

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Určení vztahu spiroergometrického vyšetření při jízdě na rychlostní kanoi a při pádlování na trenažéru u elitních českých kanoistů.

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Milan Bílý, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Radek Miškovský

Praha 2017

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

.....

Radek Miškovský

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Děkuji panu PhDr. Milanovi Bílému, Ph.D. za odborné vedení a konzultace při tvorbě diplomové práce, za cenné rady a připomínky. Další poděkování patří Mgr. Lence Kovářové Ph.D., MBA za pomoc při realizaci výzkumné části této práce. Děkuji probandům, kteří nám věnovali čas a bez nichž by se výzkum neobešel. Děkuji také Mgr. Janu Bustovi za konzultace při výběru statistických metod.

Abstrakt

Název: Určení vztahu spiroergometrického vyšetření při jízdě na rychlostní kanoi a při pádlování na trenažéru u elitních českých kanoistů.

Cíle: Cílem práce bylo určit vztah mezi vybranými funkčními ukazateli aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru u reprezentačních kanoistů v rychlostní kanoistice.

Metody: V rámci naší studie byla zjišťována a komparována fyziologická odezva dvou funkčních zátěžových testů při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru. K získání funkčních hodnot kardiopulsačních ukazatelů bylo u obou měření využito terénního přenosného spiroergometrického zařízení Cortex Metamax 3B a sporttesteru Polar RS 800.

Výsledky: Testovaní kanoisté dosahovali při zátěžovém testu na vodě maximální tepové frekvence (TF) 181 tepů za minutu ($\pm 3,9$), maximální hodnoty laktátu (LA) 8 mmol.l⁻¹ ($\pm 1,6$), maximální spotřeby kyslíku (VO₂max) 51,6 ml.kg.min⁻¹ ($\pm 6,7$), maximální plicní ventilace (VE_{max.}) 140,3 l.min⁻¹ ($\pm 26,5$), dechové frekvence (DF) 51 min⁻¹ ($\pm 3,7$), respiračního kvocientu (RQ) 1,14 ($\pm 0,07$) a hodnoty TF při anaerobním prahu (ANP) 166 min⁻¹ ($\pm 7,2$). Při zátěžovém testu na pádlovacím trenažéru dosahovali maximální tepové frekvence (TF) 181 tepů za minutu ($\pm 5,2$), maximální hodnoty krevního laktátu (LA) 9,1 mmol.l⁻¹ ($\pm 2,9$), maximální spotřeby kyslíku (VO₂max) 56,4 ml.kg.min⁻¹ ($\pm 6,6$), maximální plicní ventilace (VE_{max.}) 147,9 l.min⁻¹ (± 34), dechové frekvence (DF) 57 min⁻¹ ($\pm 4,9$), respiračního kvocientu 1,13 ($\pm 0,04$) a hodnoty TF při anaerobním prahu (ANP) 169 tepů za minutu ($\pm 6,0$). Rozpětí rozdílů mezi výslednými hodnotami při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru činí 0 – 12,09 %. Statisticky významná závislost byla nalezena u LA ($r = 0,810$), VO₂max ($r = 0,888$), VE ($r = 0,976$) a ANP ($r = 0,839$). U TF ($r = 0,597$), RQ ($r = 0,128$) a FR ($r = 0,359$) jsme statisticky významnou závislost nenašli.

Klíčová slova: rychlostní kanoistika, spiroergometrie, pádlovací trenažér, zátěžová diagnostika, Cortex Metamax 3B

Abstract

Title: Determining the relationship of spiroergometric testing on the canoe ergometer and in canoe sprint by elite competitors.

Objectives: The aim of the study was to determine the relationship between the results of aerobic exercise diagnostics in canoeing and on the canoe ergometer by Czech national team members in canoe sprint.

Methods: Within our study we tried to find out and compare the physiological response of two functional load exercise diagnostics in canoeing and on the canoe ergometer. To obtain the functional values of physiological indicators in both tests we used mobile spiroergometric equipment Cortex Metamax 3B and sport tester Polar RS 800.

Results: Testing canoeists paddling on flat water reached the following average functional values: maximal heart rate (HR) 181 min^{-1} ($\pm 3,9$), maximal values of blood lactate (LA) $8,04 \text{ ml.l}^{-1}$ ($\pm 1,6$), maximal oxygen consumption (VO_2max) $51,6 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ ($\pm 6,7$), maximal ventilation (VE_{max}) $140,2 \text{ l.min}^{-1}$ ($\pm 26,5$), respiratory rate (RR) 51 min^{-1} ($\pm 3,7$), metabolic load (R_{max}) $1,14$ ($\pm 0,07$) and anaerobic threshold (ANT) 166 ($\pm 7,2$). When paddling the canoe ergometer, they reached the average maximum values: maximal heart rate (HR) 181 min^{-1} ($\pm 5,2$), maximal values of blood lactate (LA) $9,1 \text{ mmol.l}^{-1}$ ($\pm 2,9$), maximal oxygen consumption (VO_2max) $56,4 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ ($\pm 6,6$), maximal ventilation (VE_{max}) $147,9$ (± 34), respiratory rate (RR) $56,9 \text{ rate.min}^{-1}$ ($\pm 4,88$), metabolic load (R_{max}) $1,13$ ($\pm 0,04$) and anaerobic threshold (ANT) 169 min^{-1} (± 6). The difference between the resulting values measured on the canoe ergometer and while canoeing is in a range from 0 to 12,09 %. There was found a high correlation (r) in four of seven observed values of physiological parameters: LA ($r = 0,810$), VO_2max ($r = 0,888$), VE_{max} ($r = 0,976$) a ANT ($r = 0,839$). On the other hand, no correlation was found in values: HR ($r = 0,597$), R_{max} ($r = 0,128$) and RR ($r = 0,359$).

Keywords: Canoe sprint, spiroergometry, canoe ergometer, training indicators testing, Cortex Metamax 3B

Obsah

1. ÚVOD	1
2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA	3
2.1 Rychlostní kanoistika.....	3
2.2 Charakteristika zatížení v rychlostní kanoistice	4
2.3 Struktura výkonu v rychlostní kanoistice.....	8
2.3.1 Obecné kondiční schopnosti.....	8
2.4 Roční tréninkový cyklus v rychlostní kanoistice.....	11
2.5 Aerobní zátěžová diagnostika	13
2.6 Charakteristika vybraných fyziologických ukazatelů.....	14
2.6.1 Srdečně-cévní systém.....	14
2.6.2 Dýchací systém.....	17
2.7 Rešerše literatury	22
3. CÍL PRÁCE, HYPOTÉZY.....	25
3.1 Cíl práce.....	25
3.2 Hypotézy.....	25
4. METODIKA PRÁCE.....	26
4.1 Popis výzkumného souboru	26
4.2 Organizace výzkumu	27
4.3 Použité výzkumné metody.....	27
4.3.1 Vstupní vyšetření.....	27
4.3.2 Aerobní zátěžová diagnostika – test VO_2max	27
4.3.3 Stupňovaný zátěžový test na vodě a na kanoistickém trenažéru	28
4.4 Sběr dat.....	34
4.5 Analýza dat	34
4.5.1 Test normality dat	35
4.5.2 Korelační analýza	35
4.5.3 Pearsonův korelační koeficient.....	36
4.5.4 Popisná statistika	36
4.5.5 Aritmetický průměr.....	36
4.5.6 Směrodatná odchylka.....	37
4.5.7 Medián	37
5. VÝSLEDKY.....	38
5.1 Výsledky stupňovaného zátěžového testu – jízda na kanoi	38

5.2	Výsledky stupňovaného zátěžového testu – jízda na trenážeru.....	39
5.3	Korelační analýza stupňovaných zátěžových testů.....	40
5.4	Výsledky a hypotézy	41
6.	DISKUSE	44
6.1	Porovnání výsledků zátěžových testů	44
6.2	Porovnání práce se současným stavem bádání.....	44
6.3	Vymezení významu práce a její omezení	47
7.	ZÁVĚRY	49
	Seznam literatury	51
	Přílohy.....	55

1. ÚVOD

Kontrola trénovanosti má poskytnout informace o změnách, k nimž v důsledku tréninkového procesu dochází. Plní tak nezastupitelnou úlohu zpětné vazby. Tyto informace o tréninku absolvovanému v uplynulém časovém období se stávají oporou k úvahám o dalším postupu, zda pokračovat v plánovaném tréninku nebo naopak přistoupit k určitým korekcím. Diagnostika sportovního výkonu je nedílnou součástí tréninku, kde musíme neustále sledovat vztah mezi zatížením a adaptačními změnami organismu (Dovalil, 2002).

V naší práci se snažíme zjistit nové možnosti diagnostiky sportovního výkonu pomocí přenosného diagnostického zařízení Cortex Metamax 3B, které umožňuje měřit vybrané fyziologické ukazatele výkonu přímo při pádlování na vodě nebo na kanoistickém trenažéru. Proto jsme se rozhodli realizovat terénní stupňovaný zátěžový test při jízdě na kanoi a jeho výsledky následně porovnat s totožným laboratorním testem na pádlovacím kanoistickém ergometru. Na základě získaných hodnot vybraných fyziologických ukazatelů se pomocí korelační analýzy pokoušíme definovat vztah mezi stupňovaným testem na vodě a totožným testem na kanoistickém trenažéru. Na základě výsledků naší práce chceme zjistit, zda a za jakých podmínek je možné tyto dva zátěžové testy alternovat. Zátěžová diagnostika při jízdě na vodě má mnoho limitujících faktorů souvisejících s nestálými podmínkami vnějšího prostředí (povětrnostní podmínky, teplota vzduchu a vody, stav vody, počasí atd.). Proto se snažíme určit, zda je alternativa testování na kanoistickém trenažéru při homogenních laboratorních podmínkách možná.

Aerobní zátěžová diagnostika je nedílnou součástí kontroly trénovanosti v rychlostní kanoistice. V běžné praxi se používají nejčastěji stupňované zátěžové testy do „vita maxima“ na běžeckých a bicyklových ergometrech, či stupňovaný laboratorní test na klikovém ergometru do „vita maxima“. Pro získání zcela přesných hodnot fyziologických parametrů výkonu na kanoi, je nutné měřit tyto hodnoty přímo při specifické pohybové činnosti pádlování. Moderní technologie nám nyní dovolují testovat aerobní zátěžovou diagnostiku přímo za skutečných podmínek při pádlování na vodě a to pouze s minimálními omezeními pro testované subjekty. Porovnáním terénního zátěžového testu na klidné vodě s výsledky testu na pádlovacím trenažéru chceme určit vztah mezi naměřenými hodnotami. Pokud by se nám podařilo najít silný vztah mezi výsledky těchto testů, pak bychom mohli pro diagnostiku aerobní zdatnosti kanoistů využívat kanoistický trenažér. Dále si myslíme, že výsledky

výzkumu by mohly napomoci trenérům nebo samotným závodníkům při řízení a kontrole tréninkového procesu.

2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Rychlostní kanoistika

Rychlostní kanoistika je vodní sport standardně provozovaný na klidných stojatých, mírně tekoucích nebo na k tomu účelu uměle vytvořených vodních plochách, jehož cílem je projet na kanoi nebo kajaku stanovenou vzdálenost v co nejkratším čase v souladu s pravidly. Sportovci se pohybují po vodě na kajaku nebo kanoi pomocí dvoulistých (kajakáři) nebo jednoletých (kanoisté) pádel na příslušné trati v drahách vymezených bójkami. Na startu jsou lodě seřazeny ve startovních blocích, pozici na startu určuje los. Závodní kanál je rozdělen na 9 drah vyznačených bójkami (na začátku tratě bójky světlé, na posledních 100 m červené). Od roku 1936 je rychlostní kanoistika v oficiálním programu každých olympijských her (Bernaciková, Novotný a Kapounková, 2010).

