou se objevit křeče, nauzea, bledost, rychlý a mělký dech i tep, pocení a bílkovina v moči. Těžký stupeň se označuje jako schvácení. Může končit selháním krevního oběhu a smrtí.
- **Chronická patologická únava** – dochází k dlouhodobému poklesu výkonu, snížení hmotnosti, obranyschopnosti organismu, poruchám trávení, nechutenství, poruchám spánku, podrážděnosti nebo apatii. Prohloubením těchto projevů vzniká tzv. syndrom přetrénování. Vyvíjí se při dlouhodobém nerespektování regeneračních procesů v organismu. Přetěžování pohybového systému může vést ke zmenšení a atrofii svalových vláken, která jsou nahrazována vazivovou tkání.

#### 2.7.1.5 Anaerobní – rychle nastupující únava

Při anaerobním způsobu práce dochází k nadprodukcí laktátu s rozvojem metabolické acidózy. Důsledkem je pokles glykolýzy a snížení tvorby ATP a CP. Acidóza ovlivňuje pohyb iontů na buněčných membránách, zhoršuje podmínky pro vznik a vedení svalových potenciálů a zhoršuje kontraktilitu svalstva. Přítomnost laktátu navíc snižuje mobilizaci tukových rezerv a vede k většímu uplatnění glykogenu jako zdroje energie.

#### 2.7.1.6 Aerobní – pomalu nastupující únava

Při aerobním způsobu práce je výkon limitován kritickým poklesem energetických zásob glykogenu, protože tvorba ATP pouze štěpením tuků bez současného získávání energie z cukrů není možná.

### 2.7.2 Regenerace sil – zotavení

Regenerace sil je biologický a společenský proces, který má za úkol vyrovnat a obnovit reverzibilní pokles funkčních schopností organismu a jednotlivých orgánů. Uplatňuje se tak významnou měrou jako prevence proti poškození z přetížení. Je zabezpečována řadou činností člověka, které mají odstraňovat únavu a obnovovat schopnost vypořádat se úspěšně s novou zátěží (Havličková a kol., 2004).

Zotavení z anaerobního typu rychle vznikající únavy je charakterizováno rychlou resyntézou svalového ATP a CP. Jaterní glykogen je bez nutnosti zvýšeného příjmu sacharidů resyntetizován do dvou dnů. Pro jeho rychlejší tvorbu je zásadní zvýšené množství laktátu v krvi. Měla by převládat aktivní forma odpočinku, která napomáhá zvýšenému průtoku krve zatěžovanými svaly a také rychlejšímu odstraňování zplodin metabolismu.

Zotavení z aerobního typu pomalu vznikající únavy může trvat až tři dny, během kterých probíhá resyntéza svalového i jaterního glykogenu. Resyntéza bývá vlivem zvýšené hladiny inzulínu v krvi nejvyšší v prvních hodinách po ukončení zátěže. Pro její další urychlení je vhodný vyšší příjem sacharidů a převážně pasivní odpočinek.

Vyšší intenzity zátěže vedoucí k vyčerpání glykogenových zásob z rychlých i pomalých svalových vláken zvyšují resyntézu a tím i celkový obsah glykogenu ve svalech. Tento proces trvá přibližně tři dny a vyžaduje dostatečný příjem sacharidů. Důležitý je také dostatečný příjem tekutin, které jsou glykogenem vázány v kosterním svalu. Aminokyseliny jsou organismem využívány především k tvorbě nových kontraktilních proteinů u silových druhů zátěže a k tvorbě červených krvinek u vytrvalostních aktivit (Havličková a kol., 2004).

## 2.8 Význam fyzické aktivity a působení zátěže na vozíčkáře

Samotný pohyb na vozíku představuje velkou fyzickou zátěž a zejména u netrénovaných jedinců může tato nadměrná kardiorepirační zátěž vést k únavě. Namáhání horních končetin nepřináší odpovídající užitek a přitom výrazně zatěžuje oběhový i dýchací systém. V porovnání se svalstvem dolních končetin dochází k rychlejší únavě, protože horní končetiny obsahují více rychlých svalových vláken, která vyžadují více energie k dané práci a nejsou tedy primárně přizpůsobena k lokomoční funkci organismu. Tak dochází i během běžných denních činností k jejich přetěžování, které se projevují zejména v oblasti ramenního kloubu (Kučera, 1997).

Kábele (1992) tvrdí, že bezprostřední nevýhoda vozíčkářů je v tom, že mají omezenou schopnost oxygenace a použití síly horních končetin. Tyto snížené schopnosti jsou dále redukovány přidruženými poruchami neuromuskulárními, sníženou svalovou i kardiorepirační zdatností, které jsou výsledkem života na vozíku a tedy i vynuceného sedavého způsobu života. Dalšími faktory, přispívajícími k malé efektivitě ruční lokomoce, jsou velká míra statické práce a nepříznivé histochemické poměry svaloviny horních končetin (Kučera, 1997).

Význam fyzické aktivity je pro osoby upoutané na vozík mnohostranný a v mnoha ohledech ve své rehabilitační složce daleko důležitější než u osob ostatních. Kromě přirozeného udržování či zvyšování tělesné kondice slouží pohyb a sport u vozíčkářů i jako vhodné vyplnění volného času, nácvik obratnosti a nových dovedností a pozitivně ovlivňuje zdravotní, psychické i sociální klima tělesně postiženého. Tak pomáhá fyzická aktivita přispívat k možnosti žít plnohodnotný život, včetně lepšího zapojení se do rodinného života či pracovního procesu. Z tohoto hlediska je proto pro vozíčkáře důležitý rozvoj základních pohybových schopností a dovedností, tedy síly, rychlosti, vytrvalosti a obratnosti včetně plynulého a efektivního způsobu zvládnutí jízdy na vozíku. Dále je třeba si osvojit žádoucí regenerační a kompenzační metody, jako jsou psychorelaxační technika, kompenzační cvičení proti svalovým dysbalancím, posilování, strečink aj. Důraz je kladen také na formování psychických vlastností jedince, především tedy volního úsilí, koncentrace, zvládání emocí, adaptace, kooperace, kompenzace pocitů méněcennosti a možnost seberealizace. Dále by se měli naučit překonávat sociální bariéry a navazovat kontakty a v neposlední řadě pak předcházet vzniku zdravotních komplikací, které jsou způsobeny především nedostatkem pohybu a stresovými faktory (Kábele, 1992).



K tomu, aby se však člověk zapojil do jakékoliv pohybové nebo psychické činnosti je důležitá motivace. U vozíčkářů je tento aspekt někdy velmi nepředvídatelný a tvoří velké procento možnosti úspěšné rehabilitace, integrace jedince do běžné společnosti i vytrvání v provozování fyzické aktivity, která druhotně přináší pozitivní vliv na všechny předchozí faktory (Čížková, 1996).

Pro vozíčkáře je tak prospěšné zvykat si na fyzické aktivity a přiměřenou, pravidelnou zátěž z hlediska jak fyziologického tak psychologického, které se pro ně stávají základními prvky celého komplexního rehabilitačního procesu (Kábele, 1992).

## **2.9 Adaptace organismu na zátěž při cvičení s krankcyklem**

Během 30-ti minutového jednorázového cvičení na krankcyklu bylo dle studie Boyera a kol. (2010) dosaženo v skupině 20 probandů průměrné intenzity cvičení odpovídající hodnotě 72% maximálního využití vitální kapacity plic. Průměrný kalorický výdej pak činil 269 kcal po absolvování jedné této cvičební jednotky.

Účinek zátěže krátkodobého tříměsíčního tréninku na krankcyklu poukazuje na vysokou efektivitu tohoto přístroje zvláště u tělesně postižených s poraněním míchy, pro které je jedním z rozhodujících aspektů pro udržení dobré fyzické kondice již pouhá možnost tento přístroj plně využívat. Toto cvičení je finančně dostupné a značně adaptabilní pro takto specifickou skupinu uživatelů, kteří pokud chtějí něco udělat pro své zdraví a kondici, často se potýkají s problémem najít vůbec nějaký vhodný cvičební přístroj nebo tréninkový program. Tuto potřebu krankcykl dokonale naplňuje a trénink s ním přináší dobré výsledky srovnatelné s jinými tréninkovými programy určenými pro osoby s poraněním míchy (Figoni, 2003).

Během tříměsíční studie prováděné na desetičlenné skupině tělesně postižených a kontrolní skupině zdravých jedinců bylo zjištěno, že při identických cvičení na krankcyklu dosahují handicapovaní téměř stejného zlepšení jako jedinci bez tělesného postižení a mohou tak efektivně a cíleně zlepšovat svoji fyzickou kondici. Výrazněji menšího zlepšení dosáhli handicapovaní pouze u zvýšení vitální kapacity plic (8 % oproti 21 %) a u zvýšení síly *m. triceps brachii* (47 % oproti 93 %). Na druhou stranu významného zlepšení dosáhli handicapovaní při snížení obvodu pasu (3 % oproti

0 %) u kontrolní skupiny. Dalšími sledovanými parametry této studie byl výkon jedince, který u handicapovaných za stanovených podmínek dosahoval po absolvování tréninkového cyklu zlepšení (21 %), krátkodobá vytrvalost dosahovala zlepšení pro pravou horní končetinu (33 %) pro levou (32 %), ramenní flexibilita, důležitá pro správnou funkci tohoto kloubu a určitou samostatnost jedince, se zlepšila na obou horních končetinách (10 %), množství tělesného tuku se snížilo (4 %) a pouze celková váha jedinců zůstala přibližně stejná nebo větší než před zahájením studie (Barfield a kol., 2012).

## **2.10 Pohybové schopnosti**

Pohybové schopnosti se nejčastěji definují jako relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů k pohybové činnosti. V této pohybové činnosti lze rozpoznat projevy složky silové, rychlostní a vytrvalostní, které souhrnně označujeme jako pohybové schopnosti kondiční. Mimo tyto rozdělujeme také pohybové schopnosti koordinační (Choutka a Dovalil, 1991).

### **2.10.1 Silové pohybové schopnosti**

Síla je pohybová schopnost překonávat, udržovat či brzdit určitý vnější odpor pomocí svalové kontrakce. Rozeznáváme sílu statickou a dynamickou.

Statická síla vzniká na podkladě izometrické kontrakce, při které se vzdálenost mezi počátkem a úponem svalu nemění. Zkrácení vlastního svalu je kompenzováno protažením vazivových struktur.

Dynamická síla vzniká, pokud dochází ke změně vzdálenosti mezi úpony svalů. Je vyjadřována určitou rychlostí či zrychlením pohybu. Pokud dochází její činností k přiblížení jednotlivých svalových úponů, je tato kontrakce označována jako koncentrická, naopak při jejich oddálení při brzdící fázi pohybu jde o kontrakci excentrickou. Podle rychlosti pohybu, zrychlení a velikosti odporu můžeme silové schopnosti diferencovat na realizované při dynamické svalové činnosti:

- **Výbušná (explozivní) síla** – schopnost spojená s překonáváním nemaximálního odporu maximálním zrychlením.

- **Rychlá síla** – projevuje se při překonávání nemaximálních odporů s nemaximálním zrychlením.
- **Pomalá síla** – projevuje se při překonávání vysokých až maximálních odporů s nemaximálním zrychlením.

Nebo na realizované při statické i dynamické svalové činnosti:

- **Vytrvalostní síla** – je charakterizována schopností mnohonásobně překonávat odpor opakováním pohybu nebo schopností dlouhodobě zevní odpor udržovat.
- **Absolutní (maximální) síla** – je nejvyšší možná úroveň statické nebo dynamické pomalé síly, která je vyjádřena velikostí maximálního odporu, se kterým lze bez ohledu na rychlost nebo hodnotu tahu či tlaku v izometrickém režimu provést požadovaný pohyb.
- **Relativní síla** – přepočítání absolutní síly různých svalových skupin či jejich souhrnů na 1 kg tělesné hmotnosti jedince (Choutka a Dovalil, 1991).

### 2.10.2 Rychlostní pohybové schopnosti

Rychlost je pohybová schopnost konat krátkodobou pohybovou činností (do 20 s) v daných podmínkách bez odporu nebo s minimálním odporem co nejrychleji. Jde o činnost maximální intenzity, vyžadující vysokou koncentraci volního úsilí. Z hlediska rychlostních schopností rozlišujeme rychlost reakce, která se uplatňuje v začátku pohybu, rychlost acyklickou představující rychlost jednotlivého pohybu, rychlost cyklickou danou vysokou frekvencí stále se opakujících pohybů a rychlost komplexní určenou kombinací předchozích, která je nejčastěji vyjadřována v podobě rychlosti lokomoce (Choutka a Dovalil, 1991).

### 2.10.3 Vytrvalostní pohybové schopnosti

Vytrvalost je pohybová schopnost jedince k dlouhotrvající pohybové činnosti. Jde o soubor předpokladů k provádění cvičení s určitou nižší intenzitou co nejdéle nebo po stanovenou dobu s co nejvyšší možnou intenzitou. Rozhodujícími faktory vymezení jednotlivých druhů vytrvalosti jsou především energetické požadavky a způsob jejich zabezpečení. Z tohoto hlediska se dle Dovalila (2002) vytrvalost dělí na:

- **Rychlostní** – značí schopnost vykonat pohybovou činnost absolutně nejvyšší intenzitou co možná nejdéle (do 20 – 30 s). Energeticky je podložena aktivací ATP – CP systému. Doba této činnosti je limitována také nervovou únavou.
- **Krátkodobá** – je schopnost vykonávat činnost co možná největší intenzity po dobu 2 – 3 minut. Dominantním energetickým systémem je anaerobní glykolýza se štěpením glykogenu bez využití kyslíku. Za hlavní příčinu únavy se v tomto případě považuje rychlá kumulace laktátu.
- **Střednědobá** – je schopnost vykonávat pohybovou činnost intenzitou blízkou se nejvyšší možné spotřebě kyslíku po dobu asi 8 – 10 minut. Individuálně nejvyšší aerobní možnosti organismu jsou kombinovány s aktivací anaerobního systému získávání energie. Energetickým zdrojem je glykogen, jehož vyčerpání je hlavní příčinou únavy.
- **Dlouhodobá** – je schopnost vykonávat pohybovou činnost odpovídající intenzity déle než 10 minut. Dominantním způsobem energetického krytí je aerobní způsob úhrady energie s využitím glykogenu a později i tuků.

Vytrvalostní trénink vede ke zvýšení vrcholového příjmu kyslíku. Zvýšení o 15 % až 20 % je typické pro průměrné nesportující jedince po šestiměsíčním tréninku třikrát týdně 30 minut (Wilmore a Costil, 2004). U výborně trénovaných vytrvalců hodnoty vrcholového příjmu kyslíku přesahují  $80 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ .

#### 2.10.4 Koordinační pohybové schopnosti

Obratnostní (koordinační) pohybové schopnosti se obvykle charakterizují jako schopnost řešit rychle a účelně pohybové úkoly různého stupně složitosti. Mezi její hlavní komponenty řadíme schopnost spojování pohybových prvků, schopnost orientace, diferenciaci, schopnost přizpůsobování pohybového jednání vnějším vlivům, schopnost reakce, rovnováhy a dodržování rytmu (Choutka a Dovalil, 1991).

## **2.11 Rozvoj pohybových schopností – využití tréninkové metody**

Zaměření kondičního tréninku vybraných probandů bylo provedeno s ohledem na jejich aktuální fyzické i fyziologické předpoklady získané během vstupního testu. Dle jejich předpokladů na rozvoj jednotlivých zkoumaných parametrů pak bylo nastaveno tak, aby individuálně přineslo co nejlepší a nejefektivnější možné zlepšení fyzické kondice při určeném stupni i frekvenci zatěžování. Tréninková příprava i jednotka byla vedena dle uznávaných cvičících metod tak, aby se zaměřila na rozvoj jednotlivých pohybových schopností probanda a měla tak dostatečný vliv na rozvoj sledovaných parametrů projevujících se formou silových, rychlostních, vytrvalostních a obratnostních dovedností. Zároveň měla za úkol pozitivně ovlivnit fyziologické předpoklady pro možnost lepšího zvládnutí tréninkové i každodenní zátěže a docílit tak zlepšení na úrovni kardiovaskulárního i respiračního systému. Dalším úkolem bylo ovlivnění tělesného složení i celkové hmotnosti probandů.

V předem nastavených a cílených postupech byly využity následující jednotlivé metody pro rozvoj příslušných parametrů. Celkové nastavení tréninkové jednotky bylo sestaveno tak, aby obsahovala příslušné základní složky dle uznávaných zásad cvičebního programu, tedy část úvodní (zahřívací fáze a příprava na vlastní cvičební jednotku), sportovní a závěrečnou (uklidňující) (Kábele, 1992).

### **2.11.1 Metody rozvoje silových schopností**

Zde vycházíme z variací metod stimulujících svalové napětí, které jsou vymezeny velikostí odporu, rychlostí pohybu a dobou trvání určené zátěže. S ohledem na možnosti probandů i krankcyklu samotného byly přizpůsobeny tak, aby přinesly co možná největší efektivitu svého působení a zároveň byly přesně definované a tudíž ověřitelné i v dalších studiích. Následující text shrnuje stručnou charakteristiku těchto technik řazených od nejvíce využívaných během tréninku až po ty nejméně využívané.

#### **2.11.1.1 Metoda kontrastní**

Využívá střídání různých odporů, v důsledku čehož je možné dosahovat také různých rychlostí pohybů i různého počtu opakování. Podle převažujícího zaměření této metody je dosahováno zlepšení silové, rychlostní či vytrvalostní pohybové schopnosti,

přičemž působení na silovou složku bývá neúčinnější a její aplikace se pak příznivě odráží ve zlepšení vnitrosvalové i mezisvalové koordinace (Choutka a Dovalil, 1991). V našem případě byla velikost odporu stanovena v rozpětí 30 – 80 % maxima zátěže snesitelné probandem při počtu opakování 5 – 10, který byl charakterizován počtem otočení obou klik krankcyklu. Posilovací série začínaly od nejnižších hodnot zatížení (30 – 40 % maxima) při počtu opakování 10, přes postupné zvyšování odporu až do 80 % maxima a snižování počtu otočení klik až na 5. Tyto série byly pro zvýšení variability cvičení zařazovány i v opačném sledu, případně kombinovány.

#### 2.11.1.2 Metoda opakovaných úsilí

Využívá několikanásobného opakování při nemaximálním odporu a nemaximální rychlosti pohybu (Choutka a Dovalil, 1991). V našem tréninku se jednalo o počty opakování 10 a 15 přičemž měl proband za úkol vydržet stálé tempo při současném zvyšování odporu podle jeho vzrůstajících silových schopností tak, aby se odpor stále blížil 80 % jeho maxima. Tato metoda vede k hypertrofii svalů a tedy i přírůstku silového potenciálu a také ke zlepšení nervosvalové koordinace.

#### 2.11.1.3 Metoda maximálních úsilí

Její podstatou je překonávání nejvyšších možných odporů o velikosti 95 – 100 % maxima při pomalé rychlosti pohybu a počtu opakování 1 – 3. Tuto metodu jsme využívali nejčastěji jako přípravnou metodu pro metodu opakovaných úsilí, neboť její působení zvyšuje množství aktivovaných svalových vláken, které v následném tréninku umožní jejich lepší zapojení. Samotná tato metoda však ke zvyšování hypertrofie svalů nevede (Choutka a Dovalil, 1991).

### 2.11.2 Metody rozvoje rychlostních schopností

V rámci tréninku rychlostních schopností jednotlivých probandů jsme se individuálně zaměřili na trénink základních rychlostních složek. Mezi ně patří schopnost akcelerace, maximální frekvence pohybů a schopnost rychlé změny pohybů. Ty se mimo svůj hlavní cíl zaměřený na rozvoj rychlostních schopností staly také významným prostředkem k podpoře silových, vytrvalostních i koordinačních

schopností. Jako další z forem rychlostních schopností jsme doplňkově rozvíjeli také rychlost reakce pomocí základní metody opakování a měření rychlosti reakce na zvukový signál. V našich podmínkách jsme se ale bohužel museli spolehnout pouze na subjektivní hodnocení získaného efektu.

#### 2.11.2.1 Metoda celkového rozvoje rychlostních schopností

Při této metodě jsme mimo doporučení literatury (Choutka a Dovalil, 1991) vycházeli také z individuálního nastavení pro každého probanda. Odpor jsme volili v kombinaci s nácvikem ostatních schopností v rozmezí 50 – 80 % maxima při krátkodobé maximální intenzitě zatížení. Cílem bylo dle typu nácviku dosažení maximální rychlosti či akcelerace pohybu. Doba trvání cvičení se pohybovala v rozmezí 5 – 20 s tak, aby odpovídala současným poznatkům o rychlostním zatížení a nejednalo se o rychlostní vytrvalost, která by zabraňovala dosažení skutečně maximální rychlosti pohybu. Interval odpočinku jsme volili podle délky a intenzity zatížení i dle subjektivních pocitů probanda v rozmezí 2 – 5 minut. Počet opakování těchto cvičebních sérií se pohyboval v rozmezí 3 – 5.

#### 2.11.2.2 Metoda rychlostní (silově rychlostní)

Využívá středních odporů o velikosti nejčastěji kolem 30 – 60 % maxima. To umožňuje zapojení vysoké až maximální rychlosti pohybu při počtu opakování 6 – 12 (Choutka a Dovalil, 1991). V našich tréninkových jednotkách jsme volili 10 opakování při konstantním odporu 50 % maxima a stále se zvyšující rychlosti, kontrolované pomocí časomíry, až do úplného rychlostního maxima probanda. Záměrně vyšší intenzita odporu byla zvolena opět z důvodů zaměření se na silovou složku tréninku.

#### 2.11.2.3 Rychlostní vytrvalost

Zařazuje se až po samotném rychlostním tréninku a rozvíjí se při rychlostním zatěžování krácením intervalů odpočinku, nebo naopak postupným prodlužováním délky trvání cvičení při maximální rychlosti pohybu. Doba cvičení se pohybuje v rozmezí 5 – 20 s s maximální intenzitou zatížení a poměrem zatížení a zotavení 1 : 4 (Choutka a Dovalil, 1991). My jsme délku cvičení vymezili počtem opakování v rozmezí 5 – 10 dle výdrže probanda.