Závodí se buďto na kanoi (označení C1, C2, C4) nebo kajaku (označení K1, K2, K4). Číslo v označení vyjadřuje počet členů posádky. Závodník na kanoi (kanoista) klečí na jednom kolenu na vytvarovaném pěnovém – plastovém zákleku a pádluje jednoletým pádlem pouze na jedné straně lodi. Závodník na kajaku v lodi sedí s pokrčenými nohama zapřenými o opěrku a pádluje dvouletým pádlem na obou stranách lodi. Rychlostní kajak je oproti ostatním typům kajaku, a na rozdíl od kanoe, vybaven kormidlem, které je přes lanka ovládáno nohama. Na kajacích závodí muži i ženy, na kanoích donedávna závodili pouze muži, od roku 2010 však patří kategorie C1 a C2 ženy do oficiálního programu mezinárodních soutěží rychlostní kanoistiky a v roce 2020 se poprvé ženy na kanoi představí na olympijských hrách v Tokiu. Závodí lze rozdělit do několika skupin dle jejich délky. Za krátké tratě jsou považovány distance 200 m, 500 m a 1 km. Závod na 5 km je nazýván dlouhou tratí. V maratónu závodí v současné době kanoisté a kajakářky na 26 km, kajakáři na 30 km, kanoisté junioři a juniorky na 17 km a kajakáři junioři na 21 km (Vávra, 2013).

Závodí na krátkých tratích se jezdí v devíti vybójkových 9 m širokých drahách s pevným startem ze startovacího zařízení. Startovní povely zní následovně: READY – SET – GO (startovní výstřel). Jednotlivé jízdy tvoří základ vyřazovacího systému, ve kterém závodník postupuje na základě postupového klíče, který bývá pro každé závody mírně odlišný. Úspěšný závodník musí absolvovat nejdříve rozjížděčku a poté semifinále, pokud nepostoupil do finále přímo z rozjížděčky. Finále je rozděleno na finále A, ve kterém se jede o

medaile a finále B (10. -18. místo). Průběh celých závodů řídí a kontroluje řada rozhodčích Vávra (2013).

Oficiální technické parametry pro jednotlivé lodě využívané při závodech rychlostní kanoistiky jsou pevně dány mezinárodní kanoistickou federací ICF, jak nám ukazuje tabulka č. 1. Jednotlivé lodě mají stanovenou minimální hmotnost, která je po dojetí závodu namátkově kontrolována. V případě nižší váhy lodi následuje diskvalifikace závodníka ze závodu.

Tabulka č. 1: Technické parametry lodí v rychlostní kanoistice

typ lodě	K1	K2	K4	C1	C2	C4
maximální délka	520 cm	650 cm	1100 cm	520 cm	650 cm	750 cm
minimální hmotnost	12 kg	18 kg	30 kg	14 kg	20 kg	30 kg

(Vlastní zpracování autora na základě informací z ICF)

2.2 Charakteristika zatížení v rychlostní kanoistice

Podle Kračmara (2002) se pohybové činnosti v rychlostní kanoistice označují za cyklické. Výkony v tomto sportu jsou vysoce náročné na psychiku, fyziologické funkce, energetické zajištění i motorické předpoklady.

Rychlostní kanoistika je řazena ke sportům vytrvalostního charakteru, avšak z hlediska struktury výkonu je na hranici sportů vytrvalostních a rychlostně silových. Podle využití různých zdrojů energie při zátěži můžeme najít různé fyziologické zařazení rychlostní kanoistiky. Dvě stě metrová trať patří do rychlostně vytrvalostního druhu zatížení, pěti set metrová trať mezi krátkodobé vytrvalostní a tisíc metrů pak mezi střední vytrvalostní zatížení (Seliger, Choutka 1982 a Barton, 2002).

Výkony na kanoi jsou směsí aerobní a anaerobní činnosti. Tento poměr je dán délkou závodu. Aerobní aspekt je rozhodující pro tratě nad 1000 m, zatímco anaerobní je nejdůležitější pro tratě 200 a 500 m. Jelikož je ale aerobní základ výhodou pro vytvoření anaerobní kondice, tak v rychlostní kanoistice má největší část tréninku aerobní charakter (Barton, 2002).

Záběr na rychlostní kanoi lze charakterizovat svoji frekvencí, délkou a silou. Trénovanost se u kanoistů projevuje zvyšováním přenosu síly do záběru a jeho prodlužováním. Další důležitý faktor pro techniku jízdy je stabilita kanoe a schopnost efektivně bez brzdění ovládat loď, aniž by docházelo k větší ztrátě rychlosti (Doktor, 2001).

Kineziologická analýza se v rychlostní kanoistice liší podle typu lodi na které závodník jede. Základním prvkem kanoistického pohybu je záběr, který se člení na oporovou a bezoporovou fázi. Oporová fáze se dělí na zasazení listu pádla (odpovídající 13% doby celé fáze), tažení (72% – 74%) a vytažení (11% – 13%). Největší posun lodě i největší rychlost probíhá při záběru během tažné fáze. Rozdíl v jednotlivých podílech v oporné fázi mezi jízdou na kajaku a kanoi se příliš neliší, rozdílná je doba bezoporové fáze (u kajaku 0,16 s a u kánoe 0,35 s). Při jízdě na kajaku zůstává průměrná rychlost jízdy poměrně stálá, při jízdě na kanoi značně kolísá (Kračmar, 2002). Zapojení svalů během záběru na kanoi nám ukáže obrázek č. 1.

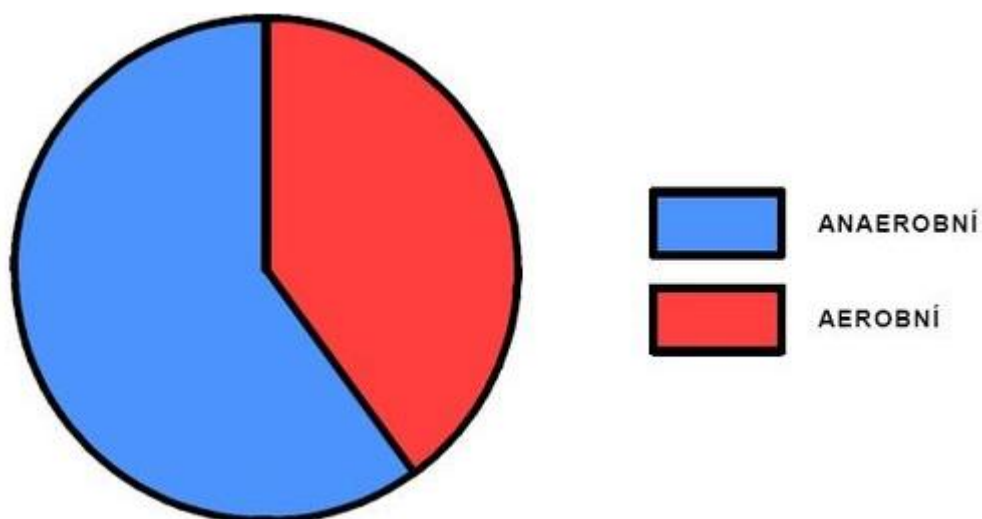
Obr. č. 1: Nejvíce zatěžované svaly v rychlostní kanoistice



(Sitkowski, 2002)

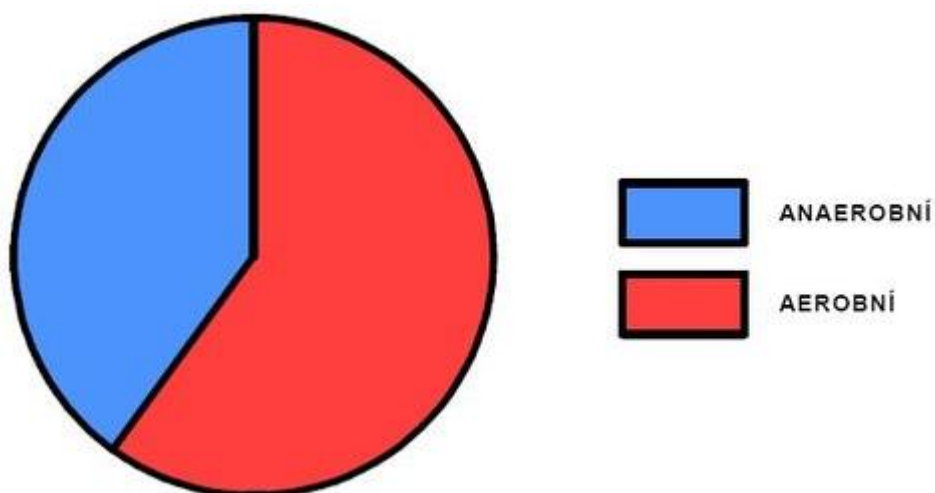
Energetická náročnost rychlostní kanoistiky, poměr aerobního a anaerobního energetického hrazení výkonu, stejně tak jako požadavky na rychlost a vytrvalost se liší v závislosti na délce tratě a době trvání výkonu, což můžeme pozorovat na grafech č. 1 a č. 2.

Graf č. 1: Podíl aerobního a anaerobního krytí během výkonu na 500m



(Sharkey, 2006)

Graf č. 2: Podíl aerobního a anaerobního krytí během výkonu na 1km



(Sharkey, 2006)

Heller (1993) řadí rychlostní kanoistiku z pohledu energetické náročnosti mezi rychlostně – vytrvalostní sport. U závodních tratí 500 m a 1000 m, je energetická spotřeba sportovce zabezpečována prostřednictvím tří postupně se zapojujících zdrojů:

- kreatinfosfátového mechanismu
- anaerobní glykolýzy
- aerobního (oxidativního) krytí energie

Výkon v rychlostní kanoistice na tratích 1000 m a 500 m můžeme klasifikovat jako silově-rychlostně-vytrvalostní, při práci se tedy zapojují všechny typy svalových vláken. Na vrcholné úrovni se spíše uplatňují typy s větším podílem FG a FOG svalových vláken, která jsou dlouholetým systematickým tréninkem adaptovaná na práci v anaerobním prostředí (Szanto, 1997).

Fyziologické parametry během sportovního výkonu na kanoi nám pomůže přiblížit tabulka č. 2, kde předpokládáme, že závod na 1000 m trvá něco okolo čtyř minut, a kde energetický výdej činí 2700% z náležitého bazálního metabolismu, 400 kJ (100 kJ/min) (Bernaciková, Novotný a Kapounková, 2010).

Tabulka č. 2: Fyziologické parametry během sportovního výkonu na kanoi 1000 m

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
VO ₂	příjem kyslíku	[% z maxima]	94-100*
		[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	
SF	srdeční frekvence	[% z maxima]	94-97*
		[tepy·min ⁻¹]	
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	10-14*

(Heller, 1993)

Heller (1993) charakterizuje kanoistu podle průměrných parametrů jako vyrovnaného mesomorfa o tělesné výšce 185 cm, hmotnosti 85 kg a 8% tělesného tuku. Ucelenou charakteristiku rychlostního kanoisty nám podrobně popisují tabulky č. 3 a 4.

Tabulka č. 3. Maximální hodnoty vybraných fyziologických parametrů při testu do maxima

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI	ŽENY
$\dot{V}O_2\max$	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	67-70* 70-80** 62,3***	59-62*
L_{\max}	maximální koncentrace laktátu	[mmol·l ⁻¹]	12-18****	
V_{\max}	maximální rychlost na běhátku	[km·h ⁻¹]	18,5***	
ANP	úroveň anaerobního prahu	[% z SFmax]	83*	82*
		[% z $\dot{V}O_2\max$]	81,3***	

(Heller, 1993)

Tabulka č. 4. Podíl rychlých a pomalých vláken ve svalech u rychlostních kanoistů

POMALÁ VLÁKNA – I	RYCHLÁ VLÁKNA – II
-------------------	--------------------

(Hamar, 2005)

2.3 Struktura výkonu v rychlostní kanoistice

Trénink v rychlostní kanoistice je zaměřen na rozvoj techniky pádlování, síly (jak výbušné, tak především vytrvalostní) a v neposlední řadě vytrvalosti. V přípravném období je trénink soustředěn na všeobecný rozvoj vytrvalosti (běh, plavání a delší úseky na vodě) a vytrvalostní síly (posilování). V předzávodním období se pak trénink primárně věnuje rozvoji rychlosti a závodního tempa, ale jako nezbytný doplněk zde stále zůstává rozvoj vytrvalosti a síly, avšak v menší míře (Bernaciková, Novotný a Kapounková, 2007).

2.3.1 Obecné kondiční schopnosti

V rychlostní kanoistice je pro výkonnostní růst na kanoi důležitý rozvoj všeobecných kondičních schopností, které se v tréninku mimo vodu rozvíjí v posilovně, plaveckém bazénu, během a v zimě běžeckým lyžováním.

a) Vytrvalostní schopnosti

Význam složky vytrvalosti v rychlostní kanoistice je nepopiratelný, stejně jako rozvíjení vytrvalostních schopností ve všeobecné i speciální kondici. V juniorských kategoriích je na rozvoj vytrvalosti kladen důraz v přípravných obdobích. V průběhu závodního období je vytrvalostní trénink individualizován dle potřeb a výkonnostního stavu jednotlivých sportovců, ale obecně je v tomto období zařazován podstatně méně a je omezen speciální přípravou rychlosti a krátkodobé vytrvalosti, traťového tempa. V případě rychlostní kanoistiky je při výkonu zapojeno více než 2/3 svalstva, jedná se tedy o globální dynamickou formu vytrvalosti, která zároveň klade značné nároky na dýchací a oběhový systém (Barton, 2002).

Závodní trať 1000 metrů je charakterizována jako zatížení krátkodobé vytrvalosti, kterou lze definovat jako schopnost vykonávat nepřetržitou činnost po dobu 2 – 3 minut (někdy až 5) v co možná nejvyšší intenzitě, kde podle Havlíčkové (2003) tvoří kyslíkový dluh 50 i více procent kyslíkové potřeby. Zátěže při trénincích krátkodobé vytrvalosti se blíží zátěžím rychlostním. Je však dokázáno, že při dostatečném počtu opakování v tréninkové jednotce se vytvářejí biochemické základy síly a vytrvalosti k dlouhodobé práci.

b) Rychlostní schopnosti

Rychlostní schopnosti jsou považovány za jedny ze základních pohybových schopností člověka. Odlišujeme fyzikální pojetí rychlosti od chápání rychlostních schopností jako dispozic člověka. Rychlostní schopnost lze definovat jako schopnost provést motorickou činnost nebo realizovat určitý pohybový úkol v co nejkratším časovém úseku a je chápána jako schopnost, která vyjadřuje jen takovou pohybovou činnost, při níž není maximální výkon limitován únavou (Zvonař a Duvač, 2011).

Rychlostní schopnosti provázejí aktivitu do 20 sec., která je prováděna maximální intenzitou a vysokým volním úsilím. V kanoistickém pohybu je podmínkou rychlosti a intenzity rychlý pohyb pádla ve vodě a nad vodou a z toho plynoucí vysoká frekvence pádlování. Při těchto aspektech záběru je však třeba využít maximální či submaximální sílu a udržet co možná nejvyšší míru koordinace. Rychlostní schopnosti mají zřejmý vzájemný vztah s dalšími schopnostmi, především silovými a koordinačními, bez jejichž rozvoje nelze dosáhnout dobrého rychlostního zlepšení (Kračmar, 2002).

c) Silové schopnosti

Síla je považována za základní a rozhodující schopnost jedince, bez které se nemohou ostatní schopnosti při motorické činnosti vůbec projevit. Je jedním z nejdůležitějších předpokladů tělesných činností člověka a sportovního pohybu.

Vedle fyzikálního pojetí síly (síla = hmotnost x zrychlení), je definována síla v biologickém pojetí jako schopnost nervově-svalového systému (Zvonař a Duvač, 2011).

Silovou schopnost lze definovat jako schopnost překonat, udržet, nebo brzdit určitý odpor (Dovalil, 2002).

Rozvoj silových schopností s využitím nejrůznějších metod a forem je pro rychlostní kanoistiku velice důležitý. Posilování zařazujeme do tréninku všech věkových kategorií, obsah, forma i intenzita se však v závislosti na věku a sportovní vyspělosti podstatně liší.

V našem případě, kdy nás zajímá kategorie juniorů, je nutno si uvědomit, že stejně tak jako trénink na vodě, je i posilovací trénink velice specializovaný a do jisté míry individualizovaný. Výkon v rychlostní kanoistice na trati 1000 metrů je možno klasifikovat jako silově-rychlostně-vytrvalostní, při práci se tedy zapojují všechny typy svalových vláken. Na vrcholných soutěžích se spíše uplatňují typy s větším podílem FG a FOG svalových vláken, která jsou dlouholetým systematickým tréninkem adaptovaná na práci v anaerobním prostředí (Szanto 1993).

Pro maximální výkon na trati 1000 metrů je nezbytné rozvíjet sílu absolutní (relativně maximální), rychlou, výbušnou i vytrvalostní. Při stimulaci silových schopností v rychlostní kanoistice, je v závislosti na potřebě silové kapacity svalstva, využíváno široké spektrum metod rozvoje těchto schopností. Názory trenérů i vrcholových závodníků na metodiku posilování v rychlostní kanoistice však nejsou jednotné. Je nutné uvědomit si, že mnohem důležitější než samotná úroveň silových schopností, je schopnost přenést rozvinutý silový potenciál do samotného procesu pádlování (Barton, 2002).

d) Speciální kondiční schopnosti

Speciální kondiční schopnosti na kanoi se v tréninku stimulují několika způsoby. Do tréninku na vodě se začleňuje rozvíjení rychlosti, rychlostní vytrvalosti, speciální síly a vytrvalosti (krátkodobé a dlouhodobé). Výkon na trati 1000m můžeme charakterizovat jako

zatížení v oblasti krátkodobé vytrvalosti, což znamená zatížení submaximální intenzity o době trvání 2-5' (Dovalil, 2002 a Havlíčková, 2003).

Při tréninku rychlosti se zaměřujeme i na zvýšení síly záběru. Používanými metodami pro rozvoj je zvyšování odporu lodi brzdou nebo závažím, či použití většího listu pádla. Dále je možno využít metody fázovaného záběru, kdy se soustředí maximální síla do každého záběru, přičemž přenos pádla vpřed je prováděn co nejpomaleji a s maximálním možným uvolněním. Provádí se také pádlování v prostředí s mělkou vodou, či pádlování v proudu. Rychlostní trénink je nejvíce využíván v průběhu hlavního období. Hlavně v jeho vrcholu, někteří trenéři a závodníci zařazují prvky rychlostního tréninku i v průběhu přípravných období, kvůli neustálému „kontaktu s rychlostí“ a k narušení fixace vytrvalostního záběru (Ackland a kol., 2003).

Jako trénink speciální síly na vodě se využívá pádlování s brzdou, kde jako brzda slouží lano přidělané okolo lodě s navlečeným předmětem o různém odporu. V závislosti na fázi záběru, jakou chceme silově rozvíjet, se brzda upevňuje na přední část lodě (těžší začátek záběru) nebo zadní části (těžší druhá polovina záběru). Jako další alternativu k rozvoji speciální síly se používá kanoistický trenažér s nastavitelnou velikostí odporu nebo pádlovací bazén.

V kanoistické přípravě můžeme rozdělovat krátkodobou a dlouhodobou vytrvalost. Dlouhodobá vytrvalost se používá jako rozvoj všeobecné vytrvalosti a oběhových schopností, ale také zároveň jako vhodná intenzita pro zaměření a zdokonalování techniky pádlování.

2.4 Roční tréninkový cyklus v rychlostní kanoistice

Roční tréninkový cyklus se jako nejtýpější makrocyklus považuje za základní jednotku dlouhodobě organizované sportovní činnosti (Dovalil, 2002). V rychlostní kanoistice by měl celý tento cyklus respektovat zákonitosti vývoje jedince v jednotlivých etapách sportovní přípravy.

Rychlostní kanoistika je letní sport, kde hlavní závodní sezona probíhá od dubna do srpna. V ročním tréninkovém cyklu to na rozdíl od jiných sportů, kde mají např. během zimy halovou sezonu, znamená, že celý tréninkový cyklus graduje k určitému časovému úseku nejdůležitějších závodů na konci sezóny. Růst sportovní výkonnosti je dlouhodobý proces, ve kterém by měly být dodržovány veškeré zásady plánování sportovní přípravy a ty pak

systematicky zařazeny do dlouhodobého konceptu ročního tréninkového cyklu (Borkovcová, 2005).

Periodizaci celého ročního tréninkového cyklu do mezocyklů můžeme nalézt v tabulce č. 5.

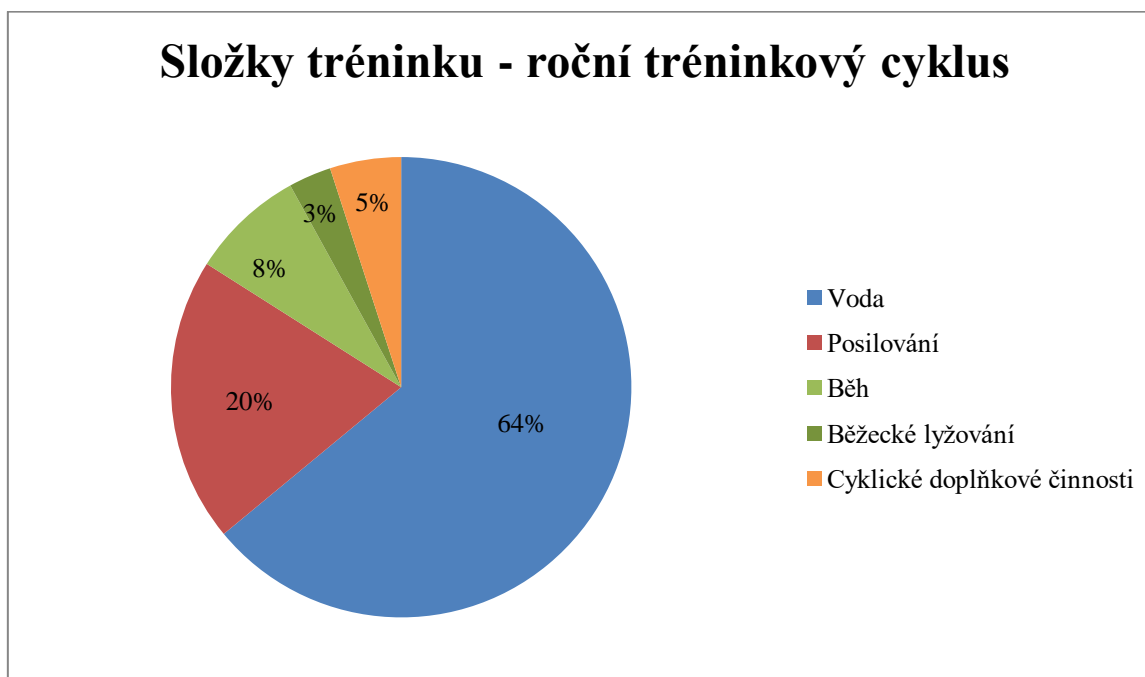
Tabulka č. 5: Schéma periodizace ročního tréninkového cyklu v rychlostní kanoistice

Období	Měsíc	Hlavní úkol období
Přípravné I	říjen - ½ leden	Rozvoj obecné trénovanosti
Přípravné II	½ leden – březen	Rozvoj speciální trénovanosti
Předzávodní	duben	Vyladění sportovní formy
Závodní	květen - srpen	Prokázání a udržení vysoké sportovní výkonnosti
Přechodné	září - říjen	Dokonalé zotavení

(Borkovcová, 2005)

Z celkového souhrnu dat v tréninkových denících u osmi reprezentačních kanoistů v sezoně 2016/2017 jsme sestavili graf č. 3, který ukazuje poměr mezi jednotlivými složkami tréninku během celého ročního tréninkového cyklu. Během zkoumané sezony bylo v průměru najeto 4000 kilometrů. Každá složka tréninku byla převedena na hodiny prováděné činnosti a následně mezi sebou poměrově porovnány.