### 2.11.3 Metody rozvoje vytrvalostních schopností

Základními principy této metody jsou schopnost jedince udržet nastavenou intenzitu zátěže při stále se prodlužující době cvičení až na celkovou dobu tréninkové jednotky (1 hodina), nebo postupné zvyšování intenzity cvičení při jednotlivých tréninkových jednotkách a konstantní délce trvání cvičení (30 minut). Pomocným faktorem měření intenzity zátěže je kontrola SF sporttesterem a její udržení na předem určené hranici. Tento vytrvalostní trénink představuje hlavní podíl na ovlivnění především fyziologických funkcí zúčastněných orgánů a systémů. Svou podstatou jde o aerobní způsob trénování, které má také největší vliv na mechanismy adaptačních procesů v organismu včetně rozvoje kardiovaskulárních a respiračních funkcí (Choutka a Dovalil, 1991). V našem případě jsme využívali kombinaci těchto dvou základních principů. Pro svou časovou náročnost a snadnou možnost zjištění míry ovlivnění fyziologických funkcí při cvičení s krankcyklem zahrnovaly tyto formy tréninku největší část všech tréninkových jednotek.

#### 2.11.3.1 Metody ovlivňující dlouhodobou a střednědobou vytrvalost

- **Intervalové metody** – jsou charakterizovány plánovitým členěním cvičení požadované intenzity na fáze zatížení a zotavení, přičemž interval odpočinku neumožňuje plné zotavení. Tato metoda má za účel výrazně ovlivnit dýchací procesy, rozvoj srdečního svalu a aerobní výměnu ve tkáních. Souhrnně se tedy projevuje poměrně rychlým zlepšením  $VO_2\max$ . Toto zlepšení však nebývá příliš stabilní. Nastavená doba zatížení je 90 s při udržování stálé intenzity zatížení pomocí SF kolem 90 % maxima. Při aktivním odpočinku je dovoleno klesnout SF až na 60 % maxima, k tomuto poklesu však musí dojít nejdéle do 90 s, a pokud se tak nestane, je vhodné cvičení ukončit (Choutka a Dovalil, 1991).
- **Metody nepřerušovaného zatěžování** – jedná se o souvislé cvičení bez přerušování po dobu delší než 30 minut s nízkou intenzitou zatížení, tedy převážně v aerobním režimu trénování. To vede ke zlepšení využívání kyslíku a rozvoji aerobní kapacity, ale menšímu ovlivnění  $VO_2\max$  (Choutka a Dovalil, 1991). V našem případě jsme tuto metodu přizpůsobili podobnému nastavení, které volil i Boyer (2009) ve své práci zaměřené na cvičení s krankcyklem. Probandi tak měli za úkol udržovat intenzitu zatížení nad 80 % maxima SF po dobu 30 minut. Doplňkovou variantou



tréninku pro již čistě dlouhodobou vytrvalost pak bylo cvičení s úrovní intenzity nad 60 % maxima SF po dobu 1 hodiny.

#### 2.11.3.2 Metody ovlivňující krátkodobou vytrvalost

Jsou charakterizovány schopností vykonávat pohybovou činnost co možná nejvyšší intenzity nepřetržitě po dobu 2 – 3 minut. Tato metoda má vliv především na rozvoj anaerobní kapacity (Choutka a Dovalil, 1991). V našem případě jsme volili variantu zátěže po dobu 30 s s relativně maximální intenzitou cvičení. Toto nastavení bylo záměrně zvoleno jako nejpodobnější úvodnímu Wingate testu. Dobu odpočinku jsme zkracovali po 30 s od úvodních 3 minut až po 1 minutu. Celková doba tohoto cvičení pak nepřekročila 30 minut.

#### 2.11.4 Metody rozvoje obratnostních schopností

Koordinační schopnost každého probanda byla určena na začátku testování provedením přesného sledu předem nastavených pohybů na krankcyklu a pomocí časomíry změřena jejich rychlost se subjektivní kontrolou plynulosti průběhu provedení. Nácvik této složité pohybové jednotky za současného dosažení co nejrychlejšího času při minimálním odporu pak vedl ke zvýšení rychlosti daného pohybu i zlepšení koordinačních schopností jedince.

## **3. CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem této práce je zjistit, zda u vybraných vozíčkářů dojde po uplynutí dvanáctitýdenního tréninkového cyklu s krankcyklem ke změně vybraných fyziologických, fyzických, kondičních i pohybových parametrů, která by představovala adaptaci jejich organismu na tento druh zátěže.

Zhodnocením výsledků těchto změn pak chceme prokázat, zda se trénink s krankcyklem a námi nastavený individuální tréninkový plán jeví pro dané vozíčkáře v rámci jejich diagnózy a postižení jako efektivní a tedy případně vhodný také k jejich rehabilitaci, kondičnímu tréninku, zlepšení kardiovaskulárních a respiračních funkcí, zmírnění vnímání zátěže a únavy organismu, změně v poměrech složení těla, zlepšení pohybových a především vytrvalostních schopností a ke zvýšení flexibility ramenních a loketních kloubů, které jsou u vozíčkářů pro provádění jednotlivých běžných denních úkonů, jejich lokomoci, sebeobsluhu a tedy i kvalitu života stěžejní.

### **3.2 Úkoly práce**

Úkolem teoretické části diplomové práce bude vytvořit literární přehled dané problematiky. Hlavním úkolem praktické části bude provedení laboratorních a dalších měření zkoumaných parametrů. Získané výsledky budou podkladem pro vytvoření specifických individuálních tréninkových plánů testovaných probandů. Následně zajistíme jeho plnění a záznam průběhu. Po ukončení tréninkového cyklu provedeme přeměření vstupních parametrů a provedeme jejich kvantitativní i kvalitativní zhodnocení. Porovnáme je s výsledky vstupního testu a případné vzniklé změny v adaptaci organismu na tuto zátěž poslouží k ověření hypotéz naší práce. Na základě podobností těchto výsledků s výsledky obdobně provedených studií posoudíme, zda se námi zvolený trénink s krankcyklem prokázal u daného probanda jako efektivní a tedy vhodný ke zlepšení jeho kondice, zdravotního stavu, fyziologických a fyzických parametrů i jeho pohybových schopností a zda je nastavenou intenzitou i charakterem cvičení vhodný také k jeho rehabilitaci.

### 3.3 Hypotézy

1) Naší první hypotézou je, že u testovaných vozíčkářů dojde vlivem námi zvoleného cíleného a pravidelného tréninku s krankcyklem ke změně sledovaných parametrů a tedy i k viditelné adaptaci jejich organismu na tuto specifickou zátěž.

2) Druhou hypotézou je, že dle způsobu nastavení tréninků s krankcyklem na základě převažujících potřeb a zjištěných předpokladů probandů dojde k nejvýraznějším zlepšením v oblasti vytrvalostních pohybových schopností, svalové síly horních končetin a tělesné stavby a složení těla.

3) Třetí naší hypotézou je, že krankcykl lze využívat jako vhodný a efektivní cvičební nástroj pro rozvoj a zlepšení fyziologických, fyzických i pohybových předpokladů vozíčkářů a lze jej tedy uplatnit také v rámci jejich rehabilitačních programů.

## 4. METODIKA PRÁCE

Tato diplomová práce je pilotní případovou studií v dané problematice. Jedná se o kvalitativní kvasiexperimentální vícefaktorový výzkum (Hendl, 2005). Zkoumá vliv dvanáctitýdenního tréninkového období, během kterého bude pět záměrně vybraných vozíčkářů s různým stupněm pohybového postižení absolvovat dvakrát týdně individuálně nastavený hodinový trénink s krankcyklem. Ten bude sestaven dle předchozích zkušeností, získaných ze studií zabývajících se účinností či formou tréninku s krankcyklem nebo mechanickým klikovým ergometrem pro horní končetiny (Davis a Shephard, 1990; Yim a kol. 1993; Rodgers a kol., 2001; Boyer, 2009). Dále se budeme snažit zajistit co možná nejvyšší stupeň zlepšení sledovaných výkonnostních i jiných funkčních či tělesných parametrů a fyziologických markerů daných jedinců. Tyto sledované parametry jsme volili s ohledem na námi nalezené obdobné předchozí studie (Yim a kol. 1993; Rodgers a kol., 2001; Boyer, 2009; Johnson, 2010; Barfield a kol., 2012) tak, aby bylo možné vzájemné porovnání jejich změn. Probandi pro tuto studii byli vybráni z řad handicapovaných vozíčkářů navštěvujících rehabilitační Centrum Paraple v Praze. Byli seznámeni s průběhem a hlavními záměry této práce a předem podepsali svůj informovaný souhlas. Tomu předcházelo i schválení celého designu výzkumu etickou komisí UK FTVS.

### 4.1 Popis zkoumané populace

Výzkumný soubor tvoří celkem pět vozíčkářů navštěvujících Centrum Paraple v Praze. Jedná se o záměrný výběr, kdy je kladen důraz na reprezentativnost a výpovědní hodnotu zkoumaného vzorku populace. Z tohoto důvodu byl u daného vzorku zvolen různý stupeň míšní léze od Th<sub>12</sub>-L<sub>4</sub> po lézi C<sub>5</sub>, tedy od forem nízké paraplegie až po 2. stupeň tetraplegie. Formulace závěrů se opírá spíše o expertní hledisko, než o statistickou metodologii (Zvárová, 1999).

Výzkumu se zúčastnili 4 muži a 1 žena ve věku od 21 do 48 let na různém stupni počáteční fyzické i sportovní zdatnosti. Příčinou jejich pohybového postižení byl úraz s následným poraněním míchy. Zvolena byla také odlišná doba uplynulá od vzniku jejich poranění, kdy u 2 probandů šlo o případy v rané fázi do 2 let od vzniku poranění a u zbývajících 3 o dobu přesahující 15 let od vzniku poranění. Tak jsme chtěli docílit

možného posouzení vlivu cvičení s krankcyklem u jednotlivých časově odlišných stádií adaptace organismu na toto poranění. Všichni vybraní jedinci přišli s krankcyklem do kontaktu a již na něm v rámci své průběžné rehabilitace opakovaně trénovali. Toto kritérium bylo určeno z důvodů minimalizace následného zkreslení získaných dat, způsobeného neznalostí základních specifik a způsobů trénování s krankcyklem. Tím by zejména u vstupních testů prováděných přímo na krankcyklu, a také v několika následných tréninkových jednotkách, šlo spíše teprve o pouhé seznámení s přístrojem. Tak by mohl být tento trénink i objektivita vstupních měření znehodnocena. Na druhou stranu se jako případná nevýhoda této volby jeví fakt, že nezacvičení jedinci, kteří prozatím neměli tu možnost podstoupit tento efektivní a cíleně zaměřený trénink, by pravděpodobně dosáhli po jeho absolvování daleko výraznějších změn ve smyslu zlepšení.

Aby bylo zabráněno možným komplikacím během samotného výzkumu nebo neschopnostem probandů plnit požadované nároky, byl jejich výběr dále specifikován tím, že každý z nich již absolvoval minimálně rok rehabilitace s aktivním zapojením do programů fyzioterapie a byl tak zvyklý na určitá režimová opatření, které mu měl přinést i tento výzkum. Toto opatření bylo zavedeno z toho důvodu, aby každý z vybraných probandů co možná nejlépe a nejzodpovědněji dodržel nastavený dvanáctitýdenní cyklus tréninkových jednotek a případně přizpůsobil některé své potřeby i čas požadavkům výzkumu.

Takto variabilní vzorek populace byl zvolen právě proto, že se jedná o pilotní studii dané problematiky. Ta by svým nastavením měla obsáhnout co možná největší průřez v pozorování odpovídajících diagnóz a ukázat co možná nejkvalitnější a nejobjektivnější způsoby měření a vedení individuálního tréninku i projektu samotného. Důležitým úkolem této práce bylo tedy zajistit možnost pozorování daných fyziologických i jiných změn u co největšího možného spektra takto postižených jedinců. V případě, že se tento výzkum prokáže jako přínosný, bude vhodné zvolit pro další výzkumy v dané tématice daleko větší vzorek populace se stejným nebo velmi podobným charakterem poranění tak, aby bylo možné dosáhnout přesnějších, validnějších a statisticky lépe hodnotitelných výsledků.

## 4.2 Použité metody

Záměrem této práce bylo získat co nejobektivnější a nejpřesnější hodnotitelné výsledky prokazující dosaženou míru změn pozorovaných parametrů u každého probanda, určit možnou efektivitu tréninku vozíčkářů na krankcyklu a objektivně popsat průběh i nastavení individuálního tréninkového plánu. Toho bylo dosaženo pomocí vyšetření některých zkoumaných parametrů v biomedicínské laboratoři UK FTVS, ostatní parametry pak byly následně dovyšetřeny v prostorách Centra Paraple. Tato vyšetření byla následně zopakována v co možná nejpodobnějších podmínkách i po ukončení celého tréninkového cyklu a získané výsledky obou měření byly následně vyhodnoceny, zaznamenány v přehledných tabulkách, porovnány s předchozími studii a shrnuty v závěrečné diskuzi.

Dané laboratorní vyšetřování zahrnovalo stanovení tělesné výšky vleže s využitím antropometru (s přesností 0,5 cm), tělesné hmotnosti na decimální váze (s přesností 0,1 kg) a z těchto hodnot byl následně vypočítán Body Mass Index (BMI). Bylo zjištěno procento tělesného tuku a množství tukuprosté hmoty (ATH) na základě kaliperace čtyř kožních řas metodou Durnina a Womersleyho (Durnin a Womersley, 1974; Kofsky a kol., 1983). Kontrolního a také podrobnějšího určení rozdělení jednotlivých tělesných složek a poměru tekutin bylo dosaženo multifrekvenční analýzou pomocí bioelektrické impedance zařízením Bodystat QuadScan 4000 (Bodystat.cz – Bodystat Quadscan 4000, online 2013). Spirometrické ukazatele, tedy hodnoty FVC, FEV<sub>1</sub> a PEF, byly stanoveny pomocí spirometrického systému Pony Graphic (Cosmed srl., Itálie) a získané výsledky byly vyjádřeny jak v absolutních hodnotách, tak i relativně v procentech náležitých hodnot (% n. h.) s využitím evropských norem (ECCS 1983). K posouzení anaerobních překladů probandů byl následně proveden 30 s trvající Wingate test pro střídavou práci horních končetin (Hutzler, 1998). Tento test proběhl na mechanickém klikovém ergometru s využitím individuálně stanoveného zatížení v rozmezí 1,0 – 2,0 W.kg<sup>-1</sup> dle věku, trénovanosti a výše míšňí léze tak, aby v 30 s testu bylo dosaženo cca 50 – 55 otáček (Heller a Příbaňová, 2000). Výkon v jednotlivých otáčkách byl vyhodnocen on-line a následně byly počítačově stanoveny základní parametry testu, které byly přepočteny do relativních hodnot s ohledem na hmotnost daného probanda. Tyto parametry zahrnovaly maximální anaerobní výkon (PP), jakožto ukazatel výbušné rychlostní síly, tedy nejvyšší výkon v testu v pětisekundovém intervalu, dále průměrný anaerobní výkon (MP) a celkovou práci

v testu jako anaerobní kapacitu (AnC), která byla vypočítána jako součin průměrného výkonu a času. Dále byl stanoven pokles výkonu v testu, a to mezi pětisekundovým nejvyšším a nejnižším výkonem, který byl také vyjádřen relativně v procentech maximálního výkonu jako index únavy (IÚ). Závěrečným ukazatelem tohoto testu byl výpočet poměru průměrného a maximálního výkonu (MP/PP), který se interpretuje jako ukazatel převahy rychlostně silových či vytrvalostně silových supozic (Heller a kol., 2010). Během tohoto testu byla také kontinuálně monitorována SF pomocí telemetrie o krátkém dosahu (Sport-Tester PE 4000, Polar Electro, Finsko). Tak byla zjištěna klidová srdeční frekvence (SFklid) zkoumaných jedinců a její odezva na anaerobní zatížení organismu v podobě maximální tepové frekvence (SFmax). Elektrochemicky pak byla aparaturou Biovendor Super GL stanovena maximální koncentrace laktátu v krvi. Ta byla zjištěna ze vzorku kapilární krve probandů v páté minutě zotavení po anaerobním testu (Smith a kol., 2002). Během samotného tréninku s krankcyklem pak byla pomocí sporttesteru sledována také maximální tepová frekvence (SFkrank) dosažená během tohoto typu zátěže, která např. podle Boyera (2009) v mnohých případech překonávala hodnoty SFmax získané při úvodním testování. S využitím přepočtů získaných údajů a testování pomocí sporttestru byla orientačně zjištěna také hodnota  $VO_2max$ . Tu by bylo možné přesněji ověřit např. využitím stupňovaného maximálního testu na klikovém ergometru (Heller a Příbaňová, 2000; Heller a kol., 2010). Toto měření se však již pro primární potřeby naší pilotní studie jeví jako nadbytečné.

Následně bylo dle Jandova svalového testu (Janda, 2004) provedeno orientační vyšetření svalové síly horních končetin a horní části trupu. Toto testování bylo modifikováno s ohledem na výšku míšní léze a možnosti probanda. Dle Jandy (2004) jsme provedli i vyšetření svalového zkrácení *m. quadratus lumborum*, paravertebrálních zádoových svalů, *m. pectoralis major*, *m. levator scapulae* a horní části *m. trapezius*. Pomocí krejčovského metru (s přesností 0,5 cm) byly změřeny objemy svalové hmoty v oblasti paže a předloktí, zjištěn obvod pasu a boků. Pomocí výpočtu poměru mezi obvodem pasu a boků jsme také určili index Waist Hip Ratio (WHR). Ten se používá jako ukazatel distribuce tuku v těle pro hodnocení možného rizika kardiovaskulárních onemocnění (Antropometrická vyšetření, SZÚ, online 2007).

Dále byla určena míra flexibility ramenních a loketních kloubů. Flexibilita ramenních kloubů představovala vzdálenost mezi konečky třetích prstů ruky při pokusu

o dotek jedné horní končetiny přes stejnostranné rameno a druhé končetiny kolem stejnostranného boku a jejich následné co největší volní přiblížení. U loketních kloubů flexibilita představovala vzdálenost mezi *processus styloideus ulnae* a jungulární jamky při plné volní extenzi loketních kloubů a současném kontaktu mediálních epikondylů humeru. Tohoto postupu využili při provádění svých studií také Rodgers a kol. (2001) a Barfield a kol. (2012). Podle Barfieldovy studie (2012) byl proveden také modifikovaný test krátkodobé vytrvalosti horních končetin, který představoval provedení co největšího počtu opakovaných zvednutí 2,5 kg činky v plném rozsahu maximální flexe a extenze loketního kloubu probanda za dobu 30 s. Provedení testu probíhalo nejprve samostatně u pravé a poté levé horní končetiny. Podle Rodgerse a kol. (2001) byl zase proveden test koordinace horních končetin s využitím krankeyklu samotného, kdy během časově měřeného testu měl proband za úkol provést sadu předem určených přesně definovaných pohybů. Při testu byl kladen důraz na kvalitu a plynulost těchto prováděných pohybů a k jeho splnění měl daný proband vždy 2 pokusy s minimálně 3 minutovou dobou odpočinku mezi jednotlivými zkouškami. Lepší z těchto časů byl posléze zaznamenán a doplněn slovním hodnocením kvality provedení testu. Posledním testem se pak stal test maximální rychlosti otáček přístroje, který byl proveden při nízkém odporu zatížení (stupeň 2). Proband měl při tomto testu za úkol docílit co možná největšího počtu otáček za minutu.

Všechny tréninkové jednotky probíhaly pod odborným dohledem za neustálé kontroly SF pomocí sporttesteru, která zajišťovala dle přednastavených tréninkových specifik objektivní ověření zátěžového tempa právě prováděného cvičení. První a poslední trénink navíc obsahoval ve své hlavní části 30-ti minutový kontinuální trénink s nastavením stejného zatížení pomocí regulátoru zátěže a udržováním SF nad hranicí 80 % SFmax. Tato hodnota podle Yima a kol. (1993) a Boyera (2009) odpovídá vysokému stupni tréninkového zatížení a příznivě ovlivňuje především dlouhodobé vytrvalostní schopnosti a kardiorespirační parametry. Během této jednotky byl proband navíc každých 5 minut tázán na subjektivní pocit rozsahu celkově vnímané námahy. Tak bylo umožněno stejným způsobem a za stejných podmínek zhodnotit případnou změnu subjektivního vnímání námahy u tohoto druhu zátěže po absolvování celého dvanáctitýdenního tréninkového cyklu a porovnat je s výsledky podobných studií (Boyer, 2009; Johnson, 2010). Před tímto testováním byl také změřen TK probanda a jeho klidový počet dechů za minutu (DFklid). Ihned po ukončení tohoto testu byla



provedena kontrola dechové frekvence a určena velikost odezvy respiračního systému na kontinuální aerobní zátěž při cvičení s krankcyklem (DFkrank). Poslední kontrolní měření dechové frekvence proběhlo ve třetí minutě zotavení po testu (DF<sub>3</sub>).

Průběh jednotlivých tréninkových jednotek pak vždy obsahoval zahřívací fázi, hlavní tréninkovou část zaměřenou na právě rozvíjené pohybové schopnosti a závěrečné protažení. Hlavní část obsahovala přesně daný poměr cvičebních složek, stanovených vždy individuálně pro daného probanda jednak dle jeho výsledků ze vstupního měření, dále podle jeho fyzických a výkonnostních dispozic a také podle jeho vlastních uvědomělých představ o důležitosti zlepšení jednotlivých fyziologických, fyzických a pohybových parametrů pro jeho potřeby a využitelnosti získaného zlepšení pro běžný život. Mezi jednotlivé složky tréninku na krankcyklu byla zařazena cvičení aerobní, ovlivňující především kardiovaskulární systém a podporující vytrvalost a dále trénink silových schopností, podporující zvyšování svalové síly a svalové vytrvalosti důležité pro zvedání těžších předmětů a udržování svalové rovnováhy. Byl také zařazen trénink rychlostních a koordinačních složek pohybu.

### **4.3 Specifické parametry sběru dat**

Nejprve byli osloveni klienti splňující předepsaná kritéria vymezení zkoumané populace, kteří byli seznámeni s požadavky daného výzkumu. Byl zajištěn souhlas o provedení praktické části výzkumu v prostorách Centra Paraple v Praze. Dále jsme zde zajistili možnost zapůjčení tréninkového přístroje krankcykl, možnost změření potřebných parametrů u vybraných probandů a nahlédnutí do jejich zdravotní dokumentace, která nám poskytla případné odborné doplnění informací o stavu daného probanda. Vybraní probandi pak podstoupili celkové vstupní vyšetření v biomedicínské laboratoři UK FTVS a následně zbylá vyšetření v prostorách Centra Paraple v Praze. Po ukončení a analýze získaných výsledků jsme určili individuální předpoklady jedinců a každý absolvoval cíleně zaměřený a přesně vedený dvanáctitýdenní trénink s krankcyklem, který probíhal dvakrát týdně a jeho délka byla 60 minut. Jeho průběh byl postupně zaznamenáván, případné absence probandů či odchylky od stanoveného tréninkového režimu pak byly na konci celého cyklu náležitě zohledněny a byly uvedeny příčiny jejich vzniku. Po ukončení tohoto dvanáctitýdenního cyklu

obsahujícího dle časových možností probandů 20 – 24 tréninkových jednotek podstoupili probandi závěrečné přeměření sledovaných parametrů.