Graf č. 3: Poměr jednotlivých složek tréninku v ročním cyklu



Hlavní část tréninku v celém ročním cyklu tvoří jízda na vodě (64%), poté posilování (20%), běh (8%), ostatní cyklické činnosti (5%) a běžecké lyžování (3%).

2.5 Aerobní zátěžová diagnostika

Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) bývá určována v laboratorních podmínkách pomocí stupňovaných testů do „vita maxima“. Pro toto měření se většinou používá běžecký pás, bicyklový ergometr nebo kliková ergometrie. Kanoisté, primárně zvyklí na zcela odlišný pohyb nemusí být na takovou formu cvičení zvyklí. V důsledku toho je takový způsob pohybu potenciálně nevhodným nástrojem testování.

Stupňovaná maximální aerobní zátěžová diagnostika probíhá po rozehrání organismu zpravidla mezi 5 až 8 minutami. Je prováděna do „vita maxima“, což znamená do totálního vyčerpání organismu. Zpravidla se po jedné minutě stupňuje velikost odporu (zvýšená rychlost, odpor ve wattech atd.). Je ukazatelem především aerobní vytrvalosti. Avšak vzhledem tomu, že je prováděna až do selhání organismu, kde se také do energetického krytí zapojují i anaerobní mechanismy, můžeme konstatovat, že test vypovídá mnohé i o úrovni anaerobní vytrvalosti. Pro diagnostiku anaerobní vytrvalosti se však používá test maximální možné intenzity po dobu 30 sekund při konstantním zatížení. Tato diagnostika se nazývá Wingate test (Heller a Vodička, 2011).

V průběhu zátěžového testu je pomocí speciální masky upevněné na obličeji měřena spotřeba kyslíku, množství vydechaného oxidu uhličitého, plicní ventilace a srdeční frekvence. Opakované testování je důležitým diagnostickým parametrem při sledování adaptace organismu na tréninkovou zátěž v různých fázích ročního tréninkového cyklu. V zátěžové diagnostice zaujímá spotřeba kyslíku a její parametry velmi důležité postavení pro posouzení aerobní připravenosti sportovce. Vedle srdeční frekvence a laktátu patří k nejdůležitějším diagnostickým veličinám. Maximální spotřeba kyslíku čili VO_{2max} ukazuje na schopnost organismu přijmout kyslík, transportovat ho pracujícím svalům, ale také na schopnost svalů dodaný kyslík využít. Vyšetření probíhá na různých druzích ergometrů, jako je bicyklová, běžecká, či kliková ergometrie (Sekyra, 2010).

Běžně se k diagnostice aerobní zdatnosti v rychlostní kanoistice využívají standardizované laboratorní testy pomocí různých typů ergometrů, jako je běhací pás, bicyklový ergometr nebo klikový ergometr pro horní končetiny. Nejčastější metodou

v rychlostní kanoistice je běhací pás, na kterém jsou testováni sportovci v rámci kontroly průběžné trénovanosti (Heller a Vodička, 2011).

Nevýhodou bicyklového ergometru je, že klade velké nároky na svalstvo dolních končetin. Důsledkem toho je značná lokální únava, která může být limitujícím faktorem dosaženého výkonu. Může se stát, že lokální svalová únava nastane ještě dříve, než dojde k maximálnímu vytížení kardiopulmonálního systému. Tím je pak výsledná hodnota $VO_2\max$ zkreslena, protože vytížení bylo neúplné. Další nevýhodou je, že na bicyklovém ergometru není možné dosáhnout absolutně nejvyšší hodnoty $VO_2\max$ ve srovnání s běhacím ergometrem je dosahováno hodnot asi o 5-8 % nižších (Vilikus, 2012). Bicyklový ergometr se podle Hellera a Vodičky (2011) také netěší příliš velké oblibě, neboť vyžaduje určitou svalovou adaptaci dolních končetin na specifický pohyb šlapání.

Jako nejpřesnější metodu získávání aerobních fyziologických ukazatelů, u většiny sportů, udává Vilikus (2012) zátěžovou diagnostiku na běžeckém pásu. Jeho velkou výhodou je, že při běhu jsou dynamicky zatěžovány svaly dolních končetin, trupu i horních končetin, takže nedochází k systémové chybě měření. Avšak v kanoistice se jeví jako nejprokazatelnější způsob diagnostiky kliková ergometrie, neboť se jedná o typ zátěžového testu, který byl do praxe uveden právě kvůli pracovním a sportovním aktivitám týkajících se převážně horních končetin a trupu, tedy horní části těla (Heller a Vodička, 2011). To nám potvrzují i výsledky studie od Máry (2017), Busty (2015) a Říhy (2016), kteří porovnávali zátěžovou diagnostiku na klikovém ergometru s totožným zátěžovým protokolem na vodě buď na kajaku, či na kanoi. Ve většině měřených parametrů našli statisticky významný vztah.

2.6 Charakteristika vybraných fyziologických ukazatelů

2.6.1 Srdečně-cévní systém

Oběhová soustava je transportním systémem, kterým se dodává kyslík a látky vstřebané v zažívacím ústrojí tkáním. Z nich se naopak odvádí CO_2 do plic a další metabolické produkty do ledvin, kůže či zažívacího traktu. Jako nosič slouží krev, která proudí uzavřeným systémem cév a srdcem. Srdce působí jako čerpadlo, nasávající krev ze žilního systému a přečerpávající ji do tepen (Kohlíková, 2004).

Srdeční frekvence

Srdeční frekvence (SF) je frekvence srdečních stahů a je měřená pomocí přístrojů, jako je Sport-tester nebo EKG. Hodnota srdeční frekvence závisí na věku. Čím starší člověk, tím hodnota SF klesá (Havlíčková, 2003). U trénovaných kanoistů se klidová srdeční frekvence pohybuje mezi 35-45 tepy za minutu (Heller, 1993).

Srdeční výdej

Srdeční výdej je množství krve, které srdce přečerpá během určitého časového úseku. Jedním stahem srdce dospělého člověka přečerpá kolem 70 ml krve, což se označuje jako systolický výdej (Q_s). Množství krve přečerpané za jednu minutu se označujeme termínem minutový srdeční výdej (Q) a činí v průměru 5 litrů krve. Minutový srdeční výdej se dá vypočítat jednoduše tak, že se systolický výdej násobí počtem srdečních stahů za jednu minutu (Fejfar, Přerovský, 2002).

Laktát

Laktát je podle Schneiderky a kol. (2003) konjugovaná báze kyseliny mléčné (anion kyseliny mléčné), která vzniká při anaerobní glykolýze při spalování cukrů za nepřítomnosti kyslíku. Za normálních okolností je vznikající laktát zcela zužitkován játry a ledvinami. K jeho hromadění dochází při nedostatku kyslíku ve tkáních. Laktát je tedy ukazatelem stavu okysličení tkání. Nadměrná tvorba laktátu, kterou nestačí játra odbourat, způsobuje okyselení vnitřního prostředí organismu (laktátovou acidózu). Laktát se z organismu odstraňuje odplavením krví do jater, kde se použije pro tvorbu glukózy a doplnění zásob glykogenu (zásobní cukr), nebo se odbourá za vzniku energie, zbytek metabolizuje srdeční sval a další orgány. Hladina krevního laktátu je dána poměrem mezi jeho tvorbou a jeho utilizací v játrech. Jeho nahromadění ve svalech způsobuje svalovou únavu.

Hladina krevního laktátu dosahuje nejvyšších hodnot u výkonů submaximální intenzity, oproti klidové výchozí hodnotě je možný vzestup 10-20 krát. Vysoká hladina laktátu provázená poklesem hodnoty pH vede k poruchám nervosvalové koordinace, k porušení činnosti centrálních synapsí, drážděním dýchacího centra k vysoké hyperventilaci

a poklesu výkonnosti organismu, s eventuelní až zástavou výkonu. Návrat zvýšené hladiny krevního laktátu k výchozím hodnotám je většinou v období mezi 0,5 až 2 hodiny (Havlíčková, 2003).

Dle Kohlíkové (2004) může být vzestup krevního laktátu z klidových hodnot kolem $1,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ až na přibližně 16 mmol.l^{-1} . U trénovaných sportovců však může hladina krevního laktátu vystoupit až nad tuto hranice, hlavně díky tréninkové adaptaci organismu.

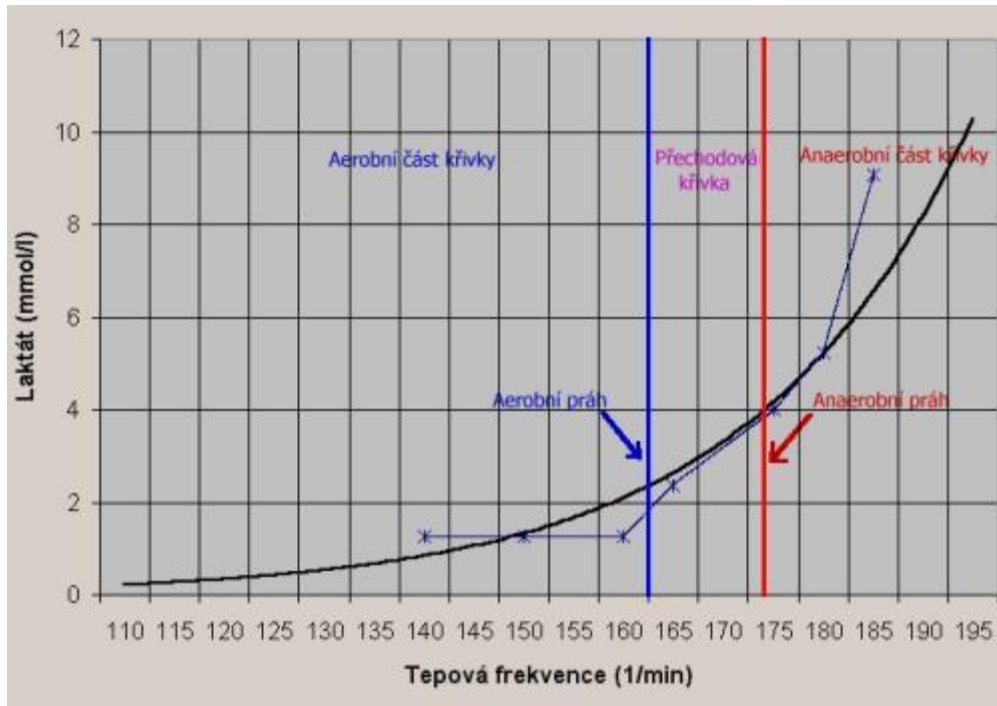
Vztah mezi hodnotami laktátu a srdeční frekvence je základem při řízení a vyhodnocování tréninkového procesu u vytrvalostních sportů. Využívá se jak pro aktuální informaci o zatížení při tréninku, tak pro získávání průběžných informací, nezbytných pro plánování a korekce dlouhodobých tréninkových plánů. Měření tepové frekvence a krevního laktátu patří mezi jednoduché metody zjišťování odezvy organismu na danou zátěž. Ve spojení se subjektivními pocity sportovce a sledováním trenéra dává poměrně kvalitní informace o stavu sportovce a odezvě organismu na zátěž. Vztah laktátu a tepové frekvence odečteme na laktátové křivce z výsledků různých metod zjišťování anaerobního prahu (Švarcová, 2008).

V kanoistice se pro určování ANP nejvíce používají úseky 4 x 1000m jízdy konstantní rychlostí za průběžné kontroly frekvence pádlování a tepové frekvence. Intenzita zatížení se při každém úseku postupně zvyšuje, až do maxima. Po dojetí každého úseku změříme čas, tepovou frekvenci a odeberáme krev, ke zjištění hladiny krevního laktátu (Mareš, 2003).

Vysokému anaerobnímu výkonu rovněž odpovídá vysoká naměřená hodnota koncentrace laktátu v krvi, kde Heller a kol. (2001) udává průměrnou hodnotu po soutěžním výkonu u kanoistů $14,4 \text{ mmol/l}$.

Graf č. 4 nám přibližuje závislosti krevního laktátu (mmol/l) na tepové frekvenci (TF/min) nebo podávaném výkonu (W). Jejimi základními body jsou aerobní a anaerobní práh (viz. kapitola 2.7.3), dělí křivku na 3 části: aerobní, přechodovou a anaerobní.

Graf č. 4: Laktátová křivka (Aerobní a anaerobní práh)



(Sekyra, 2016)

2.6.2 Dýchací systém

Ventilace (VE)

Ventilace plic zajišťuje výměnu vzduchu mezi okolní atmosférou a plicními sklípky. Kromě přivádění a odvádění vzduchu k plicním sklípkům a od nich, plní dýchací cesty ještě další důležité úkoly. Očišťují vdechovaný vzduch od nečistot, zvlhčují ho a ohřívají. Základními ukazateli plicní ventilace jsou tzv. statické a dynamické objemy plic. Jejich objemy se stanovují spiograficky, kdy se zaznamenávají a objemově hodnotí následující parametry (Kohlíková, 2004):

- IRV, inspirační rezervní objem
- V_T , dechový objem
- ERV, expirační rezervní objem
- RV, reziduální objem
- VC, vitální kapacita
- TLC, celková kapacita plic
- VE, minutová ventilace
- FEV₁, jednosekundová vitální

Dechový objem (V_T)

Objem vzduchu, který v klidu nadechneme nebo vydechneme. V dospělosti se pohybuje okolo 0,5 litru u každého nádechu a výdechu.

Dechová frekvence (DF)

Dechová frekvence (DF) je množství vdechů za minutu. Klidová hodnota u dospělých činí asi 14-16 vdechů/min. U sportovců vlivem zvýšeného dechového objemu i méně než 10 vdechů/min. Maximální hodnoty dosahují až 60 vdechů/min (Merkunová, Orel, 2008). V rychlostní kanoistice mohou však hodnoty maximální dechové frekvence činit až 100 vdechů/min, což je dáno frekvencí pádlování. Na jeden pohybový cyklus na kanoi (záběr) připadá jeden dýchací cyklus (nádech, výdech). Maximální frekvence pádlování na kanoi dosahovaná při sprintech činí 90-100 záběrů/min (Fry, Morton, 1991).

Vitální kapacita plic (VC)

Vitální kapacita plic (VC) je objem vzduchu, který maximálně vydechneme po předchozím maximálním nádechu. U netrénovaných žen činí zhruba 3 litry, u mužů 3,5-4 litry. U mužů kanoistů se VC pohybuje kolem 6-8 litrů (Sharkey, 1986).

Minutová ventilace plicní (VE max)

Minutová ventilace plicní (VE max) je množství vzduchu, které nadechneme a vydechneme během jedné minuty (Kohlíková, 2004).

Jednosekundová vitální kapacita (FEV_1)

Jednosekundová vitální kapacita je maximální množství vzduchu vydechnutého za první sekundu vitální kapacity (obvykle činí 80% z VC).

Maximální spotřeba kyslíku (VO₂ max.)

Havlíčková (2003) popisuje maximální aerobní výkon, tj maximální spotřeba kyslíku jako schopnost organismu zužitkovat co možná nejvyšší množství kyslíku a zajistit tak vysoký stupeň oxidativních pochodů. U 25letých netrénovaných mužů činí 3, 24 l. min⁻¹ a u 25letých žen pak 2,15 l.min⁻¹. Vhodnější je relativní vyjádření VO₂max, vztaženého na kg tělesné hmotnosti.

U špičkových sportovců s převažujícím aerobním zatížením dosahují hodnoty VO₂max u žen 70 a u mužů 80 ml.kg.min⁻¹, u výjimečně aerobně disponovaných jedinců i hodnot ještě vyšších (Sekyrka, 2008). Heller (1993) uvádí maximální hodnoty VO₂max u vrcholových rychlostních kanoistů kolem 70-80 ml.kg.min⁻¹ a u žen kolem 60 ml.kg.min⁻¹. Michael a kol. (2008) měřil funkční parametr VO₂max u elitních kanoistů během testování na vodě a maximální spotřeba kyslíku byla v průměru 58 ml.kg.min⁻¹.

Průměrné hodnoty VO₂max u různých sportovních odvětví nám může přiblížit tabulka č. 6 od Wilmora (2005). Nejvyšší naměřené a publikované výkony relativního VO₂ max. (ml/kg.min) špičkových sportovců ukazuje tabulka č. 7.

Tabulka č. 6: Hodnoty VO_2max dle sportovního odvětví

Sport	Age	Male	Female
Baseball	18-32	48-56	52-57
Basketball	18-30	40-60	43-60
Cycling	18-26	62-74	47-57
→ Canoeing	22-28	55-67	48-52
Football (USA)	20-36	42-60	
Gymnastics	18-22	52-58	35-50
Ice Hockey	10-30	50-63	
Orienteering	20-60	47-53	46-60
Rowing	20-35	60-72	58-65
Skiing alpine	18-30	57-68	50-55
Skiing nordic	20-28	65-94	60-75
Soccer	22-28	54-64	50-60
Speed skating	18-24	56-73	44-55
Swimming	10-25	50-70	40-60
Track & Field - Discus	22-30	42-55	
Track & Field - Running	18-39	60-85	50-75
Track & Field - Running	40-75	40-60	35-60
Track & Field - Shot	22-30	40-46	
Volleyball	18-22		40-56
Weight Lifting	20-30	38-52	
Wrestling	20-30	52-65	

Wilmore (2005)

Tabulka č. 7: Nejvyšší naměřené hodnoty relativního VO_2max (ml/kg.min) elitních sportovců

VO_2max (ml/kg.min)	Jméno	Sportovní disciplína
96,0	Espen Harald Bjerke	Běh na lyžích
96,0	Bjørn Dæhlie	Běh na lyžích
92,5	Greg LeMond	Cyklistika
92,0	Matt Carpenter	Maratonský běh
92,0	Tore Ruud Hofstad	Běh na lyžích
91,0	Harri Kirvesniem	Běh na lyžích
88,0	Miguel Indurain	Cyklistika
87,4	Marius Bakken	Běh na 5000 m
85,0	Dave Bedford	Běh na 10 000 m
84,4	Steve Prefontaine	Běh
84,0	Lance Armstrong	Cyklistika
82,7	Gary Tuttle	Běh

Sekyra (2016)

Respirační kvocient (RER)

Je poměr udávající objem vydýchaného oxidu uhličitého na 1 litr vdechnutého kyslíku (CO_2/O_2). Na začátku lehké zátěže se můžeme setkat i s nepatrným poklesem (kolem 0,6 - 0,7). Při střední zátěži však začne mírně narůstat, až dosáhne hodnoty 1,0, což značí totožný poměr vdechovaného objemu O_2 s vydechovaným objemem CO_2 . Někdy se tento okamžik, kdy je $\text{RER} = 1,0$, používá pro stanovení „ventilačního anaerobního prahu“. Na konci stupňované zátěže do maxima nabývá RER hodnot přes 1,0, kolem 1,1-1,2 a ještě mírně stoupá i po maximální zátěži, např. na hodnoty až kolem 1,3-1,6. Maximální hodnoty jsou ovlivněny snahou sportovce (Sekyra, 2010).

Anaerobní práh (ANP) a aerobní práh (AP)

Při pohybových činnostech submaximální intenzity s trváním kolem jedné minuty, eventuelně i delších činnostech, převažuje laktátový anaerobní systém hrazení energie, charakterizovaný vzestupem koncentrace laktátu v krvi, jako důsledek anaerobní glykolýzy, neoxidativního odbourávání svalového glykogenu. Tato hranice se nachází v momentu, kdy dochází k nedostatečné možnosti krytí kyslíkových potřeb pracujícími svaly. Podíl oxidativního metabolismu na výkonu se zmenšuje a začíná převažovat metabolismus neoxidativní. U vyšších intenzit zatížení můžeme pozorovat hyperventilaci, tedy vyšší ventilace než by odpovídala spotřebě kyslíku. Začátek hyperventilace nám ukazuje hranici anaerobního prahu a pohybuje se kolem intenzity zatížení 50-60% VO_2max (Havlíčková, 2003).

Aerobní práh, jinak také zvaný pravý setrvalý stav, je rovnovážným stavem metabolických pochodů a funkcí organismu, ve kterém může organismus pokračovat teoreticky neomezeně dlouhou dobu. Překročení hranice, kdy dochází k nedostatečné dodávce kyslíku do pracujících svalů, se způsob hrazení energie mění na laktátový neoxidativní (anaerobní) způsob hrazení.

2.7 Rešerše literatury

Problematiku aerobní zátěžové diagnostiky v rychlostní kanoistice nebo ve vodním slalomu můžeme nalézt ve výzkumných pracích mnoha autorů, kteří porovnávali různé metody testování fyziologických parametrů. Důkladnou rešerší se ve své disertační práci věnoval Li (2012), bohužel však našel studie obdobné tematiky týkající se rychlostních kanoistů pouze u Buglioneho et al. (2011). Ostatní studie se soustředí na kategorii rychlostních kajakářů, kanoistů a kajakářů ve vodním slalomu, dračích lodí, či sjezdu na divoké vodě.

Buglione (2011) ve svém výzkumu testoval $VO_2\text{max}$ při stupňovaném zátěžovém testu na vodě u rychlostních kanoistů italské reprezentace. Snažil se určit a porovnat fyziologické parametry výkonu na kajaku a na kanoi. Průměrné hodnoty $VO_2\text{peak}$ se lišily o 0,8 %.