Trvání celého projektu je s přihlédnutím k možnostem poskytnutí volných kapacit laboratoře pro provedení vstupního a výstupního testování odhadováno přibližně na čtyři měsíce. Následná analýza, vyhodnocení získaných dat a shrnutí dosažených závěrů diplomové práce pak potrvá přibližně další měsíc.

#### **4.4 Analýza a interpretace dat**

K analýze dat a jejich statistickému zpracování byl použit Microsoft Excel. Nasbíraná data jednotlivých zkoumaných parametrů byla podrobně popsána, zanesena do tabulek a porovnána. Individuálně jsme v absolutních hodnotách určili rozdíl těchto hodnot u sledovaných veličin před a po ukončení tréninkového cyklu. Tak jsme zjistili míru potenciálního zlepšení či zhoršení daného markeru a tedy i vliv tohoto cvičení na adaptaci daného systému v organismu vozíčkáře. Získané údaje o rozdílech těchto hodnot jsme pak kvalitativně slovně zhodnotili, porovnali získané výsledky s měřením obdobných parametrů u jiných studií a posoudili efektivitu vlivu trénování s krankcyklem u vozíčkářů pro danou sledovanou vlastnost. Při porovnání celého testovaného souboru jsme určili, který ze specificky vybíraných probandů dosáhl nejvýraznějších změn v konkrétním testovaném parametru, ale i celkově. Na závěr jsme pomocí základních statistických metod určili, které jednotlivé parametry dosáhly během testování největších změn, a na základě výsledků celého vzorku zkoumané populace stanovili míru účinnosti tréninku s krankcyklem pro danou složku fyzické kondice (Zvárová, 1999). Lze tak posoudit, pro kterou z fyziologických, fyzických či pohybových vlastností organismu vozíčkáře se krankcykl jako tréninkový přístroj hodí nejlépe.

## 5. VÝSLEDKY PRÁCE

Proband	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Výška léze	Příčina úrazu	Uplynulá doba od vzniku úrazu	Dominantní končetina
1	Muž	39,6	192,0	108,2	Th <sub>12</sub> -L <sub>4</sub>	<i>pád z výšky</i>	14,7	<i>pravá</i>
2	Žena	48,7	179,0	57,2	Th <sub>10</sub>	<i>pád z výšky</i>	1,1	<i>levá</i>
3	Muž	27,7	173,0	83,0	Th <sub>8</sub>	<i>pád z výšky</i>	15,4	<i>pravá</i>
4	Muž	21,2	190,0	59,0	C <sub>5</sub>	<i>autonehoda</i>	1,7	<i>pravá</i>
5	Muž	47,3	180,0	116,7	Th <sub>5</sub>	<i>sportovní úraz</i>	30,2	<i>pravá</i>
průměr ± směrodatná odchylka	-	36,9±10,8	182,8±7,1	84,8±24,5	-	-	12,6±10,7	-

Tabulka č. 3 Základní charakteristické údaje probandů

### 5.1 Hodnocení probanda č. 1

#### 5.1.1 Charakteristika probanda (tabulka č. 3)

Proband č. 1 je muž, 39 let, měří 192 cm a váží 108,2 kg. Jde o paraparézu s výškou léze Th<sub>12</sub>-L<sub>4</sub> způsobenou po pádu z výšky v roce 1999. Již měsíc po úrazu nastoupil na rehabilitační léčbu v Kladrubech, od té doby podstupuje programy rehabilitace pouze nárazově (jednu ročně během čtrnáctidenního souvislého pobytu v Centru Paraple). Jde o praváka, který pracuje jako administrativní pracovník a sportu se obvykle věnuje 2x týdně po dobu 1 hodiny, kdy hraje florbal. Bydlí samostatně v bezbariérovém bytě. Z přidružených onemocnění trpí častějšími záněty žil a močového měchýře, dále bipolární afektivní poruchou a obezitou. Z léků užívá Warfarin, Zitrex a Citalopram, který užívá při psychických problémech a depresi. Občasně kouří, alkohol pije příležitostně.

#### 5.1.2 Výsledky vstupního měření

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – dle kaliperace čtyř kožních řas je dobrá, podíl tělesného tuku dosahuje 20,0 % a množství ATH je vysoké 86,6 kg. Kontrolní metodou těchto hodnot byla multifrekvenční analýza pomocí bioelektrické impedance se zařízením Bodystat QuadScan 4000. Zde jsme pro porovnání naměřili hodnoty tělesného tuku 26,3 %, ATH 79,9 kg, bezvodé aktivní hmoty 25,6 kg, celkové vody 50,0 %. Z toho je množství extracelulární tekutiny (ETC) 21,8 % a množství

intracelulární tekutiny (ITC) 27,4 %, množství ITC je tedy výrazně nižší a mělo by v ideálním případě dosahovat hodnot kolem 32 %. Buněčné masy, která udává masu organel v buňce je 42,4 kg. Objem 3. prostoru, který určuje množství vody mimo ETC a ITC je 0,8 l, jeho norma je kolem 0,5 – 1,0 l, u nestandardních fyziologických parametrů mezi které vozičkáři také patří však může být i vyšší. Illness marker, který určuje poměr mezi měřeními impedance 5 kHz a 200 kHz je 0,871. Čím je rozdíl těchto hodnot větší, tím jsou buňky v těle zdravější. Za jejich dobrý stav se již považují hodnoty nad 0,7. Impedanční hodnota je 1,14, to je asi o 0,2 nižší než by mělo v ideálu být. Čím více se tato hodnota blíží k 1, tím jsou buňky v těle méně zdravé. Fázový úhel je 3,6. Tato hodnota určuje klasifikaci nutričního stavu od 1 do 6. Záleží přitom na propustnosti buněčné membrány a její hustotě, čím vyšší je jeho hodnota, tím více jsou voda a živiny ukládány vně buňky a tato buňka je zdravější, protože má vyšší propustnost své buněčné membrány a zároveň také její větší hustotu. BMI dosahuje 29,4. Tato hodnota odpovídá hranici mezi nadváhou a mírnou obezitou. Hodnota WHR indexu činí 0,92, což u mužů představuje centrální typ distribuce tělesného tuku a s ohledem na obvod pasu také vysoké riziko kardiovaskulárních onemocnění.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – jsou dobré, FVC, FEV<sub>1</sub> a PEF odpovídají 85, 87 a 74 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. U shodných typů míšní léze se norma pohybuje přibližně na 80 %. V absolutních hodnotách pak mají tyto parametry velikost 4,83 l, 4,03 l a 7,59 l.s<sup>-1</sup>. Hodnota VO<sub>2</sub>max získaná z přepočtů vstupních údajů zadaných do sporttesteru je přibližně 42 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – výsledky probanda jsou velmi dobré, to svědčí o jeho dobrých rychlostně silových dispozicích. PP dosáhl hodnoty 4,1 W.kg<sup>-1</sup>, MP 3,2 W.kg<sup>-1</sup> a AnC dosáhla dobrých 96,0 J.kg<sup>-1</sup>. IÚ dosáhl 50,0 %. Poměr MP a PP je 78,1 %, což odpovídá vyváženému profilu předpokladů pro vytrvalost i rychlost. Odezva organismu jedince na anaerobní zátěž je poměrně vysoká, SFmax dosáhla hranice 179 tepů za minutu a množství laktátu v krvi po ukončení testu bylo 10,6 mmol/l. To také svědčí o vysokém nasazení během testu.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – svaly, které je proband schopen používat, vykazují velmi vysoký stupeň svalové síly. Většinu pohybů zvládá i proti velkému odporu, a proto dle hodnocení svalového testu odpovídá většina testovaných svalů stupni 5. Mírná stranová nerovnováha ukazuje na vyšší svalovou sílu pravé horní končetiny, kde tento jev začíná být patrný především při testování svalové síly při pohybu v ramenním

kloubu a pohybech lopatky. Nižší síla na stupni 3+ až 4 se oboustranně projevuje také při testování lopatky do addukce a kaudálního posunu s addukcí. Výrazně nižší svalová síla pak byla zjištěna u testování pohybů trupu do flexe, extenze i flexe s rotací. Zde je však možné za příčinu svalového oslabení již považovat lézi probanda a nedostatečnou inervaci svalů potřebných pro zajištění těchto pohybů.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – prokázalo oboustranné malé zkrácení *m. quadratus lumborum*, paravertebrálních zádových svalů, *m. pectoralis major*, *m. trapezius* (horní část) a *m. levator scapulae*. Velké zkrácení se projevilo pouze na pravé straně u *m. pectoralis major* a *m. trapezius* (horní část).

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – zde jsme naměřili poměrně vysoké a téměř shodné velikosti u pravé i levé horní končetiny. Obvod obou předloktí dosáhl velikosti 34 cm, obvod pravé paže 37 cm a obvod levé paže 38 cm. Obvod pasu dosáhl 120 cm a obvod boků 130 cm.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů probanda je dobrá, zhoršená je pouze flexibilita pravého ramenního kloubu, kde během testování chybělo k spojení konečků prstů 13 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – zde se během 30 s testování s 2,5 kg činkou prokázala dobrá a téměř shodná výdrž pravé (24 zdvihů) i levé (23 zdvihů) horní končetiny.

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – během cvičení na krankcyklu s velmi malou zátěží se prokázalo velké nasazení probanda během testování, předvedl velkou rychlost prováděných pohybů, schopnost koncentrace i plynulého provedení pohybů obou horních končetin. Jeho výsledný čas dosažený během prvního pokusu činil 26,9 s.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – během testu došlo při cvičení s krankcyklem k potvrzení probandových rychlostních předpokladů získaných během Wingate testu. Během jedné minuty dosáhl při malé zátěži počtu 94 otáček.

**Odezva kardiorepiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – před zahájením prvního testovacího 30-ti minutového kontinuálního tréninku (při zatížení 3,5) byl změřen TK probanda a dosáhl hodnoty 125/85 mm Hg. SFklid měla hodnotu 85 tepů za minutu, DFklid byl 19 dechů za minutu. SFkrank dosáhla

počtu 176 tepů za minutu. DF<sub>krank</sub> byla 26 dechů za minutu a DF<sub>3</sub> byla 21 dechů za minutu.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – během stejného 30-ti minutového testování byl proband také každých 5 minut tázán na subjektivní pocit rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle hodnocení Borgovy škály v rozmezí 6 až 20, kdy 20 představuje zcela největší tolerovanou zátěž, při jejímž dosažení musí již tuto zátěž neprodleně ukončit. Výsledky získaných hodnot začínají před zahájením tréninku, končí jeho ukončením a jsou následující 16, 18, 19, 19, 17, 16, 14.

### 5.1.3 Průběh tréninku a jeho specifika

Nutno podotknout, že probanda č. 1 trápily během tréninkového cyklu opakované zdravotní komplikace, které zapříčinily nucené snížení tréninkového nasazení i určitou redukcí cvičebních jednotek samotných. Z tohoto důvodu je možná patrná neobjektivita získaných výsledků, která na druhou stranu ale poukazuje na to, jak velmi tréninkově specifickou a ke zdravotním obtížím náchylnou skupinou právě vozíčkáři jsou. Proband během tréninkového cyklu podstoupil celkem 2x desetidenní léčbu zánětu močového měchýře pomocí antibiotik a to na začátku třetího tréninkového týdne a v průběhu desátého týdne trénování. Je tedy možné, že jeho výsledky by byly bez zmíněných komplikací výraznější. Z tohoto důvodu absolvoval proband pouze 17 hodinových tréninkových jednotek. Dalším jeho problémem byla nižší motivace, nasazení během samotného tréninku a také menší vytrvalost během cvičení. Proto také při prvních tréninkových jednotkách nevydržel cvičit po předem stanovenou dobu a jeho první trénink trval pouze 30 minut. Proto jsme se snažili zapracovat na těchto problémech a při tréninku se výrazně věnovali jeho vytrvalostí složce a motivaci. Od šesté jednotky pak již byl schopen vydržet nastavenou zátěž po dobu celé hodiny. Z použitých tréninkových metod jsme s ohledem na jeho předpoklady ze vstupního testování a také potřebu zvýšit především vytrvalost volili v hlavním zastoupení metody ovlivňující vytrvalostní schopnosti (intervalové metody, metody nepřerušovaného zatěžování i metody ovlivňující krátkodobou vytrvalost). Z metod zlepšujících silové schopnosti jsme pak zařadili především metodu kontrastní a metodu opakovaných úsilí. Při tréninku rychlosti jsme využívali především metody rychlostní (silově rychlostní) a metody rychlostní vytrvalosti. Trénink obratnostních schopností byl pro dobré

výsledky probanda při vstupním testování pouze okrajový. V poměrech zastoupení jednotlivých pohybových schopností ve všech provedených tréninkových jednotkách pak rozvoj vytrvalostních schopností představoval přibližně 60 %, silových 20 %, rychlostních 15 % a obratnostních 5 % z celkového času.

#### 5.1.4 Výsledky výstupního měření

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – podíl tělesného tuku se zvýšil o 1,4 % a množství ATH kleslo o 2,8 kg. Bezvodé aktivní hmoty je o 0,2 kg více, celkové vody o 1,8 % méně, množství ETC je o 0,6 % méně, množství ITC o 0,4 % méně, buněčné masy je méně o 1,6 kg, objem 3. prostoru je o 0,4 l menší, illness marker o 0,016 vyšší, impedanční hodnota o 0,02 nižší a fázový úhel o 0,5 nižší. BMI je o 0,3 nižší. WHR index zůstal stejný.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – FVC poklesla o 1 %, FEV<sub>1</sub> poklesl o 4 %, ale PEF naopak vzrostla o vysokých 34 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Hodnota VO<sub>2</sub>max se zvýšila pouze o 1 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – výsledky tohoto testování jsou podobné jako při vstupním testu a jejich malé změny jsou pravděpodobně zapříčiněny převahou tréninku věnující se především vytrvalostní složce pohybových schopností. Hodnota PP narostla o 0,1 W/kg, MP zůstal stejný a AnC se dokonce snížila o 1,4 J/kg. IÚ vzrostl o 5,1 %, poměr MP a PP klesl o 3,8 %, SFmax se během testování snížila o 13 tepů za minutu a množství laktátu vzrostlo po ukončení testu o 0,8 mmol/l.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – svalová síla jednotlivých testovaných svalových skupin po ukončení tréninkového cyklu vzrostla. Došlo také k úpravě svalové síly u svalových skupin, které byly před zahájením tréninku s krankcyklem stranově nevyrovnané. Při testování pohybů v předloktí, loketním i ramenním kloubu obou horních končetin vykazují svaly sílu stupně 5. Výjimku tvoří pouze vnitřní rotace ramenních kloubů, které jsou oproti ostatním svalovým skupinám velmi mírně oslabeny. Došlo k posílení i svalů lopatky, kde nejvýraznější zlepšení nastalo při testování kaudálního posunu s addukcí. Zcela nejvýraznější zlepšení však nastalo u svalové síly při testování pohybů trupu, které byly z testovaných svalových skupin před zahájením tréninku nejnižší. Nejvíce se pak zlepšila síla trupu do flexe s rotací vpravo i vlevo až na stupeň svalové síly 3+.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – zde se neprokázala přílišná změna během testování před a po ukončení tréninkového cyklu. Malé zmírnění svalového zkrácení se zjistilo pouze u pravého *m. pectoralis major* a levého *m. levator scapulae*.

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – také zde jsme nenaměřili přílišné rozdíly. Obvody předloktí zůstaly zachovány. Došlo k mírnému nárůstu obvodu obou paží na 39 cm. Obvod pasu se zvýšil o 2 cm a obvod boků zůstal stejný.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů došlo k mírnému nárůstu jejich flexibility o 2 cm, zlepšila se také flexibilita pravého ramenního kloubu o 3 cm, a levého o 1 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – při 30 s testování s 2,5 kg činkou došlo k navýšení počtu zdvihů u obou horních končetin na počet 27, došlo tak ke zlepšení o 3 zdvihy (pravá horní končetina) a 4 zdvihy (levá horní končetina), plně se tak vyrovnal stranový rozdíl.

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal časové zlepšení v provedení testu o 0,6 s při zachování podobné kvality i plynulosti pohybů.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal zvýšení maximálního počtu dosažených otáček na krankcyklu o 4 za minutu.

**Odezva kardiopiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – při závěrečném testovacím 30-ti minutovém kontinuálním tréninku (při zatížení 3,5) byl naměřen TK probanda před zahájením tréninku 130/90 mmHg. Oproti úvodnímu testování byla hodnota SFklid o 1 tep za minutu nižší. Hodnota DFklid také o 1 nižší, SFkrank se snížila 2 tepy za minutu. DFkrank se snížila o 3 a DF<sub>3</sub> o 2 dechy za minutu.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – testování subjektivního pocitu rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle hodnocení Borgovy škály prokázal subjektivní zmírnění vnímané zátěže pro probanda při zachování shodných podmínek testování. Byly získány hodnoty 12, 12, 15, 16, 11, 10, 10. To značí především nižší vnímání počátku prováděné zátěže, její celkově nižší odezvu na stav probanda a také subjektivně delší pocit výdrže probanda při takto nastavené zátěži.



### **5.1.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda**

U probanda č. 1 byly velkým problémem jeho zdravotní indispozice téměř po celou dobu tréninkového cyklu, jeho nasazení při jednotlivých cvičebních jednotkách subjektivně nedosahovalo požadovaných hodnot a to se projevilo i jeho nižší vytrvalostí, zde svůj vliv patrně hrála i psychika.

Nejvýraznější vliv tréninku s krankcyklem se projevila nárůstem svalové síly v oblasti trupu a také zmenšením odchylek svalové síly při testování pravé a levé strany. Zde je nutné zdůraznit, že již před zahájením tréninku byla svalová síla horních končetin velmi dobrá a u mnohých pohybů maximální, proto již nemohlo dojít v některých případech k jejímu navýšení. Mimo trup došlo k velkému zlepšení svalové síly u kaudálního posunu lopatky s addukcí a extenze ramenního kloubu. Při testování extenze trupu docházelo k lepšímu zapojování svalů uložených více kraniálně.

Dále došlo k výraznému zlepšení hodnoty PEF, až o 34 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Zlepšila se krátkodobá vytrvalost, mírně také odezva organismu probanda na vytrvalost dlouhodobou a také se snížilo jeho subjektivní hodnocení námahy na déletrvající kontinuální zatížení. Proband dokázal zvýšit svou maximální rychlost otáček při cvičení na krankcyklu a nepatrně zlepšil i koordinaci. Při Wingate testu byla naměřena nižší SFmax o 13 tepů za minutu.

Ostatní sledované parametry nedosáhly přílišných změn nebo došlo dokonce k jejich malému zhoršení. Mírně se zhoršily parametry tělesné stavby a poměry ve složení těla, ostatní měřené plicní funkce i některé hodnoty získané z Wingate testu (IÚ vyšší o 5,1 %). Trénink s krankcyklem pak neměl téměř žádný vliv na zkrácení testovaných svalů či měřené svalové objemy. Došlo k nepatrnému zvýšení flexibility loketních i ramenních kloubů.

## **5.2 Hodnocení probanda č. 2**

### **5.2.1 Charakteristika probanda (tabulka č. 3)**

Proband č. 2 je žena, 48 let, měří 179 cm a váží 57,2 kg. Jde o paraplegii s výškou léze Th<sub>10</sub> způsobenou po pádu ze stromu v roce 2012. První ucelenou rehabilitaci začala navštěvovat tři měsíce po úrazu. Nyní navštěvuje přibližně 1x týdně Centrum Paraple, kde se věnuje převážně tréninku v posilovně. Mimo to si i sama doma

intenzivně cvičí a začala také 2 – 3x týdně plavat. Závodně jezdí na handbiku, kde dosahuje velmi dobrých výsledků na národní úrovni. Tomuto sportu také podřizuje většinu svého tréninku. Rehabilitaci ani fyzioterapii momentálně neabsolvuje. Jde o levačku, která pracuje jako auditorka v bance, má pružnou pracovní dobu. Bydlí spolu s rodinou v domě, který zatím není příliš upraven pro její potřeby. Netrpí žádným onemocněním a neužívá pravidelně žádné léky. Jde o nekuřačku, alkohol pije pouze velmi příležitostně.

### 5.2.2 Výsledky vstupního měření

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – je velmi dobrá, dle kaliperace čtyř kožních řas odpovídá podíl tělesného tuku 16,3 % a množství ATH dosahuje dobrých 47,8 kg. Pomocí kontrolní metody s využitím Bodystatu QuadScan 4000 jsme naměřili hodnoty tělesného tuku 18,2 %, ATH 46,6 kg, bezvodé aktivní hmoty 12,2 kg, celkové vody 60,4 %, ETC je mírně vyšší 28,3 %, ITC naopak nižší 29,0 %. Buněčné maso je 23,6 kg, objem 3. prostoru 1,8 l, illness marker 0,854, impedanční hodnota 1,17 a fázový úhel 4,0. BMI dosahuje hodnoty 17,9 a svědčí o štíhlé tělesné stavbě a spíše mírné podvázce. Hodnota WHR indexu činí 0,87, což u žen představuje rizikový centrální typ distribuce tělesného tuku. S ohledem na obvod pasu však nepředstavuje riziko kardiovaskulárních onemocnění.

**Plicní funkce** – (tabulka č. 5) jsou dobré, FVC odpovídá 72 %, FEV<sub>1</sub> 75 % a PEF 77 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. V absolutních hodnotách pak mají tyto parametry velikost 2,71 l, 2,46 l a 5,60 l.s<sup>-1</sup>. Tyto výsledky naznačují velmi dobrou úroveň plicních funkcí. Hodnota VO<sub>2</sub>max získaná z přepočtů zadaných údajů v sporttesteru je přibližně 43 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – jsou velmi dobré, PP dosáhl hodnoty 3,8 W/kg, MP 3,1 W/kg a AnC dosáhla vysokých 92,2 J/kg. IÚ je spíše nižší a odpovídá 31,8 %. Poměr MP a PP je 80,9 %, což svědčí o převaze vytrvalostních předpokladů nad silovými. Odezva organismu jedince na anaerobní zátěž je přiměřená, SFmax dosáhla 155 tepů za minutu a množství laktátu v krvi po ukončení testu bylo 6,8 mmol/l.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – testované svaly, které je proband schopen používat vykazují velmi vysoký stupeň svalové síly. Většinu pohybů zvládá i proti střednímu či velkému odporu a proto dle hodnocení svalového testu odpovídá většina testovaných

svalů stupni 4 nebo 5. Mírná stranová nerovnováha ukazuje na vyšší svalovou sílu dominantní levé horní končetiny, to se projevuje především při testování pohybů v ramenním a loketním kloubu. Nižší sílu na stupni 4 jsme zjistili u provedení pohybů ramenního kloubu do zevní i vnitřní rotace a také u testování *m. pectoralis major*, dále u testování lopatky do addukce či abdukce s rotací. Vždy se během testování prokázala u těchto pohybů mírně nižší svalová síla na pravé straně. Výrazně nižší svalová síla pak byla zjištěna také u testování pohybů trupu do flexe a extenze, nejvýrazněji ale byla oslabena flexe s rotací. Podobně jako u probanda č. 1 je i zde možné za příčinu svalového oslabení považovat lézi probanda a nedostatečnou inervaci svalů potřebných pro zajištění těchto pohybů.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – neprokázalo se žádné svalové zkrácení u testovaných svalů.