Mára (2017) se ve své práci snažil určit vztah mezi spiroergometrickým vyšetřením při jízdě na rychlostní kanoi a na klikovém ergometru. Rozdíl mezi hodnotami naměřenými při zátěžovém protokolu při jízdě na kanoi a při klikové ergometrii činil 2,13 %. Statisticky významný vztah byl nalezen u fyziologických ukazatelů: tepový kyslík, maximální spotřeba kyslíku, dechový objem a plicní ventilace. U dechové frekvence, krevního laktátu a srdeční frekvence nebyl statisticky významný vztah prokázán.

Ballová (2007) ve své práci posuzovala změny výsledků Wingate testu horních končetin v jednotlivých obdobích ročního tréninkového cyklu rychlostních kanoistů. Z výsledků vyplývá, že změny hodnot funkčních ukazatelů, získaných 30-s Wingate testem horních končetin, nereflektují změny vybraných tréninkových ukazatelů v různých obdobích ročního tréninkového cyklu.

Bílý et al. (2017) porovnávají výsledky aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na slalomovém kajaku s výsledky klikové ergometrie horních končetin. Z nich můžeme vyčíst rozdíl mezi naměřenými hodnotami testovaných kajakářů. Celkový průměrný rozdíl mezi výslednými hodnotami naměřenými při klikové ergometrii a při jízdě na kajaku na klidné vodě činí 4,43 %. U fyziologických parametrů TF, $VO_2\text{peak}$, V_{max} a VT byl nalezen statisticky významný vztah.

Busta (2013) zjišťoval vztah mezi naměřenými hodnotami získanými aerobní zátěžovou diagnostikou při jízdě na kajaku v bazénu s protiproudem s hodnotami získanými při klikové ergometrii horních končetin. Rozdíl mezi výsledky klikové ergometrie a jízdy na

kajaku v bazénu s protiproudem činil 31,13 %. Ze zpětné vazby probandů si tento rozdíl Busta vysvětloval kvůli specifčnosti pádlování v bazénu a nutnosti použití nezávodního plastového kajaku s brzdým zařízením. Závěrem práce bylo, že tato opatření nejspíše změnila silové nároky jízdy natolik, že docházelo k dřívějšímu lokálnímu vyčerpání horních končetin, a tak nedosáhl kardiorespirační potenciál závodníků svých limitů.

Carrasco a kol. (2010) se ve své studii snažil vymezit platnost a spolehlivost stupňovaných zátěžových testů na kajakářském ergometru Dansprint. Při tomto testu zkoumal vybrané fyziologické a technické ukazatele hodnotící výkon při jízdě na kajaku. Porovnal dva zátěžové testy (kajak, ergometr) a určil mezi výsledky závislost. Výsledky prokázaly významnou míru závislosti u hodnot DF, SF a hladiny krevního laktátu. Výsledky korelační analýzy ukázaly silný vztah mezi testováním na ergometru a při jízdě na vodě. Z těchto výsledků vyvodili závěr, že testováním na ergometru můžeme hodnotit a testovat vybrané fyziologické ukazatele u rychlostních kajakářů.

Carré a kol. (1994) našli statisticky významný vztah mezi terénními a laborantními hodnotami $VO_2\max$. Provedli laborantní stupňovanou zátěžovou diagnostiku s 30W přírůstkou zatížení po 2 minutách až do vyčerpání probandů. Maximální spotřeba kyslíku při tomto testu byla $3,78 (\pm 0,7) \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, SF dosáhla $185 \text{ min}^{-1} (\pm 10,2)$ a hladina krevního laktátu $12,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1} (\pm 3,0)$. V terénním testu na vodě jeli kajakáři čtyři úseky bez zastavení, avšak v každém úseku přidali rychlost tak, aby dosáhli maxima v jízdě poslední. Maximální spotřeba kyslíku činila $3,87 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1} (\pm 0,7)$, SF $187 (\pm 10,6)$ a hladina krevního laktátu byla $11,2 (\pm 2,3) \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Paquette a Billaut (2017) ve své studii rovněž zjišťovali vztah mezi hodnotami $VO_2\max$ získanými při zátěžovém testu provedeném na kanoistickém ergometru a výkony při zátěžovém testu na vodě. Výkony při terénních testech na vodě korelovaly s hodnotami $VO_2\max$ při pádlování na trenažéru.

Štěrba (2012) předpokládal, že úroveň rozvoje vybraného funkčního parametru $VO_2\max$ zjištěná při spiroergometrii na kajakářském ergometru bude ovlivňovat úroveň sportovního výkonu na trati 1000 metrů. Tato hypotéza se Štěrbovi v případě jeho testovaného souboru nepotvrdila. V porovnání s ostatními funkčními parametry, které zkoumal, však zjistil nejvýznamnější statistickou závislost. Přiklání se tedy k faktu, že sportovní výkon na trati 1000 metrů by hodnotou tohoto parametru mohl být kladně ovlivněn.

Larsson a kol. (2007) zkoumal specifičnost tréninku na kajakářském ergometru v rychlostní kanoistice. Snažil se vyzkoumat účinnost a celkový přínos tréninku na kajakářském trenažéru pro celkový výkon na kajaku. Během dvanácti měsíců využívání kajakářského ergometru jako tréninkového prostředku byl zjištěn významný nárůst VO_2max u testovaného souboru. Autoři výzkumu pak vyhodnotili kajakářský ergometr jako vhodný prostředek ke zvyšování výkonnosti a testování vybraných ukazatelů v rychlostní kanoistice.

Říha (2016) porovnával výsledky spiroergonometrického vyšetření závodníků ve vodním slalomu na klikovém ergometru a při jízdě na kanoi. Ve svých závěrech poukázal na rozdíly mezi pádlováním na kanoi na klidné vodě a testem klikové ergometrie horních končetin. Korelační analýza naměřených hodnot prokázala silnou závislost DF, V_{max} a O_2tep . U ukazatelů VO_2max , VT, SF a LA byla prokázána nízká míra závislosti.

Larsson a kol. (2007) uvádí, že pojetí pádlování na kanoistickém trenažéru není tak silového charakteru a dosahuje se při něm vyšších frekvencí, než jsme zvyklí na vodě. S tím souvisí i mnohdy vyšší naměřené hodnoty maximální srdeční frekvence.

Mnoho autorů zmiňuje ve svých dílech maximální hodnoty spotřeby kyslíku (VO_2max) při zátěžových testech u rychlostních kanoistů. Sekyra (2008) udává u nejlepších kanoistů hodnoty kolem $70 \text{ ml.kg.min}^{-1}$. Heller (1993) uvádí maximální hodnoty VO_2max u vrcholových rychlostních kanoistů kolem $70-80 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ a u žen kolem $60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Michael a kol. (2008) měřil funkční parametr VO_2max přímo na vodě a maximální spotřeba kyslíku činila v průměru $58 \text{ ml.kg.min}^{-1}$. Wilmore (2005) uvádí maximální hodnoty VO_2max u mužů kanoistů $55-67 \text{ ml.kg.min}^{-1}$, u žen pak $48-52 \text{ ml.kg.min}^{-1}$. Štěrba (2012) v rámci diplomové práce prováděl měření u šesti českých elitních rychlostních kajakářů na trati 1000 metrů. Kajakáři dosahovali průměrné maximální spotřeby kyslíku $66,6 \text{ ml.kg.min}^{-1}$.

3. CÍL PRÁCE, HYPOTÉZY

3.1 Cíl práce

Cílem práce je určit vztah mezi vybranými funkčními ukazateli aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru u reprezentačních kanoistů v rychlostní kanoistice.

3.2 Hypotézy

- I. Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$ $p < 0,05$) mezi výslednými hodnotami hladiny krevního laktátu (LA) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.
- II. Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$ $p < 0,05$) mezi výslednými hodnotami maximální spotřeby kyslíku (VO_2 max) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.
- III. Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$ $p < 0,05$) mezi výslednými hodnotami maximální plicní ventilace (VE max) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.
- IV. Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$ $p < 0,05$) mezi výslednými hodnotami srdeční frekvence (SF) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.
- V. Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$ $p < 0,05$) mezi výslednými hodnotami respiračního kvocientu (RER) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.
- VI. Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$ $p < 0,05$) mezi výslednými hodnotami anaerobního prahu (ANP) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.
- VII. Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$ $p < 0,05$) mezi výslednými hodnotami frekvence respirace (FR) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

4. METODIKA PRÁCE

4.1 Popis výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 7 vrcholových kanoistů v rychlostní kanoistice. Všech sedm testovaných sportovců bylo v dobu testování členem seniorského reprezentačního družstva ČR. Jedná se o homogenní soubor kanoistů vrcholové výkonnosti. Všichni probandi patří dlouhodobě mezi elitní závodníky se stabilní výkonností. Přehled všech probandů a stručnou charakteristiku nám ukazuje tabulka č. 8.

Tabulka č. 8: Charakteristika výzkumného souboru

Proband	Věk (roky)	Výška (cm)	Váha (kg)	Klub	Nejlepší výsledky
1	25	186	98	DUP	4. místo MEM, 5. místo MSM, 2. místo Akademické MS
2	18	178	54	KVS	12. místo MEMJ
3	25	184	85	USK	1. místo OH naděje, 3. místo Univerziáda, 5. místo MS U23, 5. místo MS
4	24	176	75	PIS	5. místo MS, 8. místo ME23, 13. místo MS23
5	22	178	86	USK	1. místo OH naděje, 2. místo Akademické MS, 3. místo SP
6	27	190	99	USK	3.místo ME23, 3.místo Světová univerziáda, 3.místo SP, 4.místo ME, 5.místo MS
7	24	182	86	USK	3x2. místo Akademické MS, 6. místo MEJ, 9. místo MSJ
průměr (SD)	23,6 (±2,7)	182 (±5,0)	83,3 (±15,3)		

4.2 Organizace výzkumu

Výzkumná šetření proběhla v dopoledních hodinách 30. a 31. října roku 2017. První den testování probandi postupně absolvovali stupňovaný zátěžový test na hladké vodě u loděnice KVS Praha Druhý den pak totožný test na pádlovacím trenažéru v loděnici USK Praha. Vybrali jsme období probíhajícího přípravného období, kdy mají kanoisté najeto mnoho kilometrů na vodě, avšak při nepříznivých podmínkách už rovněž trénují na trenažérech. Toto období jsme vybrali proto, aby probandi měli odtrénováno několik tréninků na pádlovacím trenažéru a byli zvyklí na specifčnost a odlišnost záběru na tomto zařízení.

4.3 Použité výzkumné metody

4.3.1 Vstupní vyšetření

U každého probanda jsme před testováním změřili výšku a váhu. Před každým zátěžovým testem jsme každému změřili maximální rychlost lodě při letném úseku cca 50m na vodě pomocí GPS systému SpeedCoach GPS 2, americké společnosti Nielsen – Kellerman. Na pádlovacím trenažéru probandi vyvinuli maximální úsilí pádlováním během 10-20s a z displeje pádlovacího trenažéru firmy DanSprint jsme vyčetli nejvyšší dosaženou rychlost.

4.3.2 Aerobní zátěžová diagnostika – test VO₂max

Stupňovaná maximální aerobní zátěžová diagnostika probíhá po rozehrání organismu zpravidla mezi 5 až 8 minutami. Je prováděna do „vita maxima“, což znamená do totálního vyčerpání organismu. Zpravidla se po jedné minutě stupňuje velikost odporu (zvýšená rychlost, odpor ve watttech atd.). Toto testování je především ukazatelem aerobní vytrvalosti. Avšak vzhledem tomu, že je prováděna až do selhání organismu, kde se také do energetického krytí zapojují i anaerobní mechanismy, můžeme konstatovat, že test vypovídá mnohé i o úrovni anaerobní vytrvalosti. Pro diagnostiku anaerobní vytrvalosti se však používá test maximální možné intenzity po dobu 30 sekund při konstantním zatížení. Tato diagnostika se nazývá Wingate test (Heller a Vodička, 2011).

K diagnostice kardiopulsační zdatnosti v rychlostní kanoistice byly doposud používány především standardizované laboratorní testy s využitím různých typů ergometrů (běhací pás, bicyklový, či klikový ergometr), neodpovídajících specifčnosti pohybu na kanoi.

Díky současným přenosným přístrojům a moderním technologiím umožňujícím měření aerobních ukazatelů přímo v terénu, je zátěžová diagnostika využitelná v běžné praxi tréninkového procesu, v případě rychlostní kanoistiky tedy přímo na vodě.

4.3.3 Stupňovaný zátěžový test na vodě a na kanoistickém trenažéru

Aerobní zátěžovou diagnostiku pro náš výzkum jsme prováděli za asistence členky laboratoře sportovní motoriky na UK FTVS v Praze. Terénní část testování probíhala na Vltavě v Praze Podolí, v areálu KVS Praha. Laboratorní část pak na kanoistickém trenažéru na loděnici USK Praha. Pro náš výzkum jsme zvolili stejný zátěžový protokol jako Busta (2015), Říha (2016) nebo Mára (2017), jelikož se tento postup zátěžové aerobní diagnostiky osvědčil a byly během něj dosahovány maximální hodnoty aerobních ukazatelů.

Stupňovaný zátěžový test na vodě

Před samotným měřením jsme určili jednotlivé stupně zatížení pomocí procentuální hodnoty maximální rychlosti u každého závodníka. K určení maximální rychlosti závodníka jsme použili GPS přístroj SpeedCoach firmy Nielsen – Kellerman (NK), který je určen primárně pro veslaře. Nicméně i pro naše účely je tento přístroj plně vyhovujícím prostředkem pro určování aktuální rychlosti lodi. Díky velkému a přehlednému displeji jsou údaje snadno kontrolovatelné i pro samotného probanda, který měl přístroj připevněn v přídí lodi tak, aby na něj bez problémů viděl i přes obličejovou masku, používanou při testování. Na obrázku č. 2 můžeme vidět ilustrační obrázek přístroje, pomocí něhož jsme měřili maximální rychlost probandů a podle něž se následně každý testovaný řídil při udržování rychlostních zón při zátěžovém testu.

Obrázek č. 2: SpeedCoach GPS



(Nielsen, Kellerman, 2017)

Závodníci po důkladném rozcvičení a individuálním rozjetí na vodě absolvovali jeden 20-30s úsek s maximálním nasazením, aby dosáhli co nejvyšší rychlosti. Z této kanoistou dosažené rychlosti jsme vypočítali procentuální hodnoty rychlostních zón pro stupňovaný zátěžový test. Procentuální hodnoty těchto rychlostních zón můžeme přehledně vidět v tabulce č. 9.

Tabulka č. 9: Rychlostní zóny stanovující intenzitu zatížení pro zátěžové testy

Rychlostní zóny	Minuta zatížení v zátěžovém testu	Procenta z max. rychlosti
1. zóna	0. -1.	50%
2. zóna	1. -2.	60%
3. zóna	2. -3.	70%
4. zóna	3. -4.	80%
5. zóna	4. -5.	90%
6. zóna	5. – 6. *	Maximální úsilí

*pokud proband dojel 6. minutu a nepociťoval totální vyčerpání, pokračoval maximálním tempem ještě dále.

Během výpočtů těchto zón byl kanoista připojen, za asistence vědecké pracovnice laboratoře sportovní motoriky na UK FTVS, na terénní spiroergometrický systém pro profesionální venkovní měření kardiopulsačních funkcí Metamax 3B německé firmy Cortex (Cortex, 2015). Před testováním byl tento přístroj kalibrován přímo na místě. Pro získání a analýzu hodnot SF jsme v našem měření použili sporttester Polar RS 800, který byl probandovi rovněž připevněn na hrud' před začátkem samotného zátěžového protokolu. Ilustrační foto tohoto přístroje nám ukazují obrázky č. 4 a č. 5. Na obrázku č. 3 máme kanoistu připojeného a ustrojeného do tohoto mobilního zařízení s připevněnou spiroergometrickou maskou.

Obrázek č. 3: Kanoista připojený na spiroergometrický přístroj Cortex Metamax 3B



Obrázky č. 4 a 5: Cortex Metamax 3B



(Cortex, 2015)

Po zapnutí spiroergometrického přístroje se testovaný kanoista vydal na start úseku (obrázek č. 6), vzdáleného 1300 -1400m od základny examínátorky laboratoře sportovní motoriky, aby po dokončení zátěžového testu mohlo do tří minut dojít k odběru krevního laktátu. Úsek, na kterém probíhalo testování, byl rovný, bez obrátek nebo zatáček.

Po odstartování probanda jsme si zaznamenali čas od zapnutí spiroergometrického přístroje, abychom snáze určili začátek testování při následné analýze dat z přístroje. Během testu jsme jeli na katamaránu přímo vedle probanda a megafonem podávali informace o probíhajícím testu.

- 1. minutu absolvoval kanoista na předem dané rychlostní zóně (viz. tabulka č. 9)
- Každou další minutu jsme probandovi podávali informace o čase a rychlosti, kterou v dané minutě musí udržovat
- Před každým zrychlením jsme informovali o hodnotě rychlosti, kterou v další zóně musí proband udržovat
- Jednotlivé stupně jsme pomocí megafonu odpočítávali slovy TŘI-DVA-JEDNA-HOP
- Stupňované zatížení do „vita maxima“ probíhalo následovně: 1 min. na 50 %, 1 min. na 60 %, 1 min. na 70 %, 1 min. na 80 %, 1 min. na 90 % a 1 min. maximálním volným úsilím. Kanoista měl za úkol jet v posledním úseku testu v nejvyšší možné intenzitě, a to bez ohledu na to, jaké rychlosti lokomoce dosahuje
- Když kanoista nedosáhl totálního vyčerpání, pokračoval maximálním volným úsilím ještě dále
- Po dojetí se probandi měli dostavit do tří minut od ukončení testu k odběru krevního laktátu k laborantce. Odběr proběhl z kapilární krve ukazováku ruky přesně na třetí minutě po dojetí (Obrázek č. 7)
- Následovalo odstrojení probanda od přístrojů a jejich hygienické očištění a příprava dalšího kanoisty totožným způsobem

Obrázek č. 6: Kanoista směřující na start stupňovaného zátěžového testu na vodě



Obrázek č. 7: Odběr laktátu 3 minuty po dojetí zátěžového testu



Stupňovaný zátěžový test na kanoistickém trenážeru

Pro naše měření jsme použili kanoistický pádlovací trenážer firmy Dansprint (Obr. č. 8), určený jak pro rychlostní kajakáře, tak pro kanoisty. Dle výrobce (Dansprint, 2015) má kanoistický ergometr unikátní schopnost reálně simulovat pohyb pádlování v kanoi. Kanoista klečí v zákleku a pádluje obdobně jako v kanoi. Pádlo je napojené pomocí tenkého lana na rotující vrtuli, která vytváří odporovou sílu. Odpor rotoru je vyvinut tak, aby ho bylo možné nastavit jako skutečné odporové síly na kanoi, a pohyb byl tak co nejvíce podobný realitě na vodě.

Obrázek č. 8: Kanoistický trenážér firmy Dansprint



(Dansprint, 2015)

Zátěžový test, který jsme prováděli na kanoistickém trenážéru, probíhal dle stejného postupu a totožného zátěžového protokolu jako při předchozím měření při jízdě na vodě. Trenážér Dansprint je vybaven velkým displejem, udávajícím aktuální hodnoty SF, výkonu (W), rychlosti, tempa, ujeté vzdálenosti atd. Díky algoritmu pro výkon umí počítač tohoto ergometru vypočítat simulovanou rychlost pádlování (Dansprint, 2015). Díky tomu jsme mohli změřit u každého maximální rychlost pádlování při úseku 20-30s a vypočítat rychlostní zóny pro zátěžový test obdobně jak při jízdě na vodě (tabulka č. 9). Na obrázcích č. 9 a 10 si můžeme přiblížit, jak testování na kanoistickém trenážéru vypadalo.



Obr. č. 9: Kanoista během testu na trenážéru



Obr. č. 10: Připevňování přístroje Metamax 3B laborantkou na testovaného kanoistu

4.4 Sběr dat

Ke sběru dat jsme použili kalibrované přístroje Cortex Metamax 3B, Sporttester Polar RS 800, o kterých pojednáváme v rámci kapitoly 4.3.3. Všechna data byla následně zpracována členkou laboratoře sportovní motoriky na UK FTVS, na jejichž základě jsme přistoupili k jejich analýze.

4.5 Analýza dat

Výzkumná část našeho projektu je koncipována jako kvantitativní výzkum. K analýze dat jsme využívali statistických metod, které níže detailně popisujeme. Naším hlavním cílem

bylo, kromě popisných statistických metod, zkoumat vztah mezi výsledky jednotlivých měření pomocí korelační analýzy.

4.5.1 Test normality dat

Mnoho statistických metod, i v našem výzkumu použitá korelační analýza, předpokládá, že základní soubor má normální rozdělení. Není-li však tento předpoklad splněn, nelze použít k testování hypotéz parametrické testy. K určení, zda lze rozdělení dat považovat za normální, slouží testy normality. Netolická (2008) uvádí, že při malém výzkumném souboru můžeme posoudit normalitu rozdělení pomocí porovnání aritmetického průměru s mediánem. Aby byla normalita dat prokázána, neměly by se tyto hodnoty lišit více než o 10 %. Výsledky testu normality dat našich výsledných hodnot dle metodiky Netolické (2008) uvádí tabulka č. 10, kde můžeme shledat, že náš soubor má normální rozdělení dat.

Tabulka č. 10: Výsledky testu normality dat

	LAKTÁT		VO2max		VENTILACE		SF		RER		ANP		FR	
	voda	trenažér	voda	trenažér	voda	trenažér	voda	trenažér	voda	trenažér	voda	trenažér	voda	trenažér
Průměr	8,0	9,1	52,3	56,4	140,3	147,9	180,6	181,0	1,14	1,13	165,6	168,6	51	57
Medián	8,1	9,0	51,0	57,0	141,0	158,0	181,0	182,0	1,15	1,13	165,0	170,0	51	54
Rozdíl v procentech (%)	1,23	1,10	2,49	1,05	0,50	6,39	0,22	0,55	0,87	0,00	0,36	0,82	0,59	5,10

4.5.2 Korelační analýza

Korelační analýza se zabývá vzájemnými závislostmi proměnných. Hlavním smyslem této analýzy není zkoumání směru vztahů mezi proměnnými, tzn. zkoumání vztahu příčina-následek, ale zjištění intenzity (síly) vzájemného vztahu. Jestliže, mají hodnoty jedné proměnné tendenci vyskytovat se společně s určitými hodnotami druhé proměnné, hovoří se o těchto proměnných jako o korelovaných. Intenzita vztahu se může pohybovat od neexistence korelace až po absolutní korelaci. Neexistence korelace představuje situaci, kdy se hodnoty jedné proměnné vyskytují stejně pravděpodobně s každou hodnotou jiné proměnné. Naopak absolutní korelace nastává tehdy, pokud se s danou hodnotou jedné proměnné vyskytuje právě jedna hodnota druhé proměnné. Obecně platí, že čím je vyšší absolutní hodnota koeficientu korelace, tím větší je korelace mezi proměnnými. Hodnoty koeficientu nižší než $|0,3|$ představují nízkou závislost, hodnoty mezi $|0,3|$ a $|0,7|$ značí středně silnou závislost a hodnoty

vyšší než $|0,7|$ vysokou závislost, přičemž hodnota $|1|$ představuje závislost absolutní (Hendl, 2012).