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – zde jsme naměřili pouze mírný rozdíl v obvodu pravé a levé horní končetiny. Obvod předloktí vpravo dosáhl 26 cm, vlevo 27 cm. Obvod paže vpravo 28 cm, vlevo 29 cm. Obvod pasu dosáhl 78 cm, obvod boků 90 cm.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů probanda je velmi dobrá, mírně zhoršená je pouze flexibilita levého ramenního kloubu, kde během testování chybělo k spojení konečků prstů 7 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – zde se během 30 s testu s 2,5 kg činkou prokázala dobrá výdrž pravé (24 zdvihů) a velmi dobrá výdrž levé (26 zdvihů) horní končetiny.

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – při cvičení na krankcyklu s velmi malou zátěží prokázal proband velmi dobré rychlostní schopnosti, mimo to také vysokou schopnost koncentrace a plynulého provedení pohybů obou horních končetin. Výsledný čas dosažený během druhého testovacího pokusu činil 25,8 s.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – během testu dokázal proband při cvičení s krankcyklem provést během jedné minuty při malé zátěži 81 otáček.

**Odezva kardiorepiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – před zahájením prvního testovacího 30-ti minutového kontinuálního tréninku (při zatížení 3,0) byl změřen TK probanda a dosáhl hodnoty 120/90 mm Hg. Hodnota

SFklid byla 60 tepů za minutu, DFklid dosáhla 15 dechů za minutu, SFkrank dosáhla počtu 163 tepů za minutu, DFkrank byla 22 a DF<sub>3</sub> byla 16 dechů za minutu.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – výsledky subjektivního pocitu o rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle hodnocení Borgovy škály během cvičení s krankcyklem jsou následující: 15, 13, 14, 16, 15, 15, 14. To ukazuje na přibližně stejnou míru subjektivního vnímání zátěže jedince po celou dobu testování.

### 5.2.3 Průběh tréninku a jeho specifika

Proband č. 2 prokázal velmi vysoké nasazení během všech tréninkových jednotek. Mimo samotný trénink s krankcyklem absolvoval také svůj běžný tréninkový a sportovní plán. Tedy v průměru 2x týdně hodina plavání a téměř každý den minimálně půlhodina cvičení či jízdy na handbiku. I zde došlo bohužel k mírnému narušení tréninkového plánu po úrazu probanda způsobeném ve čtvrtém tréninkovém týdnu po pádu ze schodů s následným naražením žeber. Během dalšího tréninku s krankcyklem se objevovala bolest právě v oblasti žeber, a proto byla tato jednotka předčasně ukončena a po vzájemné domluvě neproběhly ani dvě následující. Poté se však proband vrátil k původnímu velmi vysokému tréninkovému tempu a absolvoval všechny zbylé tréninkové jednotky již bez obtíží a absencí. Jejich celkový počet dosáhl počtu 23 hodinových cvičení s krankcyklem. Proband č. 2 projevil již v úvodním testování dobré vytrvalostní předpoklady, a proto i samotný trénink byl zaměřen na jejich další rozvoj. Dalším naším cílem bylo také zvýšení svalové síly i maximální síly a také trénink zaměřený na vyšší úroveň zapojení břišních svalů. Také jsme se snažili o celkový rozvoj rychlostních schopností.

Z použitých tréninkových metod jsme pro rozvoj silových schopností využívali převážně metody kontrastní a pro rozvoj maximální síly také metodu maximálních úsilí, po které jsme zařadili také metodu opakovaných úsilí. Pro rozvoj rychlostních schopností jsme volili metodu zaměřenou na celkový rozvoj rychlostních schopností a také metodu silově rychlostní. Nejvíce jsme se však zaměřili na rozvoj schopností vytrvalostních a to jak metodou intervalovou, tak metodou nepřerušovaného zatěžování i metodou zaměřenou na rozvoj krátkodobé vytrvalosti. Trénink obratnostních schopností byl pro velmi dobré výsledky při vstupním testování i požadavky probanda pouze okrajový. V poměrech zastoupení jednotlivých pohybových schopností ve všech

provedených tréninkových jednotkách pak rozvoj vytrvalostních schopností představoval přibližně 50 %, silových 25 %, rychlostních 20 % a obratnostních 5 % z celkového času.

#### 5.2.4 Výsledky výstupního měření

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – podíl tělesného tuku se zvýšil o 1,4 % a množství ATH kleslo o 0,8 kg. Bezvodé aktivní hmoty je o 0,3 kg méně, celkové vody o 0,9 % méně, množství ETC je o 0,3 % méně, množství ITC je stejné, buněčné masy je méně o 0,4 kg, objem 3. prostoru je o 0,1 l menší, illness marker o 0,009 vyšší, impedanční hodnota o 0,02 nižší a fázový úhel o 0,2 nižší. BMI zůstal stejný. WHR index se snížil o 0,01.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – dosáhly celkového zlepšení, které bylo nejvýraznější především u hodnoty PEF, která se zvýšila o 29 %, FVC vzrostla o 2 %, FEV<sub>1</sub> o 9 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Hodnota VO<sub>2</sub>max se zvýšila o 2 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – výsledky tohoto testování také vykazují celkové navýšení sledovaných parametrů. Hodnota PP vzrostla o 0,3 W/kg, MP také o 0,3 W/kg a hodnota AnC se zvýšila dokonce o 10,4 J/kg. Naopak IÚ poklesl o 2,9 % a poměr MP a PP vzrostl o 3,2 %, což svědčí o další zvýraznění vytrvalostních předpokladů jedince. SFmax se během testování zvýšila o 6 tepů za minutu a množství laktátu v krvi po ukončení testu prudce vzrostlo o 3,5 mmol/l, což může svědčit o zvýšeném nasazení probanda v tomto testu.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – svalová síla jednotlivých testovaných svalových skupin po ukončení tréninkového cyklu vzrostla. I zde došlo k úpravě svalové síly u svalových skupin, které byly před zahájením tréninku s krankcyklem stranově nevyrovnané. Při testování pohybů v předloktí a loketním kloubu obou horních končetin vykazují svaly sílu stupně 5. V oblasti ramenních kloubů jsou pouze velmi mírně oslabeny pohyby do zevní a vnitřní rotace a také svalová síla *m. pectoralis major*. K výraznému posílení došlo také u svalů lopatky, kde nejvýraznější zlepšení nastalo při testování addukce, zlepšil se ale také oboustranně kaudální posun s addukcí a abdukce s rotací vpravo. Nejvýraznější zlepšení však nastalo u svalové síly při testování pohybů trupu, které byly z testovaných svalových skupin před zahájením tréninku nejnižší.

Svalová síla do flexe a extenze trupu dosahuje nyní stupně 4, síla do flexe s rotací vpravo stupně 3+, vlevo 3.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – zde se neprokázala přílišná změna během testování před a po ukončení tréninkového cyklu. Došlo dokonce k mírnému zhoršení ve smyslu zkrácení levého *m. trapezius*. Jeho vznik je možné přisoudit určitému mírnému přetížení během tréninku.

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – došlo k úpravě rozdílů svalových objemů mezi pravou a levou horní končetinou a také k jejich mírnému nárůstu. Obvody obou předloktí jsou nyní 27 cm a obvody paží 30 cm. Obvod pasu zůstal stejný a obvod boků narostl o 1 cm.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů došlo k mírnému nárůstu flexibility o 3 cm, zlepšila se také flexibilita pravého ramenního kloubu o 1 cm, a levého o 4 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – při 30 s testování s 2,5 kg činkou došlo k navýšení počtu zdvihů pravé horní končetiny na vysokých 28 (zlepšení o 4) a levé dokonce na 29 zdvihů (zlepšení o 3).

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal časové zlepšení v provedení testu o 0,8 s při zachování podobné kvality i plynulosti pohybů.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal zvýšení maximálního počtu dosažených otáček na krankcyklu o 5 za minutu.

**Odezva kardiopiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – při závěrečném testovacím 30-ti minutovém kontinuálním tréninku (při zatížení 3,0) byl naměřen TK probanda před zahájením tréninku 120/80 mm Hg. Oproti úvodnímu testování byla hodnota SFklid o 3 tepy za minutu nižší. Hodnota DFklid o 1 vyšší, SFkrank se snížila 1 tep za minutu. DFkrank se snížila o 2 dechy za minutu a DF<sub>3</sub> zůstala stejná.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – testování subjektivního pocitu rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle Borgovy škály prokázal subjektivní rovnoměrné zmírnění vnímané zátěže pro probanda při zachování shodných podmínek testování. Byly získány hodnoty 13, 14, 14, 13, 12, 12, 12. To značí na nižší vnímání prováděné zátěže a její celkově nižší odezvu na stav probanda během celé doby testování.

### 5.2.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda

U probanda č. 2 bylo velkým přínosem jeho velké nasazení a vůle dosáhnout co možná nejlepších výsledků. Mírné komplikace vzniklé po nepříliš vážném úrazu pravděpodobně neměly znatelný vliv na výsledky testování, přesto však s přihlédnutím k průběhu a náročnosti tréninkových jednotek i k dalším prováděným sportovním aktivitám není předem očekávané zlepšení sledovaných parametrů tak výrazné. Za možnou příčinu těchto nevýrazných změn by se daly uvažovat již výrazné výkonnostní schopnosti jedince před celkovým zahájením tréninkového cyklu. Takto dobré výsledky a dosažené hodnoty již proto pravděpodobně nebylo možné tímto poměrně krátkým tréninkovým obdobím tak výrazně zlepšit.

Přesto však došlo ke zlepšení většiny sledovaných parametrů. Nejvýraznějšího zlepšení bylo dosaženo při testování plicních funkcí, kde došlo k zlepšení FVC, FEV<sub>1</sub> a PEF dokonce až o 29 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Výrazně se také zlepšily anaerobní předpoklady probanda, kde hodnoty získané při Wingate testu ukázaly výrazné navýšení PP, MP i AnC. Klesl také IÚ, což svědčí o větší vytrvalosti probanda během krátkodobé zátěže a schopnosti lépe udržet nastavené zátěžové tempo. Také se zvýšil poměr MP a PP a vzrostlo množství laktátu v krvi po provedeném testu.

Vliv tréninku se projevil i nárůstem svalové síly v oblasti trupu a horních končetin, kde nejvýraznější zlepšení nastalo oboustranně u addukce lopatek, dále u kaudálního posunu a addukce lopatek a převážně vpravo i u abdukce lopatky s rotací, u pohybů v ramenním a loketním kloubu a také v supinaci předloktí. Zmenšily se tak i odchylky ve svalové síle při testování pravé a levé strany. Při testování extenze trupu docházelo jako u probanda č. 1 k lepšímu zapojování svalů uložených více kraniálně.

Zlepšila se také již velmi dobrá krátkodobá vytrvalost, došlo k mírnému nárůstu svalových objemů v oblasti horních končetin a došlo ke zvýšení maximální rychlosti a zlepšení koordinace. Mírně se zvýšila také flexibilita loketních a také ramenních kloubů, především levého. Zlepšila se i odezva organismu probanda na dlouhodobou vytrvalost a také se mírně snížilo jeho subjektivní hodnocení námahy na déletrvajícím kontinuálním zatížení. Zvýšila se hodnota VO<sub>2</sub>max, což znamená další zlepšení vytrvalostních schopností jedince.

Ostatní sledované parametry nedosáhly přílišných změn, nebo došlo dokonce k jejich nepatrnému zhoršení. Došlo k mírnému zhoršení některých parametrů

hodnotících tělesnou stavbu a složení těla. Došlo k nárůstu podílu tělesného tuku o 1,4 % a úbytku ATH o 0,8 kg, snížilo se množství celkové vody, ETC i buněčné masy. To může mít za příčinu nižší zavodnění organismu nebo jeho sníženou potřebu na dodávku vody během nastalého zimního období. Mírně se také zvýšil obvod boků, ale BMI zůstal stejný. Také SFmax se zvýšila a to o 6 tepů za minutu. Jinak se neukázal téměř žádný vliv na zkrácení testovaných svalů, naopak došlo k mírnému zkrácení levého *m. trapezius*.

### **5.3 Hodnocení probanda č. 3**

#### **5.3.1 Charakteristika probanda (tabulka č. 3)**

Proband č. 3 je muž, 27 let, měří 173 cm a váží 83,0 kg. Jde o paraparézu s výškou léze Th<sub>8</sub> způsobenou v roce 1998 pádem ze sloupu vysokého napětí spojeným s vážným polytraumatem a popáleninami převážně horních končetin elektrickým proudem s následnými bilaterálními deformacemi rukou a předloktí. Rok po úrazu podstoupil první kontinuální rehabilitaci v Hamzově odborné léčebně pro děti a dospělé Luže – Košumberk. Momentálně dochází pravidelně jednou měsíčně na rehabilitaci. Několikrát týdně aktivně sportuje, věnuje se rugby pro vozíčkáře, handbiku, plavání a již půl roku pravidelně cvičí 2x týdně alespoň 30 minut na krankcyklu. Jde o praváka, který pracuje jako prodejce automobilů, má pružnou pracovní dobu, bezbariérové pracovní prostředí a při práci využívá přepravy pomocí vozu upraveného pro jeho potřeby. Bydlí s přítelkyní v upraveném bezbariérovém bytě. Prodělal několik opakovaných plastik rukou a předloktí a trpí osteoporosou těžkého stupně, jinak netrpí žádným dalším onemocněním kromě zvýšeného krevního tlaku a pravidelně neužívá žádné léky. Vykouří přibližně 20 cigaret týdně, alkohol pije příležitostně.

#### **5.3.2 Výsledky vstupního měření**

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – je dobrá, dle kaliperace čtyř kožních řas odpovídá podíl tělesného tuku 16,6 % a množství ATH dosahuje dobrých 69,2 kg. Pomocí kontrolní metody s využitím Bodystatu QuadScan 4000 jsme naměřili hodnoty tělesného tuku 18,2 %, ATH 67,9 kg, bezvodé aktivní hmoty 20,9 kg, celkové vody 56,6 %, ETC 24,1 %, ITC 30,7 %, buněčné masy 36,4 kg, objemu 3. prostoru



0,9 l, illness markeru 0,837, imedanční hodnoty 1,19 a fázového úhlu 5,0. BMI dosahuje hodnoty 27,7, což svědčí o jeho nadváze. Hodnota WHR indexu činí 0,89, což u mužů představuje vyrovnaný typ distribuce tělesného tuku a s ohledem na obvod pasu také nepředstavuje riziko kardiovaskulárních onemocnění.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – jsou dobré, FVC odpovídá 76 %, FEV<sub>1</sub> 88 % a PEF 81 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. U shodných typů míšni léze se norma pohybuje přibližně na 80 %. V absolutních hodnotách pak mají tyto parametry velikost 3,72 l, 3,66 l a 7,76 l.s<sup>-1</sup>. Hodnota VO<sub>2</sub>max získaná z přepočtů zadaných údajů v sporttesteru je velmi dobrá, přibližně 50 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – jsou velmi dobré, PP dosáhl hodnoty 4,6 W/kg, MP 3,6 W/kg a AnC dosáhla dobrých 109,1 J/kg, což převyšuje úroveň u sportujících tetraplegiků. Únava při anaerobní práci je vcelku přiměřená, IÚ odpovídá 42,0 %. Poměr MP a PP je 78,6 %, což odpovídá vyváženému profilu předpokladů pro vytrvalostní i rychlostní schopnosti. Odezva organismu jedince na anaerobní zátěž vykazuje dosažení SFmax 157 tepů za minutu a odezva množství laktátu v krvi je přiměřených 7,9 mmol/l. To svědčí o dobrém provedení a vysokém nasazení v testu.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – testované svaly, které je proband schopen používat, vykazují dobrý stupeň svalové síly. Většinu pohybů při testování lopatky a ramenních kloubů zvládá proti středně velkému odporu, pohyby v loketním kloubu i zápěstí zvládá i proti velkému odporu. Svalová síla horních končetin se tak pohybuje v rozmezí stupňů 3+ až 5. Existuje zde poměrná stranová vyváženost v síle provádění jednotlivých pohybů levou či pravou horní končetinou. U pohybů lopatky je nejvíce oslaben její kaudální posun s addukcí vlevo a abdukce s rotací vpravo, zde jsme naměřili nejnižší stupeň svalové síly horních končetin o velikosti 3+. Jinak je v oblasti lopatek patrná mírná převaha svalové síly u dominantní pravé horní končetiny. Větší stupeň svalové síly se také ukazuje při pohybu v pravém ramenním kloubu do flexe a zevní rotace, větší je také svalová síla pravého *m. pectoralis major*. Naopak větší sílu v pohybech levého ramenního kloubu jsme naměřili při testování extenze a také u extenze v abdukci. Pohyby v loketním kloubu již vykazují oboustranně nejvyšší svalovou sílu stupně 5. Mírné oslabení vykazuje pouze *m. brachialis*, kde se během testování projevovala patrná kompenzace prováděného pohybu jinými svalovými skupinami. Vpravo pak dosáhla svalová síla *m. brachialis* stupně 4+, vlevo stupně 4. Větší oslabení

ale vykazují testované svaly předloktí při provedení supinace i pronace, výraznější je toto oslabení na pravé horní končetině a také při testování pohybu do supinace.

Velmi nízkou svalovou sílu jsme naměřili při testování pohybů trupu do flexe, extenze, i flexe s rotací. Podobně jako u předchozích probandů je i zde možné považovat za příčinu svalového oslabení lézi probanda a nedostatečnou inervaci svalů potřebných pro zajištění těchto pohybů. Vyšší léze probanda č. 3 oproti předešlým má pravděpodobně za následek také nižší svalovou sílu těchto testovaných pohybů. Navíc má proband č. 3 výrazné omezení hybnosti páteře v celém jejím rozsahu, což je způsobeno provedením její trvalé pooperační fixace, která znemožňuje větší rozsah pohybů páteře ve všech rovinách a znemožňuje objektivnější testování svalové síly dané oblasti. Nejnižší svalová síla trupu se projevila u provedení pohybu do extenze, kde jsme dosáhli pouze svalového záškubu a ohodnotili jej tak dle svalového testu stupněm 1. Při flexi trupu dosáhl proband svalové síly stupně 2 a u testování flexe s rotací vpravo stupně 3, vlevo pak stupně 2+.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – prokázalo se velké zkrácení paravertebrálních svalů, které však může být zapříčiněno nucenou fixací obratlů. Malé zkrácení jsme zjistili také u obou *m. quadratus lumborum* a u levého *m. pectoralis major*.

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – zde jsme naměřili poměrně velký nepoměr v obvodu předloktí oproti obvodu paží na rozdíl od předešlých probandů. Stranově však byly měřené obvody horních končetin téměř symetrické. Obvod předloktí vpravo i vlevo dosáhl velikosti 32 cm. Obvod paže vpravo 37 cm, vlevo 38 cm. Obvod pasu dosáhl 93 cm, obvod boků 105 cm.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů probanda je velmi nízká, měřená vzdálenost dosáhla velikosti pouze 18 cm. Zhoršená je také flexibilita obou ramenních kloubů, výrazněji u levého, kdy během testování chybělo k spojení konečků prstů 20 cm, na pravé straně pak 17 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – zde se během 30 s testování s 2,5 kg činkou prokázala dobrá výdrž pravé (24 zdvihů) a nižší výdrž levé (22 zdvihů) horní končetiny.

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – během cvičení na krankcyklu při velmi malé zátěži prokázal proband dobré rychlostní schopnosti, velké nasazení během testování, ale zhoršenou schopnost koordinace pohybů horních končetin v posledních vteřinách testování. Schopnost plynulého provedení pohybů obou horních končetin byla tedy nižší než u předchozích probandů. Během tohoto testování se také jistě projevila jeho nižší schopnost úchopu a zároveň probandovy výrazné silové schopnosti i nasazení. Oproti předešlým probandům byl nucen při tréninku na krankcyklu používat speciální úchopy, které jsou ale citlivější na rychlé pohyby a proband je tak navíc nucen hlídat jejich nastavení tak, aby z krankcyklu nevypadávaly. Proto je jejich použití oproti testování bez nich obtížnější a pro skutečnou a objektivní výkonnost probanda v rychlostních a obratnostních schopnostech je třeba tento fakt zohlednit. Výsledný čas dosažený během druhého testovacího pokusu činil 29,2 s, což je již více jak o 2 vteřiny horší čas oproti předchozím probandům.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – během tohoto testu dokázal proband provést na krankcyklu během jedné minuty při malé zátěži 68 otáček, podobně jako u provedení testu koordinace se i zde projevovала menší schopnost plynulého provedení pohybu především v závěru testování.

**Odezva kardiopiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – před zahájením prvního testovacího 30-ti minutového kontinuálního tréninku (při zatížení 2,5) byl změřen TK probanda a dosáhl hodnoty 165/110 mm Hg. Hodnota SFklid byla 58 tepů za minutu, DFklid dosáhla 16 dechů za minutu, SFkrank dosáhla vysokých 175 tepů za minutu, DFkrank byla 24 a DF<sub>3</sub> byla 18 dechů za minutu.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – výsledky subjektivního pocitu o rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle hodnocení Borgovy škály během cvičení s krankcyklem jsou následující 10, 12, 12, 13, 14, 12, 10. To poukazuje na přibližně stejnou a oproti předešlým probandům poměrně nízkou míru subjektivního vnímání zátěže jedince po celou dobu testování.

### 5.3.3 Průběh tréninku a jeho specifika

Proband č. 3 zodpovědně plnil tréninkové jednotky s dobrým nasazením a vždy v jejich plném rozsahu, prokázal velmi aktivní přístup a zároveň během trénování nepřerušil žádné své další běžné sportovní či tréninkové aktivity. Po celou dobu

tréninkového cyklu ho nepostihly žádné zdravotní komplikace. Proband č. 3 absolvoval 24 hodinových tréninkových jednotek. Podle výsledků vstupního testování, potřeb probanda a potenciálního využití tréninku s krankcyklem jako základu k jeho dalším pohybovým i sportovním aktivitám jsme trénink zaměřili především na metody zlepšující krátkodobou vytrvalost, k dalším složkám patřil v rovnoměrném zastoupení trénink rychlostních a silových schopností. V menší míře jsme se věnovali také trénování dlouhodobé vytrvalosti a tréninku obratnostních schopností. Z použitých metod ovlivňujících silové schopnosti jsme nejčastěji volili kontrastní metody s využíváním převážně vyšších odporů a nižší prováděné rychlosti. Dále metodu opakovaných úsilí, kde jsme zvolili menší počet opakování (10) a větší nastavený odpor tak, abychom podpořili především rozvoj svalové síly. Rychlostní schopnosti probanda jsme rozvíjeli především pomocí metody silově rychlostní, při nastavení odporu 40 – 60 % maxima a maximální možné rychlosti provedení pohybu. Dále jsme se zaměřili i na metody vhodné pro celkový rozvoj rychlostních schopností. Mimo trénink krátkodobé vytrvalosti jsme pro zlepšení dlouhodobé vytrvalosti zařadili intervalový trénink. Více než u předchozích probandů jsme se věnovali i rozvoji obratnostních schopností. V poměrech zastoupení jednotlivých pohybových schopností ve všech provedených tréninkových jednotkách pak rozvoj vytrvalostních schopností představoval přibližně 40 %, silových 30 %, rychlostních 20 % a obratnostních 10 % z celkového času.

#### 5.3.4 Výsledky výstupního měření

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – podíl tělesného tuku se zvýšil o 1,8 % a množství ATH kleslo o 1,5 kg. Bezvodé aktivní hmoty je o 0,2 kg více, celkové vody je o 1,3 % méně, množství ETC je o 0,8 % menší a množství ITC je o 0,3 % vyšší. Buněčné masy je méně o 0,2 kg, objem 3. prostoru je o 0,3 l menší, illness marker o 0,020 nižší, impedanční hodnota o 0,03 vyšší a fázový úhel o 0,1 vyšší. BMI zůstal stejný. WHR index se zvýšil o 0,01.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – dosáhly celkového zhoršení, FVC klesla o 9 %, FEV<sub>1</sub> o 10 % a PEF také o 10 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Hodnota VO<sub>2</sub>max se dokonce snížila o 4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – výsledky tohoto testování vykazují podobné hodnoty jako při vstupním testování nebo dokonce mírné zlepšení některých sledovaných parametrů. Hodnota PP zůstala stejná, MP se zvýšil o 0,1 W/kg a hodnota AnC se zvýšila o 1,2 J/kg. Naopak IÚ poklesl o 2,1 % a poměr MP a PP vzrostl o 1,9 %, což svědčí o menší únavě probanda při anaerobní práci a mírném zvýšení jeho vytrvalostních předpokladů. SFmax se během testování snížila o 11 tepů za minutu a množství laktátu v krvi po ukončení testu vzrostlo o 0,6 mmol/l, což může být zapříčiněno jeho vyšším nasazením v průběhu závěrečného testování.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – po ukončení tréninkového cyklu jsme zjistili, že došlo k zvýšení svalové síly předloktí pro provedení supinace i pronace, nejvýrazněji se navýšila síla při pohybu pravého předloktí do supinace, nyní je již stupeň svalové síly v oblasti zápěstí maximální. Ke zvýšení svalové síly v oblasti loketního kloubu vůbec nedošlo, zde však již před zahájením tréninkového cyklu byla síla u všech testovaných pohybů na stupni 5, a proto již nemohlo dojít k jejímu navýšení. Výjimku tvoří pouze *m. brachialis*, jehož síla maximální nebyla, ale i tak zůstala po ukončení trénování shodná. V oblasti ramenního kloubu došlo k nejvýraznějšímu nárůstu svalové síly při testování pohybů do extenze, abdukce a extenze v abdukci, mírně se zvýšila také svalová síla do flexe a u levé horní končetiny do zevní rotace a síla *m. pectoralis major*. Při testování lopatky došlo k výraznému navýšení svalové síly při provedení kaudálního posunu s addukcí, addukce a elevace, mírně se také zvýšila síla při abdukci lopatky s rotací vpravo. Celkově došlo stejně jako u předchozích probandů k vyrovnání stranových svalových rozdílů mezi pravou a levou horní končetinou. Došlo také k výraznému nárůstu svalové síly trupu, zde se tato změna nejvýrazněji projevila při provedení pohybu do flexe, kde nyní dosahuje stupně 3, při provedení pohybu do flexe s rotací dosahuje oboustranně stupně 3+, naopak síla extenze zůstala stejná. Zde se pravděpodobně mimo porušení míchy jeví jako další možná příčina i pevná fixace obratlů probanda a malá pohyblivost páteře.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – zde se neprokázala přílišná změna během testování před a po ukončení tréninkového cyklu. Došlo sice k úpravě mírného zkrácení levého *m. pectoralis major*, ale zároveň došlo ke zkrácení levého *m. trapezius*.

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – došlo k úpravě mírných rozdílů svalových objemů mezi pravou a levou horní končetinou a také k mírnému nárůstu obvodů horních

končetin. Obvody obou předloktí jsou nyní 33 cm, obvody paží 39 cm. Obvod pasu se zvýšil o 1 cm a obvod boků se naopak o 1 cm snížil.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů došlo k mírnému nárůstu flexibility o 4 cm, zlepšila se také flexibilita ramenních kloubů, vpravo o 2 cm, vlevo o 3 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – při 30 s testování s 2,5 kg činkou došlo k navýšení počtu zdvihů pravé horní končetiny na vysokých 28 (zlepšení o 4) a levé na 26 zdvihů (zlepšení o 4).

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal časové zlepšení v provedení testu o 0,8 s se současným mírným zlepšením kvality i plynulosti pohybů a to především v závěrečné fázi testování.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal zvýšení maximálního počtu dosažených otáček na krankcyklu o 7 za minutu, i zde došlo ke zlepšení kvality i plynulosti prováděného pohybu na krankcyklu.

**Odezva kardiopiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – při závěrečném testovacím 30-ti minutovém kontinuálním tréninku (při zatížení 2,5) byl naměřen TK probanda před zahájením tréninku 170/110 mm Hg. Oproti úvodnímu testování byla hodnota SFklid o 8 tepů za minutu vyšší. Hodnota DFklid zůstala stejná, SFkrank se snížila o 4 tehy, DFkrank i DF<sub>3</sub> se snížily o 1 dech za minutu.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – výsledky subjektivního pocitu o rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle hodnocení Borgovy škály během cvičení s krankcyklem jsou následující 13, 14, 14, 13, 12, 12, 10. To svědčí o nízkém stupni vnímání prováděné zátěže a její celkově nižší odezvě na stav probanda.

### **5.3.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda**

U probanda č. 3 bylo přínosem tréninkových jednotek jeho velké nasazení a také jeho každodenní sportovní i tréninkové návyky, které tvořily hodnotnou podporu našeho úsilí pro zvýšení jeho kondice, kterého jsme se snažili dosáhnout především. Na druhou stranu však tyto aspekty způsobovaly nižší objektivitu při vyhodnocení skutečného vlivu samotného cvičení s krankcyklem na tohoto probanda. Dalším výrazným

pozitivním znakem byla absence jakýchkoliv zdravotních komplikací či jiných příčin přerušení či omezení našeho tréninkového plánu. Proto jsme očekávali poměrně dobré závěrečné výsledky a výrazné zlepšení sledovaných parametrů. Bohužel k této očekávané změně nedošlo v takovém rozsahu. Příčinou mohly být podobně jako u probanda č. 2 jeho dobré výkonnostní schopnosti již před celkovým zahájením celého tréninkového cyklu a také fakt, že s krankcyklem již poměrně dlouhou dobu před zahájením testování cvičil, a tak již mohlo k adaptaci jeho organismu na takto specifickou zátěž dojít dříve.

Celkem výrazné zhoršení se projevilo u testování plicních funkcí probanda. Zde došlo k poklesu FVC o 9 %, FEV<sub>1</sub> o 10 % a PEF také o 10 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Snížila se i hodnota VO<sub>2</sub>max o 4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Příčinou toho by mohl být menší poměr zastoupení vytrvalostních složek tréninku a zaměření se na zlepšení silových schopností probanda a hlavně krátkodobou vytrvalost. Došlo i ke zhoršení některých parametrů hodnotících tělesnou stavbu a složení těla. Narostl podíl tělesného tuku o 1,8 % a snížilo se množství ATH o 1,5 kg, celkové vody, ETC i buněčné masy. Příčinou toho může být podobně jako u probanda č. 2 nižší zavodnění organismu nebo jeho snížená potřeba na dodávku vody během nastalého zimního období. Mírně se snížil illness marker.

Naopak ke zlepšení v podílech zastoupení jednotlivých složek ve složení těla došlo u bezvodé aktivní hmoty, jejíž množství vzrostlo, snížila se hodnota objemu 3. prostoru a mírně vzrostla impedanční hodnota i fázový úhel.

Došlo k nárůstu svalové síly jednotlivých testovaných svalových skupin horních končetin a také trupu do flexe a flexe s rotací. Nárůst svalové síly horních končetin byl nejvíce patrný u testovacích pohybů lopatky, ramenních kloubů a předloktí, při testování loketního kloubu se změna v stupni svalové síly neprokázala.

Také se zlepšily jeho rychlostní, obratnostní i krátkodobě vytrvalostní schopnosti. Zlepšily se i anaerobní předpoklady probanda, kde hodnoty získané při Wingate testu ukázaly mírné zvýšení AnC a MP. Snížil se IÚ a vzrostl poměr mezi MP a PP, což svědčí o mírném zvýšení jeho vytrvalostních schopností a schopnosti lépe udržet nastavené anaerobní zátěžové tempo. Mírně vzrostlo i množství laktátu v krvi po provedeném testu a snížila se hodnota SFmax o 11 tepů za minutu.

Došlo ke zlepšení flexibility loketních i ramenních kloubů a k mírnému nárůstu objemů měřených svalů horních končetin.

Mírně se zlepšila i odezva organismu probanda na dlouhodobou vytrvalost a také se snížilo jeho subjektivní hodnocení námahy na déletrvajícím kontinuálním zatížení.

Ostatní sledované parametry nedosáhly přílišných změn. Mírně se zvýšil obvod boků, ale BMI zůstal shodný. Neukázal se téměř žádný vliv na zkrácení testovaných svalů, došlo sice k úpravě zkrácení levého *m. pectoralis major*, ale současně se mírně zkrátil levý *m. trapezius*.

## **5.4 Hodnocení probanda č. 4**

### **5.4.1 Charakteristika probanda (tabulka č. 3)**

Proband č. 4 je muž, 21 let, měří 190 cm a váží 59,0 kg. Jde o tetraplegii s výškou léze C<sub>5</sub> způsobenou po autonehodě s následným polytraumatem v roce 2011. Měsíc po úrazu byl převezen z nemocnice v Ostravě na spinální jednotku, kde strávil dalších 5 měsíců, poté byl 5 dalších týdnů v rehabilitačním ústavu v Kladrubech. Nyní dochází na soukromou rehabilitaci pravidelně přibližně 1x týdně. Jde o praváka, který pracuje jako editor časopisu, do práce dojíždí pouze 1x týdně, jinak pracuje z domova, převážně na počítači. Žije s dalšími dvěma vozíčkáři ve společném bezbariérovém bytě a také pracovní prostředí má bezbariérově přizpůsobené. Věnuje se sportovním aktivitám, 1x týdně hraje rugby, 1x týdně plave a 1x týdně trénuje v posilovně Centra Paraple, kde se již také s krankcyklem seznámil. V květnu 2012 prodělal reoperaci stabilizace C<sub>p</sub> pro rozvoj pakloubu a v tomto roce mu byly odstraněny konkrementy z močového měchýře. Nyní již nekouří a alkohol pije velmi zřídka.

### **5.4.2 Výsledky vstupního měření**

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – výrazně štíhlá postava, dle kaliperace čtyř kožních řas dosahuje výrazně nízkého podílu tělesného tuku 6,7 % i nižšího množství ATH 55,0 kg. Pomocí kontrolní metody s využitím Bodystatu QuadScan 4000 jsme naměřili hodnoty tělesného tuku 11,7 %, ATH 52,1 kg, bezvodé aktivní hmoty 14,3 kg, celkové vody 60,1 %, ETC 27,9 %, ITC 33,5 %, buněčné masy 28,2 kg, objemu 3. prostoru 1,5 l, illness markeru 0,878, impedanční hodnoty 1,11



a fázového úhlu 3,3. BMI dosahuje hodnoty 16,3 a ukazuje na výraznou podvýživu. Hodnota WHR indexu činí 0,83, což u mužů představuje spíše periferní typ distribuce tělesného tuku a s ohledem na obvod pasu nepředstavuje riziko kardiovaskulárních onemocnění.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – jsou spíše slabší, FVC odpovídá 42 %, FEV<sub>1</sub> 45 % a PEF 31 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. V absolutních hodnotách pak mají tyto parametry velikost 2,52 l, 2,24 l a 3,31 l.s<sup>-1</sup>. Hodnota VO<sub>2</sub>max získaná z přepočtů zadaných údajů v sporttesteru dosahuje oproti tomu poměrně vysokých 48 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Zde však patrně vznikla možná nepřesnost přepočtů přístroje, způsobená velmi atypickými tělesnými parametry probanda, jeho postižením a také vysokou výškou léze.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – jsou také spíše slabší, PP dosáhl hodnoty 1,6 W/kg, MP 1,2 W/kg a AnC dosáhla nižších 36,3 J/kg, což je méně než se v průměru popisuje u sportujících tetraplegiků. Únava při anaerobní práci je vcelku přiměřená, IU odpovídá 40,5 %. Poměr MP a PP je 77,4 %, což odpovídá vyváženému profilu předpokladů pro vytrvalost i rychlost. Odezva organismu na anaerobní zátěž je nižší, SFmax dosáhla 118 tepů za minutu a množství laktátu v krvi po ukončení testu bylo 5,8 mmol/l.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – testované svaly probanda nedosahují v žádném případě maximální možné síly, velmi mírná svalová převaha se ukazuje při testování svalových skupin dominantní pravé horní končetiny. Síla pronátorů předloktí vykazují na obou stranách pouze stupeň 1, u supinátorů je to pak shodně stupeň 2. Z testovaných svalových skupin v oblasti loketního kloubu se jako nejslabší prokázal pohyb do extenze a tedy i síla *m. triceps brachii*, která dosahuje na obou stranách stupně 2. Pohyby loketního kloubu do flexe vykazují stupeň svalové síly mezi 3 a 3+. V oblasti ramenního kloubu je nejvíce oslabena jeho vnitřní rotace, dosahuje také pouze stupně 2. Naopak nejsilnější je pohyb do abdukce, kde je na obou stranách svalová síla stupně 4. Ostatní pohyby v ramenním kloubu se pohybují v rozsazích svalové síly od stupně 2+ až do stupně 3+. Také zde je patrná větší síla pravé horní končetiny a to v pohybech do extenze a zevní rotace a také u *m. pectoralis major*. Při testování pohybů lopatek byla jejich největší svalová síla naměřena při elevaci, zde bylo na obou stranách dosaženo shodně stupně 4. Nejnižší svalová síla se projevila u pohybu lopatek do abdukce s rotací, kde na pravé straně dosáhl proband svalové síly stupně 2, vlevo pak

pouze stupně 1. Svalová síla probanda v oblasti trupu není zachována, při pokusu o flexi trupu či flexi trupu s rotací nedošlo k žádnému svalovému záškubu. Zaznamenán byl pouze velmi mírný svalový záškub vzpřimovačů trupu (*m. spinalis* a *m. longissimus*) při pokusu o extenzi trupu (hlavy) vleže na břicho, který lze hodnotit stupněm 1.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – neprokázalo téměř žádné svalové zkrácení u testovaných svalů, malé zkrácení jsme vyšetřili pouze u horní části pravého *m. trapezius*.

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – zde jsme naměřili oproti předešlým probandům velmi malé velikosti obvodů horních končetin. To se však dalo s ohledem na tělesnou stavbu probanda očekávat. Byly zjištěny pouze mírné rozdíly v obvodech pravé a levé horní končetiny. A také v rozdílu velikosti obvodů mezi předloktím a paží. Obvod předloktí vpravo byl 21 cm, vlevo 22 cm. Obvod paže vpravo 24 cm, vlevo 23 cm. Obvod pasu dosáhl nízkých 72 cm, obvod boků pak 86 cm.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů probanda je velmi dobrá, mírně zhoršená je pouze flexibilita pravého ramenního kloubu, kde během testování chybělo k spojení konečků prstů 6 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – zde se během 30 s testování s 2,5 kg činkou prokázala nižší výdrž pravé (15 zdvihů) a velmi nízká výdrž levé (12 zdvihů) horní končetiny.

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – při cvičení na krankcyklu s velmi malou zátěží prokázal proband spíše slabší rychlostní schopnosti, prokázal sice velkou schopnost koncentrace i nasazení v testu, provedení pohybů horních končetin na krankcyklu bylo plynulé, a to i přes nutnost použití pomocných úchopů, avšak chyběla mu dostatečná výbušná rychlost a v závěru testu i větší vytrvalost, což mělo za následek únavu horních končetin a postupné zpomalení pohybu i při této velmi malé zátěži. Výsledný čas dosažený během prvního testovacího pokusu pak činil 33,6 s.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – při tomto testu dokázal proband provést na krankcyklu během jedné minuty při malé zátěži pouze nízký počet otáček a to 40.

**Odezva kardiopiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – před zahájením prvního testovacího 30-ti minutového tréninku (při zatížení 1,5) byl změřen TK probanda a dosáhl hodnoty 110/80 mm Hg. Hodnota

SFklid byla 62 tepů za minutu, DFklid dosáhla 15 dechů za minutu, SFkrank dosáhla počtu 134 tepů za minutu, DFkrank byla 21 a DF<sub>3</sub> byla 19 dechů za minutu.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – výsledky subjektivního pocitu o rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle hodnocení Borgovy škály během cvičení s krankcyklem jsou následující 8, 17, 12, 10, 10, 12, 12. To ukazuje průměrně na velmi nízkou a přibližně stejnou míru subjektivního vnímaní zátěže jedincem po většinu testovací doby a zároveň na velký rozdíl při druhém kontrolním bodě během 5. minuty testování, kdy proband č. 4 patrně nestačil plnit požadované nároky tréninku a jeho tep neodpovídal hodnotám jeho subjektivního pocitu ze zátěže. V dalších minutách testování se však již zvládl na nastavenou zátěž velmi dobře adaptovat a udržet svůj subjektivní pocit vnímané zátěže po zbytek testování na velmi nízké úrovni.

#### **5.4.3 Průběh tréninku a jeho specifika**

Proband č. 4 prokázal velkou motivaci před začátkem tréninkového cyklu a dle svých možností se naplno snažil plnit zadané tréninkové požadavky. Kromě tréninku s krankcyklem se i nadále věnoval 1x týdně hraní rugby a dle svých možností začal také 1x týdně plavat. Bohužel se však potýkal s občasnými problémy spíše sociálního rázu, a tak pro něj někdy nebylo lehké daný trénink absolvovat. Kromě těchto komplikací byl i zde tréninkový plán v 8. týdnu narušen zdravotní komplikací vzniklou po úrazu při rugby, následkem čehož se probandovi vytvořil dekubit v oblasti bederní krajiny a sedacích hrbolů. Musel tak být dokonce necelý týden hospitalizován, a proto bylo nutné trénink na 2 týdny přerušit. Nevýhodou tohoto přerušování bylo, že proband vypadl z nastaveného tréninkového tempa téměř na konci celého cyklu, čímž také mohlo dojít k ovlivnění závěrečného testování i k horším dosaženým výsledkům.

Proband prokázal velkou zručnost i intelekt při nácviu jednotlivých tréninkových metod a subjektivně dosahoval velmi výrazného a rychlého postupu v navyšování své kondice, síly i výdrže prováděných cviků. Celkově absolvoval 20 hodinových cvičení s krankcyklem.

Jelikož při vstupním testování dosahovaly jeho výsledky pouze nižších hodnot, rozhodli jsme se pokusit komplexně zlepšit veškeré jeho pohybové i kondiční schopnosti. S ohledem na jeho potřeby a nároky jak v běžném životě, tak i při sportu

a s ohledem na vstupní výsledky Wingate testu, jsme se ale cíleně pokusili nejvíce zlepšit jeho vytrvalostní a rychlostní pohybové schopnosti.

Proband č. 4 měl na začátku samotného trénování spíše malou svalovou sílu, při testování nedosahoval takových výsledků jako ostatní probandi. Jednalo se o jedince, který byl poměrně krátce po úrazu a subjektivně prokázal dobré schopnosti učit se novým věcem a rychle se zlepšovat. Vzhledem ke všem těmto předpokladům jsme po celou dobu trénování očekávali výrazné změny a celkové zlepšení především jeho síly, pohybových schopností, kondice, ale i dalších sledovaných parametrů.

Z použitých tréninkových metod jsme pro rozvoj vytrvalosti zvolili metody zaměřené především na rozvoj dlouhodobé vytrvalosti, proto jsme do našeho plánu zařadili různé formy intervalových tréninků. Ty byly nastaveny spíše pro rozvoj rychlosti než síly a proto tento intervalový trénink tedy probíhal spíše při nastavení nižších odporů zátěže s vyšší frekvencí otáček. Také jsme využívali metod nepřerušovaného zatěžování, kde jsme se naopak zaměřili na rozvoj silových schopností a volili tak větší odpory zatížení. Při tréninku krátkodobé vytrvalosti jsme pak trénink přizpůsobili co nejvíce podobě Wingate testu s maximální intenzitou cvičení a konstantní dobou odpočinku 3 minuty. U rychlostních schopností jsme se opět zaměřili na jejich celkový rozvoj, kde jsme nejčastěji využívali krátkých 10 s intervalů při středním odporu a době odpočinku 2 minuty tak, abychom co nejvíce podpořili rozvoj rychlostní složky pohybu a zároveň při takto krátkých intervalech nebyl nutný příliš dlouhý odpočinek. Mimo to jsme využívali také metod silově rychlostních, kde jsme při provádění deseti otáček maximální rychlostí postupně navyšovali a později snižovali úroveň dané zátěže v rozmezí 30 – 60 % maxima. Na závěr těchto rychlostních tréninků jsme pak zařazovali i formy tréninku metod rychlostní vytrvalosti. Trénink obratnostních schopností zde byl více zahrnut do trénování rychlostních schopností. V poměrech zastoupení jednotlivých pohybových schopností ve všech provedených tréninkových jednotkách pak rozvoj vytrvalostních schopností představoval přibližně 40 %, silových 20 %, rychlostních 30 % a obratnostních 10 % z celkového času.

#### 5.4.4 Výsledky výstupního měření

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – podíl tělesného tuku se snížil o vysokých 4,4 % a množství ATH naopak stoupl o výrazných 6,7 kg. Bezvodé aktivní hmoty je o 2,3 kg více, celkové vody je o 2,5 % více, množství ETC je o 0,9 % vyšší, množství ITC je vyšší o 0,5 %. Buněčné masy je více o 2,7 kg, objem 3. prostoru je větší o 0,8 l, illness marker je o 0,004 nižší, impedanční hodnota je vyšší o 0,01 a fázový úhel je vyšší o 0,1. BMI je o 0,3 nižší. WHR index zůstal stejný.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – dosáhli celkového zlepšení, FVC vzrostla o 7 %, FEV<sub>1</sub> o 5 % a PEF o 6 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Hodnota VO<sub>2</sub>max se zvýšila o 1 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – výsledky tohoto testování vykazují poměrně výrazný pokles výkonnostních hodnot pro AnC o 4,7 J/kg, zvýraznil se IÚ o 10,0 % a snížil poměr MP a PP o 6,8 %. Hodnota PP klesla 0,1 W/kg a MP se snížil také o 0,1 W/kg. Tento výsledek znamená zhoršení anaerobních předpokladů probanda, ale vzhledem k zaměření jeho tréninku a současném zlepšení plicních funkcí by mohl vypovídat o změně jeho dispozic na schopnosti dlouhodobě vytrvalostního charakteru, které by bylo dobré ověřit případným aerobním zátěžovým testem. SFmax se během testování zvýšila o 26 tepů za minutu a množství laktátu v krvi po ukončení testu pokleslo o 0,2 mmol/l.

**Svalová síla** (tabulka č. 7) – došlo k celkovému nárůstu svalové síly horních končetin a také k mírné úpravě odchylek svalové síly mezi pravou a levou stranou, svalová síla probanda však stále nedosahuje maximálních hodnot. K výraznému zvýšení svalové síly došlo během kontrolního testování především u *m. biceps brachii* a *m. brachioradialis*. Mírně se také zlepšila síla při provedení pohybu předloktí do supinace, při testování pravého *m. brachialis* a pohybu pravého loketního kloubu do extenze. Při testování ramenních kloubů došlo k nejvýraznějšímu oboustrannému zlepšení při testování extenze v abdukci či prosté extenze. Došlo také k mírnému oboustrannému zvýšení síly zevní rotace, k zlepšení flexe a abdukce pravé horní končetiny a k mírnému zvýšení svalové síly funkce levého *m. pectoralis major*. Při testování pohybů lopatek došlo k výraznému zvýšení svalové síly při pohybu do addukce a elevace lopatek, mírné zlepšení nastalo také u kaudálního posunu s addukcí a vpravo při testování abdukce s rotací. Nedošlo k změnám svalové síly

při testování svalové síly trupu, zde stále není provedení požadovaných pohybů možné. Pouze u pokusu o provedení extenze trupu došlo k nepatrnému zlepšení kvality záškubu pozorovaných svalů.

**Vyšetření zkrácených svalů** (tabulka č. 8) – zde se neprokázala přílišná změna během testování před a po ukončení tréninkového cyklu. Došlo pouze k mírnému zkrácení levého *m. trapezius*, které vzniklo jeho možným přetížením během tréninku.

**Měření objemů** (tabulka č. 9) – ani zde se neprokázala přílišná změna, došlo k úpravě mírných rozdílů svalových objemů mezi pravou a levou horní končetinou. Obvody obou předloktí jsou nyní 22 cm, obvody paží 25 cm. Obvod pasu se snížil o 1 cm a obvod boků zůstal stejný.

**Kloubní flexibilita** (tabulka č. 10) – u loketních kloubů došlo k velmi mírnému nárůstu flexibility o 1 cm, zlepšila se také flexibilita pravého ramenního kloubu o 4 cm, levého o 1 cm.

**Krátkodobá vytrvalost** (tabulka č. 11) – při 30 s testování s 2,5 kg činkou došlo k navýšení počtu zdvihů o 1 u pravé a o 3 u levé horní končetiny.

**Test koordinace horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal výrazné časové zlepšení v provedení testu o 2,5 s. Prokázalo se také subjektivní navýšení rychlosti prováděných pohybů a zlepšená schopnost udržení nastaveného tempa při zachovalé kvalitě pohybů po celou dobu testování.

**Test maximální rychlosti horních končetin** (tabulka č. 11) – prokázal výrazné navýšení maximálního počtu dosažených otáček na krankcyklu o 9 za minutu.

**Odezva kardiopiračního systému na cvičení s krankcyklem** (tabulka č. 12) – při závěrečném testovacím 30-ti minutovém kontinuálním tréninku (při zatížení 1,5) byl naměřen TK probanda před zahájením tréninku 120/80 mm Hg. Oproti úvodnímu testování byla hodnota SFklid o 4 tepy za minutu vyšší. Hodnota DFklid zůstala stejná, SFkrank se zvýšila o výrazných 20 tepů za minutu. DFkrank se snížila o 1 a DF<sub>3</sub> o 2 dechy za minutu.

**Borgova škála** (tabulka č. 13) – testování subjektivního pocitu rozsahu celkově vnímané námahy pro organismus dle hodnocení Borgovy škály prokázalo subjektivní rovnoměrné zmírnění vnímané zátěže pro probanda při zachování shodných podmínek testování. Byly získány hodnoty 8, 10, 8, 12, 12, 14, 12. To svědčí o stále zachovalém

nízkém stupni vnímání prováděné zátěže a její celkově nižší odezvě na stav probanda. Navíc došlo k úpravě sledovaného druhého údaje, kdy během vstupního testování došlo k výrazné odchylce této hodnoty pravděpodobně v důsledku přecenění schopností probanda. Nyní při výstupním měření k tomuto jevu již nedošlo, což svědčí o výrazném zlepšení rozvržení sil po celou dobu tohoto testování.

#### **5.4.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda**

U probanda č. 4 byl předpokládán nejvyšší efekt vlivu tréninku s krankcyklem na zlepšení zkoumaných parametrů. K samotnému cvičení byl velmi silně motivován a i přes počáteční slabší výdrž a nižší dosaženou sílu prokazoval v nastavených tréninkových jednotkách velmi velké nasazení. Navíc se jednalo o probanda, u něhož došlo k prodělání léze teprve nedávno, jeho svalová síla při úvodním testování byla spíše nižší a během celé doby tréninku absolvoval navíc i své další obvyklé sportovní aktivity, vhodné pro jeho další zlepšení. Jediným negativním vlivem na bezproblémový průběh celého tréninkového cyklu se tak stalo jeho zranění, následkem kterého byl nucen vynechat několik následujících cvičení.

Po ukončení tréninku se projevil výrazné změny především v tělesné stavbě a ve složení těla. Váha probanda se zvýšila o 4,4 kg, navíc došlo ke snížení podílu tělesného tuku o 4,4 % a o 6,7 kg vzrostlo množství ATH, což svědčí o výrazném nárůstu svalové hmoty. K dalšímu zlepšení parametrů hodnotících tělesnou stavbu došlo v důsledku zvýšení množství bezvodé aktivní hmoty, buněčné masy a fázového úhlu. Došlo také k nepatrnému procentuálnímu zvýšení množství celkové vody, ETC i ITC, což svědčí o celkově lepším zavodnění probanda. Impedanční hodnota zůstala téměř stejná. Velmi mírně se snížil illness marker a zvýšila se velikost objemu 3. prostoru.

Celkově se také zlepšily plicní funkce, došlo k nárůstu FVC o 7 %, FEV<sub>1</sub> o 5 % a PEF o 6 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. Zvýšila se i hodnota VO<sub>2</sub>max o 1 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

Došlo k celkovému zvýšení svalové síly obou horních končetin, kde již většinu pohybů zvládá i proti mírnému či střednímu odporu, stále převládá mírně vyšší svalová síla pravé horní končetiny, ale stranový nepoměr patrný na začátku tréninkového období se upravil. Nejvýraznější byl nárůst svalové síly levého *m. biceps brachii*. Naopak

na testování svalové síly trupu neměl trénink pravděpodobně v důsledku typu pohybového postižení probanda a výšky jeho léze vliv.

Došlo k výraznému zlepšení obratnostních schopností probanda a jeho schopnosti vyvinout maximální pohybovou rychlost na krankcyklu. Výrazně se také navýšila SFkrank hodnotící jeho maximální nasazení a odezvu kardiovaskulárního systému na zatížení při samotném cvičení s krankcyklem.

K nejméně zhoršení došlo u anaerobních předpokladů probanda, kde během závěrečného Wingate testu došlo ke snížení AnC o 4,7 J/kg. Byla prokázána i výrazně větší únava při anaerobní práci, kdy IÚ se zvýšil o 10,0 %. Poklesl také poměr MP a PP, což svědčí o mírném zhoršení krátkodobých vytrvalostních předpokladů jedince, ale zároveň také o jeho lepších dispozicích pro sílu a rychlost. Poměrně se také zvýšila hodnota SFmax o 26 tepů za minutu.

U dalších zkoumaných vlivů tréninku s krankcyklem došlo pouze k nevýrazným nebo žádným změnám. Mírně se zvýšila flexibilita loketních a ramenních kloubů, došlo k mírnému nárůstu svalových objemů horních končetin a k mírnému zlepšení krátkodobé vytrvalosti testované pomocí provedení počtu zdvihů činky horními končetinami. Mírně se také zlepšila odezva organismu probanda na dlouhodobou vytrvalost a také se mírně snížilo jeho subjektivní hodnocení námahy na déletrvajícím kontinuálním zatížení, proband se navíc během tréninkových jednotek naučil lépe rozvrhnout nasazení svých výkonnostních dispozic u déletrvajícím zátěže tak, aby nedocházelo k výrazným odchylkám v nastaveném tempu, síle i plynulosti prováděných pohybů. Došlo také k navýšení BMI probanda, což s ohledem na jeho výrazně štíhlou postavu znamenalo spíše určitý přínos pro jeho celkový zdravotní stav.

Ostatní sledované parametry nedosáhly přílišných změn. Mírně se snížil obvod pasu. Snížilo se množství laktátu v krvi po ukončení Wingate testu. K mírnému zhoršení došlo zkrácením levého *m. trapezius*.



## 5.5 Hodnocení probanda č. 5

### 5.1.5 Charakteristika probanda (tabulka č. 3)

Proband č. 5 je muž, 47 let, měří 180 cm a váží 116,7 kg. Jde o paraplegii s výškou léze Th<sub>5</sub> způsobenou následkem sportovního úrazu v roce 1983. Měsíc po úraze nastoupil na rehabilitační léčbu do ústavu v Chuchelné a od té doby podstupuje přibližně deset fyzioterapeutických jednotek do roka. Jde o praváka, který pracuje jako odborný asistent a ze sportu se věnuje přibližně jednou týdně curlingu. Bydlí v bezbariérovém bytě. Z přidružených onemocnění trpí vyšším krevním tlakem, který je kompenzován léky. Dále trpí obezitou a má také zvýšenou hladinu cukru v krvi, kterou si musí hlídat. Alkohol pije příležitostně, nekouří.

### 5.5.2 Výsledky vstupního měření

**Tělesná stavba a složení těla** (tabulka č. 4) – dle kaliperace čtyř kožních řas dosahuje podíl tělesného tuku 27,1 % a množství ATH je 85,1 kg, což představuje dobrou, spíše vyšší hodnotu. Pomocí kontrolní metody s využitím Bodystatu QuadScan 4000 jsme naměřili hodnoty tělesného tuku 28,1 % a ATH 83,4 kg. Bezvodé aktivní hmoty je 21,5 kg, celkové vody 53,4 %, ETC 23,0 %, ITC 28,7 %. Buněčná masa tvoří 47,6 kg, objem 3. prostoru je 1,9 l, illness marker 0,851, impedanční hodnota 1,28 a fázový úhel 4,1. BMI dosahuje hodnoty 35,8, která značí střední obezitu.

**Plicní funkce** (tabulka č. 5) – jsou velmi dobré, FVC odpovídá 73 %, FEV<sub>1</sub> 82 % a PEF 96 % teoretických náležitých hodnot pro běžnou populaci. V absolutních hodnotách pak mají tyto parametry velikost 3,50 l, 3,19 l a 8,80 l.s<sup>-1</sup>. Tyto výsledky naznačují velmi dobrou úroveň plicních funkcí, u shodných typů míšní léze jsou přibližné normy těchto hodnot kolem 80 %. Hodnotu VO<sub>2</sub>max již nebylo možné při dalším testování změřit.

**Anaerobní předpoklady** (tabulka č. 6) – jsou s ohledem na věk velmi dobré, PP dosáhl hodnoty 3,7 W/kg, MP 2,6 W/kg a AnC dosáhla dobrých 77,8 J/kg. Únava při anaerobní práci je spíše vyšší, IÚ odpovídá 51,1 %. Poměr MP a PP je 69,6 %, což svědčí o převaze rychlostně silových dispozic nad vytrvalostními. Odezva organismu jedince na anaerobní zátěž je přiměřená, odpovídá vyššímu věku i nižší práci vykonané

v testu. SFmax dosáhla 165 tepů za minutu a množství laktátu v krvi po ukončení testu bylo vyšších 8,8 mmol/l, což svědčí o dobrém provedení a vysokém nasazení v testu.

Ostatní testování mimo biomedicínskou laboratoř UK FTVS neproběhla a proband se pro zdravotní komplikace s nutností následné operace omluvil z další účasti na projektu diplomové práce.

### **5.5.3 Průběh tréninku a jeho specifika**

Z důvodu zdravotních komplikací a problémů v sakrální oblasti probanda, které bylo dokonce zapotřebí řešit operačně, nedošlo k zahájení tréninkového cyklu a proband z další účasti na této diplomové práci odstoupil.

### **5.5.4 Výsledky výstupního měření**

Z důvodu zdravotních komplikací probanda nedošlo k pořízení žádných výsledků výstupního měření ani k možnosti jejich porovnání alespoň s částečnými výsledky vstupního testování. Proband se bohužel k testování ani nedostavil.

### **5.5.5 Shrnutí výsledků vlivu tréninku s krankcyklem na probanda**

Již z předchozího textu vyplývá, že nebylo možné získat výstupní data hodnotící vliv tréninku probanda na krankcyklu ani je jinak porovnat či zhodnotit.

Toto zjištění však potvrzuje, jak problematickou a specifickou skupinou jsou právě vozíčkáři a jak velký význam má u nich v jakémkoliv déletrvajícím experimentu přítomnost různých, převážně zdravotních komplikací, kterými tyto jedinci velmi často trpí. Tato informace by však mohla posloužit dalším prováděným výzkumům s tímto typem populace tak, aby již předem byl tento aspekt do předpokladů a plánů daného výzkumu zahrnut a daný projekt počítal se všemi specifiky této velmi individuální a těžce objektivizovatelné skupiny jedinců.

## 6. DISKUSE

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda u vozíčkářů dojde po absolvování 12-ti týdenního kontinuálního tréninku s krankcyklem k nějaké adaptaci jejich organismu na tuto nastavenou zátěž a zda dojde ke změnám námi sledovaných parametrů hodnotících složky jejich kondičních a zdravotních předpokladů, poměry v tělesné stavbě a složení těla a změny v jejich pohybových schopnostech. Důležitým impulzem ke vzniku této práce bylo zjištění, že v dnešní době existuje ve společnosti jen velmi malé procento přiměřeně fyzicky aktivních osob (Pate a kol., 1995). Většina z nich má proto pouze nízkou úroveň své kondice, která sebou nese mnohá rizika a následně také snižuje možnosti plnohodnotného aktivního života (Carnethon a kol., 2005). Tento problém je pak daleko více patrný u osob se sníženou možností pohybu, kterou vozíčkáři bezpochyby jsou. I možnosti jejich tréninku a jiných pohybových aktivit jsou daleko omezenější. S tím souvisí také zvýšená náchylnost ke vzniku zdravotních komplikací, která vzniká z důsledků jejich postižení samotného, ale také sekundárně právě již výše zmíněnou sníženou pohybovou aktivitou (Kábele, 1992). Běžné užívání vozíku nedokáže adekvátně zatížit kardiovaskulární systém tak, aby se jeho výkonnost mohla zvyšovat, naopak velmi často vede k jeho nepřiměřenému přetěžování. Tomuto problému však lze s pomocí doplňkového cvičení horních končetin na ručním ergometru či krankcyklu předejít (Davis a kol., 1981), podobně je tomu i u zdravých jedinců (Pate a kol., 1995; Pollock a kol., 1998). Díky těmto cvičebním fitness programům a celkovému zvýšení popularity fyzické aktivity přichází v posledních letech řada nových a moderních tréninkových směrů a lidé k těmto činnostem také využívají stále větší množství cvičebních přístrojů či pomůcek. V tomto směru nezůstávají pozadu ani vozíčkáři, kterým se tak otvírají zcela nové možnosti. Krankcykl je pouze jednou z nich (Boyer, 2009).

Přínosy pravidelného cvičení jsou již léty ověřené a je dobré je, zejména u vozíčkářů, systematicky rozvíjet. Patří k nim zlepšení funkce kardiovaskulárního systému, kdy dochází díky pravidelnému převážně vytrvalostnímu a aerobnímu cvičení ke snížení TK, dále zvýšení kardiorespirační vytrvalosti, redukci hmotnosti a zvýšení glukózové tolerance, jež by mimo jiné byla přínosem pro probanda č. 5. Adaptaci organismu na pravidelnou zátěž dochází také ke snížení hladiny cholesterolu v krvi, snížení rizik vzniku chronických onemocnění jako je diabetes nebo zvýšení

fyziologických markerů. Jinými výhodami jsou zvýšení svalové síly, zlepšení rovnováhy a prevence pádů (Pate a kol., 1995; Pollock a kol., 1998). Byla prokázána i nižší úmrtnost z důvodů kardiovaskulární nedostatečnosti (Blair a kol., 1989). Dalšími výhodami jsou zvyšování pracovní kapacity a maximálního využití kyslíků ve stáří (Pogliaghi a kol., 2006), dále dochází ke zlepšení chůze u pacientů s náhradou kyčelního kloubu (Maire a kol., 2006) a redukcí vzniku mozkových příhod a spasticit (Diserens a kol., 2007). Zvyšuje se vytrvalost paží a dochází k redukcí dušnosti u pacientů trpících chronickou obstrukční nemocí plic (Gnocchi, 2005).

V dostupné literatuře jsem nenalezl žádnou studii, která by se zabývala podobnou tematikou s tak širokým spektrem sledovaných parametrů a navíc u takto specifické skupiny osob. Jedinou studií, která sledovala vliv efektu cvičení s krankcyklem a porovnávala získané výsledky mezi skupinou zdravých jedinců a jedinců s tělesným postižením nebo chronickým onemocněním, provedl Barfield a kol. (2012). Zkoumali vliv 12-ti týdenního tréninku s krankcyklem při 45-ti minutových tréninkových jednotkách 3-krát týdně. Metodika i volba zkoumaných parametrů této studie se stala podkladem pro naši práci, která ze získaných zkušeností čerpá a částečně vychází. Z výsledků této studie jsme zjistili, že průměrné zvýšení  $VO_2\max$  činilo u postižených jedinců přibližně 8 %. V našich případech bylo toto zvýšení pouze zanedbatelné a u probanda č. 3 došlo dokonce ke snížení této i ostatních hodnot funkčního vyšetření plic. U probandů č. 2 a 4 došlo k mírnému zlepšení všech těchto sledovaných hodnot, u probanda č. 2 navíc k výraznému zvýšení hodnoty PEF. Probanda č. 1 vykazoval mírné zhoršení hodnot FVC a  $FEV_1$  a naopak také výrazné zlepšení hodnoty PEF. Barfield a kol. (2012) naměřili zvýšení MP o 21 %. V našem případě se této hodnotě nejvíce přiblížil proband č. 2, který dosáhl zlepšení o 10 %. Při měření svalové síly využíval Barfield a kol. (2012) jiné měřicí metody a orientační nárůst svalové síly činil 3 % u stisku ruky (handgrip), 47 % u posílení *m. triceps brachii* (triceps pressdown) a 43 % u posílení svalů hrudníku a především *m. pectoralis major* v sedě (Seated chest press). I v naší práci však lze u všech probandů celkový nárůst svalové síly, vyšetřovaný pomocí Jandova svalového testu, potvrdit. Kloubní flexibilita se v případě Barfieldovy studie zvýšila v průměru o 3 cm, testování krátkodobé vytrvalosti přineslo zlepšení kolem 33 %, zmenšil se také obvod pasu (3 %), boků (2 %) a poměr tělesného tuku (4 %). Jediným parametrem, který se nezlepšil, byla tělesná hmotnost, ta v průměru stoupla o 1 kg. V našem případě se v průměru kloubní flexibilita

zvýšila o 2 cm, krátkodobá vytrvalost se zlepšila o 15 %, obvod pasu se zmenšil o 1 %, obvod boků o 0,5 % a poměr tělesného tuku poklesl o 3,5 %. Tělesná hmotnost se zvýšila také o 1 kg. Mírnou odlišnost získaných výsledků si lze vysvětlit jednak malým a statisticky neobjektivním počtem pozorovaných probandů zahrnutých do obou studií a také ne zcela shodnými měřícími i tréninkovými metodami.

Dalším, kdo se touto problematikou zabýval, byl Blake A. Boyer se svými spolupracovníky (Boyer, 2009; Boyer a kol., 2010). Zkoumali ale spíše vliv a charakter jednorázového cvičení s krankcyklem. Jednalo se o 30-ti minutovou tréninkovou jednotku, které se zúčastnili vždy zdraví, fyzicky aktivní jedinci. Sledována pak byla velikost intenzity průměrného cvičení na krankcyklu se současným hodnocením této tréninkové jednotky pomocí Borgovy škály a měřen byl také celkový kalorický výdej. Podle výsledků těchto studií je průměrná intenzita zátěže cvičení s krankcyklem u zdravých jedinců nezávisle na pohlaví střední až velmi vysoká a průměrný kalorický výdej za 30 minut je asi 269 kcal. Hodnoty SF byly u probandů více jak 90 % času tréninku udržovány nad hranicí 70 % SFmax. Často však SF přesahovala během tohoto tréninku hranici 85 %, což svědčí o velmi vysoké hranici intenzity cvičení. Průměrná hodnota  $VO_2\text{max}$  byla udržována nad 72 % maxima. Tyto tréninkové předpoklady mají za následek ovlivnění kardiovaskulárních funkcí a složení těla, avšak taková zátěž je až příliš vysoká a může tak znamenat jisté riziko pro starší populaci, či pro méně aktivní část populace s převážně sedavým životním stylem, kam patří i vozičkáři (Battista a kol., 2008). Proto jsme v našich tréninkových jednotkách kladli velký důraz na kontrolu SF a také aktuálního fyzického stavu probanda. V těchto studiích mimo jiné také zjistili, že u řady probandů překročila jejich SF v průběhu tréninkové jednotky hodnotu SFmax, získanou během vstupního laboratorního testu. Tento poznatek můžeme také potvrdit. V našem případě překročili hodnotu SFmax během tréninku s krankcyklem probandi č. 2, 3 a 4. Zde by se dala pozorovat i jistá souvislost převyšování SFmax v průběhu cvičení s krankcyklem s výškou léze, zejména u tetraplegiků. Zjistili jsme, že čím měl náš proband vyšší míšňí lézi, tím více SFkrank přesahovala hodnoty SFmax. To, že zdraví jedinci dosahují během déletrvajících zátěží vyšších hodnot SF oproti hodnotám SFmax, potvrzují také Battista a kol. (2008) a Caria a kol. (2007). Ti tento jev odůvodňují buď tím, že je možné, že během testování na ergometru nedosáhnou probandi své pravé SFmax z důvodů únavy paží, anebo tím, že je vyšších hodnot SFkrank při déletrvajícím cvičení dosaženo častěji proto, že během

této zátěže dochází také k celkovému zvýšení teploty těla a srdeční činnosti. V našem případě můžeme u vozíčkářů navíc předpokládat také vliv porušení funkce vegetativního nervového systému s následným ovlivněním srdeční funkce, které může mimo jiné způsobovat také výkyvy SF v klidu i během zátěže (Kábele, 1992; Faltýnková, 2012). Bylo by tedy dobré i tento fenomén v rámci některé další studie prozkoumat a případně ověřit jeho pravdivost, či se pokusit najít bližší vztah mezi rozdíly v SF<sub>max</sub> získané při provedení během laboratorního zátěžového testu a skutečnou maximální SF při intenzivním déletrvajícím zatížení vozíčkáře (v našem případě označovanou jako SF<sub>krank</sub>). Zbývá také určit, zda a jaký vliv má na daný rozdíl výška léze či druh pohybového postižení nebo tělesné zdatnosti jedince. U tetraplegiků se také v této souvislosti velmi často objevuje vysoký či kolísavý TK (Kábele, 1992). V naší studii byly naměřeny vyšší hodnoty TK pouze u probanda č. 3, kolísání TK jsme nezaznamenali.

Chad R. Johnson (2010) zkoumal rozdíly mezi cvičením na krankcyklu a ručním ergometru. Během jednorázového testování došel k závěru, že dosažené hodnoty VO<sub>2</sub>max zdravých jedinců jsou při cvičení na krankcyklu u mužů (o 12 %) i u žen (o 16 %) vyšší než na ergometru. Hodnoty SF byly během obou způsobů cvičení přibližně stejné. I tak lze ale díky zvýšeným hodnotám VO<sub>2</sub>max během tréninku považovat krankcykl za velmi efektivní cvičební přístroj pro horní končetiny vhodný nejen ke zlepšení všech dříve zmíněných parametrů, ale také k dlouhodobému udržení zdraví a fyzické i psychické pohody.

Další obdobné studie se již nezabývaly přímo cvičením s krankcyklem, ale na ručním ergometru. Pro nás jsou však o to zajímavější, že u všech jde o kontinuální dlouhodobý trénink horních končetin vozíčkářů. Zde by se proto mohla objevit určitá podobnost získaných výsledků a zároveň také možnost posouzení odlišností a výhod dlouhodobého tréninku s krankcyklem a ručním ergometrem. Pro naši práci byly v těchto studiích důležité především výsledky adaptačních změn organismu vozíčkáře na dlouhodobý trénink a také navržené vzory tréninkových plánů a postupů včetně měřících a hodnotících metod.

V první z těchto studií (Yim a kol., 1993) byl zkoumán vliv 5-ti týdenního tréninku s ručním ergometrem u 11 paraplegiků s poraněním míchy. Jednalo se o velmi

podobné diagnózy jako v případě naší studie. Rozdílem byla délka cvičební jednotky (30 minut), avšak charakter cvičebních jednotek, zaměřených na dlouhodobou vytrvalost a rozvoj kardiorepiračních funkcí, byl velmi obdobný. Také byly kontrolovány a upravovány podle průběžného sledování SF, udržované nad hranicí 80 % SFmax. Tato studie se zabývala především vlivem tohoto cvičení na fyziologické parametry organismu, zejména pak na plicní funkce, a svalovou sílu horních končetin. Zjistili, že po ukončení tréninkového cyklu na ručním ergometru nejsou zatím pozorovatelné žádné statisticky signifikantní ( $p < 0,05$ ) změny u klidové (u nás SFklid) či zátěžové (u nás SFkrank) SF nebo TK. V našem případě můžeme tento výsledek potvrdit pouze u hodnoty TK, kde naši probandi také nedosahovali výrazných změn před a po tréninkovém období. Hodnota SFklid u probanda č. 3 stoupla o 8 tepů za minutu a u probanda č. 4 o 4 tehy za minutu. U probanda č. 4 se také velmi výrazně zvýšila hodnota SFkrank (o 20 tepů za minutu). Naopak u probanda č. 3 došlo k jejímu snížení o 4 tehy za minutu. Tyto výsledky dle mého názoru však více než co jiného pouze potvrzují nestálost SF u jedinců s vyšší míšní lézí a její časté výkyvy, které mohou skutečný vliv tréninku na funkci kardiovaskulárního systému do jisté míry maskovat. Yim a kol. (1993) během své studie neprokázali ani statisticky významný vliv tréninku s ručním ergometrem na plicní funkce. Hodnoty FVC se snížily v průměru o 0,1 %, u FEV<sub>1</sub> zůstaly stejné a u PEF se snížily o 0,3 %. V naší práci dosáhly tyto výsledky daleko výraznějších změn, a proto lze předpokládat i vyšší vliv cvičení s krankcyklem na plicní funkce než je tomu v případě ručního ergometru. Svou roli však mohla hrát také celkově delší doba našeho tréninkového cyklu a také nižší statistická objektivnost námi dosažených spíše individuálních výsledků. Hodnota FVC se totiž nejvýrazněji změnila u probanda č. 3, kde poklesla o 9 % náležitých hodnot. U probanda č. 4 naopak vzrostla o 7 % nál. h. Hodnota FEV<sub>1</sub> v našem případě vzrostla u probandů č. 2 a 4 v průměru o 7 % nál. h., naopak u probandů č. 1 a 3 poklesla v průměru také o 7 % nál. h. Pozitivní účinnost tohoto vlivu na plicní funkce probandů je diskutovatelná a opět se opírá spíše o individuální hledisko. Jak jsme již výše zmínili, nárůst svalové síly horních končetin a trupu byl po tréninku s krankcyklem celkově výrazný. Ve studii (Yim a kol., 1993) je však nárůst svalové síly flexorů a extenzorů loketních kloubů a extenzorů ramenních kloubů statisticky nevýznamný. K výraznému zvýšení došlo jen u svalové skupiny flexorů ramenních kloubů. Ostatní svalové skupiny nebyly zkoumány a další výsledky proto nelze porovnat. Nicméně můžeme tvrdit, že

trénink s krankcyklem se u vozíčkářů jeví pro zvýšení svalové horních končetin a trupu účinnější než využití ručního ergometru.

Druhou podobně zaměřenou studii provedl Davis a Shephard (1990). Při ní také sledovali vliv cvičení s ručním ergometrem na vozíčkáře, ale tentokrát byla celková délka trénování 16 týdnů. Lze tedy předpokládat, že u sledovaných probandů mohlo dojít k daleko větší adaptaci jejich organismu na danou zátěž a zároveň k výraznějším změnám zkoumaných parametrů. Tato studie u probandů měřila a hodnotila parametry jako jsou TK, tělesná výška a hmotnost, množství podkožního tuku a zejména pak PP, MP a AnC. Bylo zjištěno, že došlo k průměrnému zvýšení hodnot MP pro extenzi ramenních kloubů po 8 týdnech trénování o 6 – 8 W, po 16 týdnech pak o 13 – 31 W. V našem případě tyto výsledky potvrdilo pouze hodnocení MP probanda č. 2, u kterého bylo po 12 týdnech cvičení s krankcyklem zlepšení této hodnoty o 0,3 W.kg<sup>-1</sup>, v absolutní hodnotě pak asi 17,2 W. To by znamenalo důkaz o stejné efektivitě cvičení s krankcyklem na průměrný výkon horních končetin jako u ručního ergometru. Výsledky ostatních probandů to však již nepotvrdily. Hodnota MP u probandů č. 1, 3 a 4 se zvýšila v absolutních hodnotách o 0 W, 8,3 W a 5,9 W.

Během našich tréninkových jednotek jsme si u trénování dlouhodobé vytrvalosti zvolili jako objektivní kontrolu nastavené intenzity cvičení SF. Tu jsme pomocí sporttesteru kontinuálně udržovali nad hranicí 80 % SFmax. Toto nastavení představuje dle Boyera (2009) střední až vysokou intenzitu cvičení a podle něj i podle ACSM (2006) má také příznivý vliv na zvýšení funkční zdatnosti kardiopulmonálního systému. Dalším hodnotícím kritériem tohoto tréninku se stala také Borgova škála subjektivního vnímání míry intenzity zátěže. Dle Boyera (2009) dosahovaly její hodnoty při takto nastaveném tréninku s krankcyklem při jednotlivých kontrolách v rozmezí 5 minut průměrně těchto velikostí: 10, 12, 15, 15, 16, 15. Zde je možné sledovat postupný nárůst vnímané subjektivní intenzity zátěže a pouze její mírný pokles v posledním hodnoceném období. V našem případě byl tento nárůst a následný pokles pozorován u probandů č. 1 a 2 dříve, přibližně již v polovině testování, tedy mezi 10. – 15. minutou. U probanda č. 3 se tyto výsledky při testování před tréninkovým cyklem podobaly výsledkům Boyera (2009), při závěrečném testování však měly tyto hodnoty svůj vrchol již mezi 5. – 10. minutou a poté již postupně klesaly. U probanda č. 4 se pak



projevily nejvýraznější výkyvy těchto hodnot a to především při vstupním testování během 5. minuty, kdy dosahovalo jeho hodnocení intenzity zátěže stupně 17.

Dosažení tepové hranice 80 % SFmax se nám při tomto druhu vytrvalostního tréninku dařilo lehce již v prvních minutách, což také svědčí o vysoké efektivnosti tohoto přístroje a velkém vlivu na motivaci jedince pro udržení intenzity cvičení a vysokého nasazení. Nutno však podotknout, že možným rizikem se stalo již zmiňované občasné překračování této nastavené hranice a v některých případech i výkyvy SF až nad samotnou SFmax. Ty sice dle Battisty a kol. (2008) a Cariy a kol. (2007) z výše zmíněných důvodů nejsou nijak neobvyklé, mohou však také znamenat přetížení organismu i možné zdravotní riziko či zbytečně nadměrnou následnou únavu. Na to je třeba dávat si zejména u vozíčkářů dobrý pozor, protože tvoří v těchto ohledech skupinu daleko náchylnější k možným selháním organismu. Proto jsme vždy při překročení hranice SFmax volili okamžité přerušování probíhající zátěže a vyčkání poklesu SF alespoň na 50 % SFmax.

Intenzita cvičení na úrovni 80 % SFmax je však dle ACSM (2006) pro samotné účely rehabilitace již příliš vysoká a hodí se tedy více pro potřeby fitness či k posilování. Tento předpoklad potvrdila i tato práce, kdy při tréninku s krankcyklem docházelo u všech probandů k nárůstu svalové síly a mírně také k růstu svalových objemů horních končetin. Jelikož však šlo v našem případě sice o vozíčkáře, ale jinak aktivní a zdravé jedince, pro které bylo hlavním cílem dosáhnout zvýšení své fyzické kondice, ukázalo se toto nastavení intenzity cvičení a zátěže jako správné. Navíc nebylo dodržováno ve všech typech našich tréninkových postupů a proto by se i určité části našich tréninkových metod daly zařadit do skupiny rehabilitační mechanoterapie. Pro dodržení podmínek rehabilitačního cvičení a příznivého vlivu na zdraví jedince by dle ACSM (2006) musela být tato hranice intenzity cvičení na krankcyklu snížena alespoň na 40 – 60 % SFmax.

Dalším zajímavým aspektem této práce bylo také záměrné zařazení jednotlivých testovacích metod. Zde jsme chtěli poukázat především na možnosti vyšetření svalové síly jak zdravých, tak tělesně postižených jedinců, při kterém nebylo vždy možné provést svalový test dané svalové skupiny podle přesně předepsaných postupů a jejich hodnocení muselo být v některých případech alespoň minimálně modifikováno.

V našem výzkumu jsme svalovou sílu hodnotili především pomocí svalového testu, kde výhodou byla možnost rozlišení testování menších svalových skupin s lepší diferenciací jejich skutečné síly. Nevýhodou tohoto testování však zůstává určitá subjektivita hodnocení, která i v případech, že je daný test během jeho opakování prováděn stejnou vyšetřující osobou, zůstává stále nepřesná. Oproti tomu jsme v našem výzkumu mohli nabídnout vzájemné porovnání těchto výsledků s přesnými a objektivními výsledky zátěžového Wingate testu, který také nepřímo svalovou sílu horních končetin a především silové schopnosti hodnotí. Dalšími možnostmi by pak bylo využití metody 1-RM, tedy maximální hmotnost, kterou je jedinec schopen danou svalovou skupinou jedenkrát uzvednout (McArdle, 1996) nebo přístrojového měření pomocí příslušných dynamometrů.

Samotný trénink s krankcyklem probíhal za neustálé kontroly SF pomocí sporttesteru tak, aby mohla být upravována požadovaná intenzita zátěže cvičení. Zde se však vyskytl drobný problém, který by mohl také souviset s výše zmíněnými odchylkami v maximální SF během samotného tréninku na krankcyklu a testováním v laboratoři. Především u probanda č. 4, který má nejvyšší míšňí lézi (tetraplegie C<sub>5</sub>), se objevily nejčastější problémy s měřením SF, kterou sporttester opakovaně špatně monitoroval. Menší problémy se v tomto ohledu vyskytly také u probanda č. 3, který má druhou nejvyšší míšňí lézi (paraparéza Th<sub>8</sub>), u ostatních probandů se ale tyto problémy vůbec neprojevíly. Je zde tedy určitá možnost ztížení provedení a nižší kvality měření SF u vyšších míšňích lézí. Tuto hypotézu by však bylo nutné podložit statisticky větším souborem jedinců s podobnými problémy a postižením.

Dalším uvažovatelným aspektem, který mohl ovlivnit výsledky testování je také doba, po kterou již probandi s krankcyklem cvičili před samotným zahájením našeho testování. Zde je dobré si uvědomit, že proband č. 3, který již dříve s krankcyklem nejdéle trénoval, mohl snáz dosáhnout lepších vstupních výsledků, protože se při těchto testech s přístrojem již pouze neseznamoval, ale plně ho ovládal. Proto již u něho mohla proběhnout jistá adaptace organismu na tento typ zátěže, a proto při výstupním kontrolním měření mohlo dojít ke snížení následného vlivu na adaptaci jeho organismu a tedy i k menším změnám pozorovaných parametrů. To lze z námi výše uvedených výsledků probanda č. 3 také potvrdit.

K podobnému jevu by ale mohlo dojít i u osob jinak velmi dobře trénovaných (proband č. 2) a nebo u starších případů lézí (probandi č. 1, 3 a 5), u kterých již nepředpokládáme tak prudké změny v jejich zdravotním, tělesném či kondičním stavu. Dalším případem by mohli být i starší jedinci (probandi č. 2 a 5), u kterých se již taková míra a rychlost adaptace organismu kvůli jejich vyššímu věku nepředpokládá.

V našem výzkumu jsme z důvodů odděleného otáčení klik přístroje a možnosti jejich synchronního či asynchronního používání předpokládali, že dojde k výrazné úpravě ve stranových rozdílech u svalové síly jednotlivých svalových skupin. To by zejména pro vozíčkáře znamenalo velký přínos, jsou totiž oproti zdravým jedincům ještě výrazněji postiženi nerovnoměrným stranovým rozložením svalové síly a trpí proto častěji svalovými dysbalancemi a skoliózou (Kábele, 1992). Díky tomuto nastavení krankcyklu dochází k úpravě těchto odchylek a to se při porovnání výsledků získaných z vyšetření svalové síly u všech probandů, kteří absolvovali 12-ti týdenní trénink s krankcyklem také potvrdilo. Navíc měl tento trénink ve všech svých složkách a při trénování jakékoliv pohybové schopnosti výrazný vliv na zlepšení svalové koordinace horních končetin i trupu.

Nutno však podotknout, že získané výsledky nepřinesly celkově takové změny, jaké jsme po 12-ti týdenním tréninku předpokládali. To lze vysvětlit několika možnými důvody vzniklými z různých příčin. Zaprvé mohlo dojít ke zkreslení některých prováděných měření a nebo i přes naši snahu nemuselo dojít k plně homogenním podmínkám během vstupního i výstupního testu jak vlivem aktuálního stavu a rozpoložení daného probanda, tak možným vznikem dalších komplikací, kterými mohl v dané chvíli trpět a které sám nevedl. Co se týče měřících metod, tak zde například u měření tělesné stavby a složení těla pomocí metody s využitím Bodystatu QuadScan 4000 uvádí výrobce možnou tolerovatelnou odchylku získaných výsledků pro zdravé jedince až 5 % (Bodystat.cz - Bodystat Quadscan 4000, online 2013). Pro vozíčkáře bohužel tyto hodnoty uváděné nejsou a pravděpodobně se jejich zjištěním zatím nikdo více nezabýval. Lidé na vozíku mají výrazně jiné fyziologické i tělesné vlastnosti, mezi ně patří např. změny v propustnosti tkání a uložení vody. To je zapříčiněno jejich zhoršenou trofikou a také cirkulací látek v zasažených oblastech těla.

Z tohoto důvodu dochází především vlivem gravitace k ukládání většího množství vody v oblasti dolních končetin a ke zhoršení jejího návratu a to i při testování, kdy proband leží na lehátku ve vodorovné poloze (Kábele, 1992). Tento návrat je tedy pomalejší a před provedením samotného měření by se tedy mělo pravděpodobně čekat déle než jak uvádí ve svém návodu pro zdravé osoby výrobce. Z tohoto hlediska se tedy jeví měření složení těla přesnější pomocí metody kaliperace čtyř kožních řas, při které ale zjišťujeme pouze podíl tělesného tuku a množství ATH. V našem případě při porovnání těchto dvou metod byly např. u probanda č. 4 naměřeny velmi rozdílné hodnoty (5 % rozdíl v podílu tělesného tuku a 3 kg rozdíl v množství ATH). Opět jde o probanda s nejvyšší míšní lézí a lze tedy předpokládat i jistou souvislost.

Dalším možným faktorem bylo období, ve kterém jsme náš výzkum prováděli. Šlo o zimní období, do kterého navíc spadalo také období Vánoc. Domníváme se, že toto období je právě pro možné snižování kondice zdravých i tělesně postižených jedinců kritické, a proto měl také náš trénink posloužit k co nejvyšší možné redukci těchto vlivů, které by mohli následně přinášet komplikace zdravotního stavu probandů, snížení jejich kondice a nepříznivé změny ve složení těla. I když byl tedy náš záměr volby tohoto období jako prevence vzniku těchto možných komplikací dobrý, zdá se, že mohl druhotně ovlivnit námi sledované parametry a zapříčinit, že i s pravidelným cvičením na krankcyklu nedosáhli testování probandi tak výrazných změn, jaké byly očekávány a dokonce došlo v některých případech i k určitým zhoršením. To by mohlo sloužit jako podklad k naší obhajobě efektivity cvičení na tomto přístroji. S ohledem na předchozí vysvětlení také předpokládáme, že během zimního období přirozeně dochází např. ke zvyšování množství tělesného tuku v organismu a přibývá celková hmotnost jedince. Zároveň se také domníváme, že dochází k úbytku celkového množství vody v organismu, protože je v zimním období vlivem vnějšího prostředí snížena tendence k jejímu příjmu.

Tento výzkum byl prováděn převážně na aktivních, poměrně zdravých vozíčkářích. I přesto se u probanda č. 1 během našeho tréninku vyskytly mnohé zdravotní komplikace. Navíc dlouhodobě trpí i psychickými problémy, které také mohly ovlivnit jeho účast na testování a stejně tak míru jeho nasazení či motivace, či jen prosté docházky na tréninkové jednotky. To sice nemůžeme nijak potvrdit, ale jistý předpoklad podle jeho chování a způsobu jeho vystupování připouštíme. Proband č. 5 prodělal hned

v úvodu našeho výzkumu několik zdravotních komplikací, které ho donutili podstoupit následnou operaci a z účasti na dalším výzkumu jej tak úplně vyřadily. S většími či menšími zdravotními či jinými komplikacemi se však snad s výjimkou probanda č. 3 potýkali všichni probandi a tyto jejich vzniklé indispozice narušovaly tréninkový plán a komplikovaly průběh našich tréninkových jednotek. V závěru výzkumu pak musíme uvažovat i možné ovlivnění výsledků závěrečného testování i těmito komplikacemi. Na druhou stranu to však pouze potvrzuje výraznou individualitu a náročnost přístupu k této vybrané skupině i k lidem na vozíku obecně a poukazuje na vysoké procento neúspěšnosti prováděných dlouhodobých výzkumů s nimi. Na to by se mělo při dalších obdobných výzkumech pamatovat a předem tyto faktory zahrnout do požadavků výběru úvodního zkoumaného souboru.

V našem hodnocení pohybových schopností probandů jsme narazili na problém objektivního měření koordinačních schopností. Zde jsme pro tyto potřeby vytvořili specifický koordinační test s krankcyklem. Ten obsahoval řadu přesně definovaných, po sobě jdoucích pohybů, při kterých byly také subjektivně zhodnoceny jejich průběh a plynulost a měřen celkový čas. Nevýhodou tohoto testování se však stalo, že ve výsledné fázi se měření i trénink tohoto typů jedincových schopností stal pro samotné testování více otázkou pouhé rychlosti a jeho zaměření tedy nebylo tak průkazné, jak jsme očekávali. Tyto schopnosti by se pak daly lépe hodnotit s využitím monitorovací 3D analýzy či videozáznamu (Rodgers a kol., 2001). Pro naše hodnocení koordinační pohybové schopnosti v rámci této pilotní studie si však troufám říci, že byl tento způsob dostačující a desing tohoto testování a z něj získané výsledky by mohly sloužit jako možné vodítko či návod i v budoucnu. Jeho výsledky, i ty subjektivní, navíc spolu s výsledky získanými při svalovém testu i ostatních zkouškách prokázaly, že cvičení na krankcyklu má pro všestranné koordinační schopnosti převážně horních končetin, ale i trupu jedince velmi pozitivní vliv. Tento poznatek by se mohl při důkladném prozkoumání stát doporučením pro využití tohoto přístroje k těmto účelům i v rámci rehabilitace jak u vozíčkářů, tak také pro zdravé jedince.

Co se týká rozvoje cvičení na krankcyklu a počtu míst v České republice, kde je na něm možné trénink absolvovat, zjistili jsme, že takových míst je 33 (Kam na KRANKcycle®? (skupinové cvičení, kruhový trénink, osobní trénink, rehabilitace, fyzioterapie, lázně, sportovní kluby), online 2012). Všechna tato místa jsou poměrně rovnoměrně rozmístěna ve větších městech po celém území republiky. Pokud tedy

vycházíme z údajů Kábeleho (1992), kdy v tomto roce u nás bylo přibližně 5000 vozíčkářů, a tento počet navýšíme o průměrný předpokládaný nárůst až do dnešní doby, zjistíme, že připadá jedno zařízení poskytující veřejnosti krankcykl na zhruba 300 vozíčkářů. Tento dosavadní počet zatím podle našich odhadů neumožňuje pravidelné využívání tohoto přístroje každému tělesně postiženému jedinci, a proto by bylo dobré ukázat jeho výhody a možný přínos především této skupině lidí a přiblížit jim možnosti, které nabízí. Z tohoto hlediska by bylo dobré obecně navýšit počet krankcyklů, zejména pak v centrech a zařízeních, které se problematikou vozíčkářů zabývají.

Ze všech těchto uvedených poznatků je pak možné potvrdit naši první hypotézu. U námi sledovaných probandů totiž po absolvování tréninkového cyklu s krankcyklem skutečně došlo ke změnám sledovaných parametrů, v některých výše uvedených případech k výrazným. Do jaké míry jsou však tyto změny způsobeny pouhým cvičením na krankcyklu a nebo dalšími individuálními vnějšími či vnitřními vlivy na takto malém vzorku nelze s jistotou říci.

Druhou hypotézu jsme z výsledků této práce ověřili pouze částečně. U všech probandů sice došlo k předpokládanému nárůstu svalové síly a zlepšila se také krátkodobá vytrvalost a subjektivně hodnocené vnímání dlouhodobé vytrvalostní zátěže. Parametry hodnotící odezvu organismu na tuto zátěž se však zvýšily pouze velmi mírně a výrazně pozitivní vliv tohoto cvičení na kardiorespirační systém tak nelze jistě prokázat. Změny ve stavbě a složení těla se také objevily u všech probandů, avšak jejich naměřené hodnoty byly velmi individuální, nesourodé a tedy také statisticky neprůkazné.

Krankcykl se díky svému pozitivnímu vlivu na zvýšení svalové síly a zlepšení kondice u vozíčkářů prokázal v tomto směru jako poměrně efektivní tréninkový přístroj. Tím tedy byla potvrzena i třetí hypotéza. Převažující intenzita cvičení na krankcyklu je ale pro prosté využití potřeb rehabilitace až příliš vysoká a radí ho proto spíše do skupiny posilovacích a fitness přístrojů a lépe se tak hodí v rámci prevence či zvýšení fyzické kondice spíše pro zdravé a aktivní jedince. To ale zajisté jeho využití vozíčkáři nevyklučuje.

## 7. ZÁVĚR

Tato práce se zabývá účinkem vlivu trénování s krankcyklem na vybrané vozičkáře s porušením míchy a různou výškou této léze. Jejím hlavním cílem bylo pozorovat měřitelné změny, ke kterým u daných probandů po uplynutí stanovené doby dojde vlivem adaptace jejich organismů na tuto zátěž. Krankcykl je jako poměrně nový a moderní cvičební přístroj považován za velmi platný a využitelný pro rehabilitaci a zvyšování kondice zdravých jedinců i vozičkářů. V České republice se s ním již můžeme setkat na mnoha místech, převážně ve fitness centrech zaměřených také na spinning.

Bohužel se zatím nenašlo příliš odborných studií zabývajících se touto problematikou, tedy dopadem tohoto pravidelného tréninku na lidský organismus a fyziologickými i jinými změnami probíhajícími v těle vlivem takto specifické zátěže. Tato práce vznikla také proto, aby přiblížila krankcykl širší veřejnosti a zejména pak vozičkářům, kteří mají možnosti kvalitního a pestrého sportovního vyžití více omezené. Je proto důležité nabízet jim další možné a účinné alternativy zvyšování kondice, pohybových schopností i prevence zdravotních obtíží, způsobených celkově sníženou aktivitou.

Došli jsme k závěru, že tento přístroj přináší skutečně široký účinek na poměrně velké spektrum všech sledovaných parametrů a že více či méně příznivě ovlivňuje jejich jednotlivé složky. Jako hlavní efekt cvičení s krankcyklem byl prokázán vysoký vliv na zvýšení svalové síly horních končetin a také trupu. U probandů, kteří měli možnost zapojení trupového svalstva, docházelo dokonce k výraznému nárůstu jeho síly. Lze tedy předpokládat, že u zdravých jedinců je tato posilovací metoda na tuto oblast velmi účinná. Dalším přínosem krankcyklu byla možnost vyrovnání stranových svalových odchylek a zlepšení a zkvalitnění schopnosti svalové koordinace horních končetin u všech probandů. Zlepšily se také parametry krátkodobé vytrvalosti a rychlostních schopností horních končetin. Došlo ke zvýšení flexibility ramenních i loketních kloubů a mírnému nárůstu svalové hmoty horních končetin především v oblasti paží. Během vytrvalostního tréninku s krankcyklem pak u všech došlo ke snížení subjektivně vnímané zátěže tréninku na organismus a také ke zlepšení reakční funkce kardiorepiračního systému, na který mělo námi nastavené relativně intenzivní cvičení příznivý vliv.

U sledovaných změn plicních funkcí, byly naše výsledky neprůkazné. U probandů č. 2 a 3 došlo k celkovému zlepšení těchto funkcí a u probandů č. 1 a 2 dokonce k výraznému navýšení hodnoty PEF. U probanda č. 3 však dokonce došlo ke snížení a tedy zhoršení těchto hodnot. U žádného z probandů pak nedošlo k výrazné změně  $VO_2\max$ . To si můžeme vysvětlit i případným individuálním rozpoštěním probandů přímo v době testování těchto funkcí. Vliv účinnosti tréninku s krankcyklem na tyto sledované plicní funkce je však třeba zvážít, případně potvrdit či vyvrátit dalšími výzkumy. Odlišná výška léze nekorelovala s rozdílnými výsledky probandů u sledovaných plicních funkcí. Také sledování anaerobních předpokladů jedinců nebylo jednoznačné. Celkového zlepšení sledovaných parametrů dosáhl jen proband č. 2, ostatní výsledky byly po ukončení tréninkového období spíše beze změny. U probanda č. 4 navíc došlo i k celkovému zhoršení. Zde by se již malá souvislost s výškou léze probanda dala pozorovat. K nejlepším výsledkům a změnám vedoucím ke zlepšení dochází u jedinců s nižší výškou míšní léze. Výjimku zde tvoří pouze proband č. 1, který nedosáhl předpokládaného nejvýraznějšího zlepšení. Je však nutné uvažovat i jiné faktory a zohlednit také mnohé zdravotní komplikace, nižší nasazení i menší počet tréninkových jednotek, které proband č. 1 absolvoval. U měření tělesné stavby a složení těla byly výsledky také hodně individuální a k jejich změnám docházelo spíše náhodně. Ani s ohledem na další dříve uvedené příčiny nesourodosti výsledků nebylo ovlivnění těchto parametrů daným cvičením prokázáno. K největšímu celkovému zlepšení v poměrech složení těla došlo u probanda č. 4, k menším zlepšením pak u probanda č. 2. Neprokázal se ani vliv cvičení s krankcyklem na zkrácení svalů.

Důležitým vedlejším poznatkem této práce je také potvrzení skutečně velké míry zdravotních i jiných komplikací vozíčkářů, které velmi znesnadňují jakýkoliv déletrvajícím výzkum či práci s nimi, a sekundárně tak v podstatě znemožňuje objektivizaci prováděných výzkumů. Důležité je proto uvědomit si zvýšenou míru individuality i vlastních specifických potřeb těchto jedinců a zároveň také s těmito možnými komplikacemi do budoucna počítat, případně se jim snažit předejít, aby další práce přinesly co nejvíce objektivních a statisticky validních výsledků. Z tohoto důvodu bude dobré zařadit do dalších pozorování daleko větší množství probandů, případně si vymezit užší okruh takto postižených osob s co nejpodobnějším typem postižení nebo výškou léze, a již také předem počítat s možností jejich častějšího přerušování tréninku či odstoupení z výzkumu.



Práce je pilotní studií, která sama o sobě přináší velké množství možností pro další zkoumání této problematiky. Proto jsme také zvolili co největší možný rozsah variability postižení daných jedinců a množství sledovaných parametrů. Chtěli jsme tak dalším vědcům podat návod a pomoci určit směr, ve kterém by již existovala určitá představa o potenciálních změnách a výsledky by bylo možné lépe zobecnit. Věřím proto, že se tato práce stane výrazným přínosem v dané problematice a nezůstane pouze mým osobním obohacením o nově získané zkušenosti.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2006.

Antropometrická vyšetření, SZÚ. SZÚ [online]. 2007 [cit. 2014-4-05]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/podpora-zdravi/antropometricka-vysetreni>.

BARFIELD, J. P., NYIKOS, I., MALONE, L. A. Effect of Krankcycle training on physical fitness among adults with disabilities. *Palaestra*, 2012, 26 (2), s. 40-47.

BATTISTA, R. A., FOSTER, C., ANDREW, J., WRIGHT, G., LUCIA, A., PORCARI, J. P. Physiologic responses during indoor cykling. *J Strength Condit Res*. 2008, 22 (4), s. 1236-1241.

BLAIR, S. N., KOHL, H. W., PAFFENBARGER, R. S., CLARK, D. G., COOPER, K. H., GIBBONS, L. W. Physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy men and women. *JAMA*. 1989, 262, s. 2395-2401.

Bodystat.cz - Bodystat Quadscan 4000. *Bodystat.cz - Domů* [online]. 2013 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://www.bodystat.cz/Bodystat/Typy-Bodystatu/Bodystat-Quadscan.aspx>.

BORG, G. A. Perceived exertion: a note on „history“ and methods. *Med Sci Sports Exerc*. 1973, 5, s. 90-93.

BOYER, B. A. *The relative exercise intensity of krankcycle workout: dizertační práce*. Wisconsin-LA: University of Wisconsin-LA Crosse, 2009, 19 s., 59 s. příl. Vedoucí dizertační práce Dr. John Porcari, Ph.D.

BOYER, B. A., PORCARI, J., FOSTER, C. Krank it. *ACE FitnessMatters*, 2010, s. 6-9.

CARIA, M. A., TANGIANU, F., CONCU, A., CRISAFULLI, A., MAMELI, O. Quantification of spinning bike performance Turing a standard 50-minute class. *J Sports Sci*. 2007, 25 (4), s. 421-429.

CARNETHON, M. R., GULATI, M., GREENLAND, P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. *JAMA*. 2005, 294 (23), s. 2981-2988.

Centrum Paraple - Fyzioterapie. *Centrum Paraple - Paraple* [online]. 2011 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://www.paraple.cz/informace/rehabilitace/fyzioterapie.html>.

Centrum Paraple - Míšní poranění. *Centrum Paraple - Paraple* [online]. 2011 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://www.paraple.cz/informace/misni-poraneni.html>.

Centrum Paraple - Organizace. *Centrum Paraple - Paraple* [online]. 2011 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://www.paraple.cz/informace/organizace.html>.

Centrum Paraple - Rehabilitace. *Centrum Paraple - Paraple* [online]. 2011 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://www.paraple.cz/informace/rehabilitace.html>.

ČIHÁK, R. *Anatomie 1*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001, 497 s. ISBN 80-716-9970-5.

ČÍŽKOVÁ, J. *Poznávání duševního života člověka*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1996. 111 s. ISBN: 80-7067-779-1.

DAVIS, G. M., KOFSKY, P. R., KELSEY, J. C., SHEPHARD, R. J. Cardiorespiratory fitness and muscular strength of wheelchair users. *Can Med Assoc J*. 1981, 125 (12), s. 1317-1323.

DAVIS, G. M., SHEPHARD, R. J. Strength training for wheelchair user. *Br. J. Sports Med.*, 1990, 24 (1), s. 25-30.

DISERENS, K., PERRET, N., CHATELAIN, S., BASHIR, S., RUEGG, D., VUADENS, P., VINGERHOETS, F. The effect of repetitive arm cycling on post stroke spasticity and motor control: repetitive arm cycling and spasticity. *J Neurol Sci*. 2007, 253 (1-2), s. 18-24.

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha : Olympia, 2002. 331 s. ISBN 80–7033 –760–5.

DURNIN, J., WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 1974, 32, s. 77-97.

DYLEVSKÝ, I. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing, 2009. 180 s. ISBN 978-80-247-1648-0.

Experimenty s Vernierem na GML – Biologie. *Vernier CZ - Vybavení pro výuku přírodovědných oborů*. [online]. 2014 [cit. 2014-4-05]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/experimenty/gml/biologie/b10.pdf>

FALTÝNKOVÁ, Z. *Vše okolo tetraplegie*. Praha : Česká asociace paraplegiků – CZEPA, 2012. 59 s.

FIGONI, S. *Spinal cord disabilities: Paraplegia and tetraplegia*. In J.L. Durstine & G.E. Moore (Eds.), *ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities* (2nd ed.) (pp. 247-253). Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.

FILIPIOVÁ, D. *Život bez bariér*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 1998. 101 s. ISBN 80-7169-233-6.

GNOCCHI, F. D. C. Arm exercise and hyperinflation in patient with COPD: effect of arm training. *Chest*. 2005, 128 (3), s. 1225-1232.

HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Obecná část. Praha : Nakladatelství Karolinum, 2004. 203 s. ISBN 80–7184–875–1.

HELLER, J., DLOUHÁ, R., POTMĚŠIL, J. Benefits of physical activity in handicapped populations: Experience in paraplegics. *Proceedings of the international conference Movement and Health*, 1999, s. 11-14.

HELLER, J., PŘÍBAŇOVÁ, L. Asynchronous and synchronous arm ergometry in trained and untrained subjects. *Science & Sports*, 2000, 15 (6), s. 333-334.

HELLER, J., VODIČKA, P., KINKOROVÁ I., COUFALOVÁ, K., PIVOŇKOVÁ, J. Funkční profil sportujících paraplegiků – handbikerů. *Česká kinantropologie*, 2010, 14 (3), s. 177-185.

HENDL, J. *Kvalitativní výzkum*, Praha: Portál, 2005. ISBN 978-80-7367-485-4.

HRABÁLEK, L. *Poranění páteře a míchy*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2011. 27 s. ISBN 978-80-244-2842-0.

HUTZLER Y. Anaerobic fitness testing of wheelchair users. *Sports Medicine*, 1998, 25 (2), s. 101-113.

CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. 2. vyd. Praha: Olympia, 1991. 333 s. ISBN 80-703-3099-6.

JANDA, V. *Svalové funkční testy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 325 s. ISBN 80-247-0722-5.

JANKOVSKÝ, J. *Ucelená rehabilitace dětí s tělesným a kombinovaným postižením*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 158 s. ISBN 80-7254-192-7.

JOHNSON, CH. R. *Exercise responses during a maximal krankcycle and cycle ergometer test: dizertační práce*. Wisconsin-LA: University of Wisconsin-LA Crosse, 2010, 18 s., 57 s. příl. Vedoucí dizertační práce Dr. John Porcari, Ph.D.

Kam na KRANKcycle®? (skupinové cvičení, kruhový trénink, osobní trénink, rehabilitace, fyzioterapie, lázně, sportovní kluby). *KRANKcycle®* [online]. 2012 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://www.krankcycle.cz/kranking/kam-na-krankcycle>.

KÁBELE, J. *Sport vozíčkářů*. 1. vyd. Praha : Olympia, 1992. 196 s. ISBN 80-7033-233-6.

KOFSKY, P.R., DAVIS, G.M., SHEPHARD, R.J., JACKSON, R.W., KEENE, G. C. R. Field testing: Assessment of physical fitness of disabled adults. *European Journal of Applied Physiology*, 1983, 51, s. 109-120.

KRANKcycle. *Medicco - zdravotnické pomůcky* [online]. 2013 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://medicco.cz/index.php?page=80&podpage=86&p=1&detail=260>.

Krankcycle® - Johnny G. *Krankcycle® - Welcome* [online]. 2010 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: [http://www.krankcycle.com/johnny\\_g.html](http://www.krankcycle.com/johnny_g.html).

Krankcycle® - What is Kranking?. *Krankcycle® - Welcome* [online]. 2010 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: [http://www.krankcycle.com/kranking\\_what.html](http://www.krankcycle.com/kranking_what.html).

- KUČERA, M. *Pohybový systém a zátěž*. Praha : Grada, 1997.
- MAIRE, J., DUGUE, B., FAILLENET-MAIRE, A., SMOLANDER, J., TORDI, N., PARRATTE, B., GRANGE, C., ROUILLON, J. Influence of a 6-week arm exercise program on walking ability and health status after hip arthroplasty: a 1-year follow-up pilot study. *J Rehabil Res Devmnt*. 2006, 43 (4), s. 445-450.
- MÁČEK, M., VÁVRA , J. *Fysiologie a patofysiologie tělesné zátěže*. Praha : Avicenum, 1980. 196 s.
- MALÝ, M. a kol. *Poranenie miechy a rehabilitácia*. 1. vyd. Bratislava: Bonus Real, s.r.o., 1999. 600s. ISBN 80-968205-6-7.
- MCARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. *Exercise Physiology: energy, nutrition, and human performance*. 4. vyd. 1996. ISBN 0-683-05731-6.
- MEŠKO, D. a kol. *Telovýchovnolekárske vademekum*. Bratislava : Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva, 2005. 221 s. ISBN 80-969446-4-9.
- MÜLLER, O. *Dítě se speciálními vzdělávacími potřebami v běžné škole*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2001. 289 s. ISBN 80-244-0231-9.
- NAUZA, M. *Únava známá a neznámá*. Praha : Centrum klinické imunologie, 1999. 45 s.
- PATE, R. R., PRATT, M., BLAIR, S. N., HASKELL, W. L., MACERA, C. A., BOUCHARD, C., BUCHNER, D., ETTINGER, W., HEATH, G. W., KING, A. C. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995, 273 (5), s. 402-407.
- PLACHETA, Z., SIEGELOVÁ, J., ŠTEJFA, M. a kol. *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. Praha : Grada Publishing, 1999. 286 s. ISBN 80-7169-271-9.
- POGLIAGHI, S., TERZIOTTI, P., CEVESE, A., BALESTRERI, F., SCHENA, F. Adaptations to endurance training in the healthy elderly: arm cranking versus leg cycling. *Eur J Appl Physiol*. 2006, 97, s. 723-731.
- POLLOCK, M. L., FRANKLIN, B. A., BALADY, G. J. et al. *Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease. Benefits, Rationale, Safety, and Prescription*. An Advisory From the Comittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 2000, 101, s. 828-833.
- POLLOCK, M. L., GAESSER, G. A., BUTCHER, J. D., DESPRES, J., DISHMAN, R. K., FRANKLIN, B. A., GARBER, C. E. ACSM Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998, 30, s. 975-991.

- Popis stroje Krankcycle®. *KRANKcycle*® [online]. 2012 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://www.krankcycle.cz/krankcycle-by-matrix/popis-stroje-krankcycle>.
- ROBERGS, A. R., ROBERTS, S. O. Exercise Physiology: Exercise, Performance, and Clinical Applications. *Mosby*, 1996. 840 s.
- RODGERS, M. M., KEYSER, R. E., RASCH, E. K., GORMAN, P. H., RUSSELL, P. J. Influence of training on biomechanics of wheelchair propulsion. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2001, 38 (5), s. 505-511.
- SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. 2. vyd. Praha : Grada Publishing, 1993. 352 s. ISBN 80-85623-79-3.
- SMITH, P. M., DAVIDSON, R. C. R., PRICE, M. J. Blood lactate profile after two different arm crank ergometry tests. *Journal of Sport Sciences*. 2002, 20 (1), s. 58-59.
- ŠRÁMKOVÁ, T. *Poranění míchy pohledem sexuologa*. Praha: Svaz paraplegiků a Centrum Paraple, 1998. 108 s. ISBN 80-2391-454-5.
- TROJAN, S. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3. vyd., Praha: Grada Publishing a.s., 2005. 240 s. ISBN 80-247-1296-2.
- Unie fyzioterapeutů České republiky. *UNIFY ČR* [online]. 2002 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: [http://www.rehabilitace.biz/data/oEx1\\_cojetofyzioterapie.pdf](http://www.rehabilitace.biz/data/oEx1_cojetofyzioterapie.pdf).
- VÍTKOVÁ, M. *Paradigma somatopedie*. 1. vyd. Brno : Pedagogická fakulta MU, 1998. 140 s. ISBN 80-210-1953-0.
- Výroční zpráva 2010. *Svaz Paraplegiků-Centrum Paraple* [online]. 2011 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: [http://www.paraple.cz/uploads/file/dokumenty/interni\\_dokumenty/vyrocnizpravy/vyrocnizprava\\_sp\\_cp\\_2010.pdf](http://www.paraple.cz/uploads/file/dokumenty/interni_dokumenty/vyrocnizpravy/vyrocnizprava_sp_cp_2010.pdf).
- WENDSCHE, P. a kol. *Poranění míchy: ucelená ošetrovatelsko-rehabilitační péče*. 2. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2009. 226 s. ISBN 978-80-7013-504-4.
- WILMORE, J. H., COSTIL, D. L. *Physiology of sport and exercise*. Third edition. Human Kinetics, 2004. 726 s. ISBN 0-7360-4489-2.
- YIM, S. Y., CHO, K. J., PARK, CH. I., YOON, T. S., HAN, D. Y., KIM, S. K., LEE, H. L. Effect of wheelchair Ergometer Training on Spinal Cord-injured Paraplegics. *Yonsei Medical Journal*. 1993, 34 (3), s. 278-286.
- ZVÁROVÁ, J. *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1999, 220 s. ISBN 978-80-7184-786-1.