4.5.3 Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient je nejpoužívanější korelační koeficient. Korelační koeficienty popisují, jak se hodnoty dvou a více proměnných navzájem ovlivňují. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu nabývají hodnot v rozmezí od -1 do 1 . Je-li hodnota koeficientu blízká 1 , značí to, že mezi proměnnými existuje silná přímá závislost (to znamená, že s rostoucí hodnotou jedné proměnné roste hodnota i druhé proměnné a naopak). Hodnoty blízké -1 ukazují na silnou nepřímou závislost mezi proměnnými (to znamená, že s rostoucí hodnotou jedné proměnné klesá hodnota druhé proměnné a naopak) (Evangelu & Neubauer, 2014).

Kritická hodnota pro posouzení významnosti Pearsonova korelačního koeficientu při velikosti souboru 7 probandů je při hladině významnosti $\alpha 0,05 = 0,669$ (Hendl, 2012).

4.5.4 Popisná statistika

Popisná statistika zjišťuje a sumarizuje informace, vypočítává číselné charakteristiky a vše zpracovává do podoby tabulek a grafů. Číselné charakteristiky mají za cíl popisovat především centrální tendenci a míru rozptýlenosti (Hendl, 2012). V této práci byla zvolena jako charakteristika centrální tendence aritmetický průměr a pro míru rozptýlenosti směrodatná odchylka.

4.5.5 Aritmetický průměr

Aritmetický průměr je asi nejčastěji používaná statistická veličina, která vyjadřuje typickou hodnotu souboru mnoha dat. Aritmetický průměr je definován jako součet všech naměřených hodnot vydělený jejich počtem. V případě, kdy se v souboru vyskytují vysoce rozdílné hodnoty, není aritmetický průměr nejlépe zvolenou statistickou veličinou, neboť je jeho hodnota silně ovlivněna právě těmito odlehlými hodnotami a průměrný výsledek je zkreslený. Z toho důvodu bývá aritmetický průměr často doplňován směrodatnou odchylkou, která blíže upřesňuje charakter souboru dat (Hendl, 2012).

4.5.6 Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka ukazuje, jak moc se liší hodnoty od aritmetického průměru. Je-li směrodatná odchylka malá, jsou si prvky ve zkoumaném souboru navzájem podobné. Naopak, je-li hodnota směrodatné odchylky velká, značí to, že jednotlivé hodnoty ve zkoumaném souboru jsou navzájem hodně odlišné. Stejně jako aritmetický průměr, je i směrodatná odchylka silně ovlivněna extrémními hodnotami (Hendl, 2012).

4.5.7 Medián

Medián je hodnota, která dělí řadu podle velikosti seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny. Na rozdíl od aritmetického průměru je málo citlivý k odlehlým krajním hodnotám (Hendl, 2012).

5. VÝSLEDKY

5.1 Výsledky stupňovaného zátěžového testu – jízda na kanoi

Tabulka č. 11: Výsledky stupňovaného zátěžového testu při jízdě na kanoi

	Výsledné hodnoty funkčních ukazatelů při jízdě na kanoi						
proband	LAKTÁT (mmol.l ⁻¹)	VO ₂ max (ml.kg.min ⁻¹)	VENTILACE (l.min ⁻¹)	SF (min ⁻¹)	RER	ANP (min ⁻¹)	DF (min ⁻¹)
1	6,6	50	167	181	1,2	160	53
2	5,0	41	93	176	1,2	155	43
3	9,9	62	141	184	1,0	165	50
4	9,0	51	124	180	1,1	165	55
5	8,0	55	134	181	1,2	168	54
6	9,7	60	181	187	1,1	180	51
7	8,1	47	142	175	1,2	166	49
průměr (SD)	8,0 (±1,6)	52,3 (±6,8)	140,3 (±26,5)	181 (±3,9)	1,14 (±0,07)	166 (±7,2)	51 (±3,7)

Komentář: Průměrná hodnota hladiny laktátu v krvi (LA) při jízdě na kanoi po absolvování zátěžového testu činila 8,0 mmol.l⁻¹ (±1,6). Nejvyšší hladinu laktátu v krvi po zátěžovém testu dosáhl proband č. 3 – 9,9 mmol.l⁻¹. Průměrná hodnota spotřeby kyslíku (VO₂max) byla 52,3 ml.kg.min⁻¹ (±6,8). Nejvyšší spotřeby kyslíku dosáhl proband č. 3 – 62 ml.kg.min⁻¹. Průměrná hodnota plicní ventilace (VE) činila 140,3 l.min⁻¹ (±26,5). Nejvyšší VE dosáhl proband č. 6 – 181 l.min⁻¹. Průměrná hodnota maximální srdeční frekvence byla 181 min⁻¹ (±3,9). Nejvyšší maximální hodnoty SF dosáhl proband č. 6 – 187 min⁻¹. Průměrná hodnota respiračního kvocientu (RER) činila 1,14 (±0,07). Nejvyšší RER dosáhli probandi č. 1, 2, 5 a 7 – všichni shodně 1,2. Průměrná hodnota SF při ANP činila 166 min⁻¹ (±7,2). Nejvyšší hodnoty SF při ANP dosáhl proband č. 6 – 180 min⁻¹. Průměrná hodnota dechové frekvence (DF) činila 51 dech.min⁻¹ (±3,7). Nejvyšší DF dosáhl proband č. 4 – 5 min⁻¹.

5.2 Výsledky stupňovaného zátěžového testu – jízda na trenažéru

Tabulka č. 12: Výsledky stupňovaného zátěžového testu při jízdě na kanoistickém trenažéru

proband	Výsledné hodnoty funkčních ukazatelů při jízdě na kanoistickém trenažéru						
	LAKTÁT (mmol.l ⁻¹)	VO ₂ max (ml.kg.min ⁻¹)	VENTILACE (l.min ⁻¹)	SF (min ⁻¹)	RER	ANP (min ⁻¹)	DF (min ⁻¹)
1	6,7	53	182	180	1,2	162	53
2	4,5	44	91	169	1,1	159	51
3	9,0	60	158	182	1,1	167	62
4	9,5	57	116	183	1,1	170	53
5	8,8	64	133	185	1,2	170	64
6	14,5	64	195	186	1,1	176	61
7	10,7	53	160	182	1,1	176	54
průměr (SD)	9,1 (±2,9)	56,4 (±6,6)	147,9 (±34)	181 (±5,2)	1,13 (±0,04)	169 (±6,0)	57 (±4,9)

Komentář: Průměrná hodnota hladiny laktátu v krvi (LA) při jízdě na kanoistickém trenažéru činila 9,1 mmol.l⁻¹ (±2,9). Nejvyšší hladinu laktátu v krvi po zátěžovém testu dosáhl proband č. 6 - 14,5 mmol.l⁻¹. Průměrná hodnota spotřeby kyslíku (VO₂max) byla 56,4 ml.kg.min⁻¹ (±6,6). Nejvyšší spotřeby kyslíku dosáhli probandi č. 5 a č. 6 – oba shodně 64 ml.kg.min⁻¹. Průměrná hodnota plicní ventilace (VE) činila 147,9 l.min⁻¹ (±34). Nejvyšší VE dosáhl proband č. 6 – 195 l.min⁻¹. Průměrná hodnota maximální srdeční frekvence byla 181 tepů za minutu (±5,2). Nejvyšší maximální hodnoty SF dosáhl proband č. 6 – 186 tepů za minutu. Průměrná hodnota respiračního kvocientu (RER) činila 1,13 (±0,04). Nejvyšší hodnoty RER dosáhli probandi č. 5 a č. 6 – oba shodně 1,2. Průměrná hodnota SF při ANP činila 169 tepů za minutu (±6,0). Nejvyšší hodnoty SF při SF dosáhli probandi č. 6 a č. 7 – oba shodně 176 tepů za minutu. Průměrná hodnota dechové frekvence (DF) činila 57 min⁻¹ (±4,9). Nejvyšší DF dosáhl proband č. 5 – 64 min⁻¹.

Porovnání výsledků jízdy na vodě s pádlováním na trenažéru

Tabulka č. 13: Porovnání výsledků jízdy na vodě s pádlováním na trenažéru

	Voda	Trenažér	Rozdíl průměrných hodnot v %	Pearsonův korelační koeficient
LAKTÁT (mmol.l ⁻¹)	8,0 (± 1,6)	9,1 (± 2,9)	12,1%	0,810 p < 0,05
VO₂max (ml.kg.min ⁻¹)	52,3 (± 6,8)	56,4 (± 6,6)	7,3 %	0,888 p < 0,05
VENTILACE (l.min ⁻¹)	140,3 (± 26,5)	147,9 (± 34,0)	5,1%	0,976 p < 0,05
SF (min ⁻¹)	180,6 (± 3,9)	181,0 (± 5,2)	0,2%	0,597 p < 0,05
RER	1,1 (± 0,1)	1,1 (± 0,0)	0%	0,128 p < 0,05
ANP (min ⁻¹)	165,6 (± 7,1)	168,6(± 6,0)	1,8%	0,839 p < 0,05
DF (min ⁻¹)	50,7 (± 3,7)	56,9 (± 4,9)	10,9%	0,359 p < 0,05

Komentář: Rozpětí rozdílu mezi výslednými hodnotami při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru činí 0 – 12,1%. Nejmenší rozdíl (0 %) byl mezi průměrnými výslednými hodnotami RER. Největší rozdíl (12,1%) byl mezi průměrnými výslednými hodnotami hladiny krevního laktátu - LA (mmol/l).

V přílohách č. 3 – 9 můžeme porovnat všechny zkoumané fyziologické ukazatele při jízdě na vodě a na trenažéru u každého probanda zvlášť.

5.3 Korelační analýza stupňovaných zátěžových testů

Pro zjištění vztahu mezi jednotlivými funkčními ukazateli jsme použili Pearsonovy korelační analýzy. Pro náš výzkum jsme při velikosti souboru 7 probandů zvolili kritickou hodnotu pro posouzení významnosti korelačního koeficientu při hladině významnosti α 0,05 = 0,7 (Hendl, 2012).

Tabulka č. 14: Korelační analýza jednotlivých funkčních ukazatelů v zátěžových testech

	Proband	1	2	3	4	5	6	7	Personův korelační koeficient
LAKTÁT (mmol.l ⁻¹)	voda	6,6	5,0	9,9	9,0	8,0	9,7	8,1	0,810 (p<0,05)
	trenažér	6,7	4,5	9,0	9,5	8,8	14,5	10,7	
VO₂max (ml.kg.min ⁻¹)	voda	50	41	62	51	55	60	47	0,888 (p<0,05)
	trenažér	53	44	60	57	64	64	53	
VENTILACE (l.min ⁻¹)	voda	167	93	141	124	134	181	142	0,976 (p<0,05)
	trenažér	182	91	158	116	133	195	160	
SF (min ⁻¹)	voda	181	176	184	180	181	187	175	0,597 (p<0,05)
	trenažér	180	169	182	183	185	186	182	
RER	voda	1,22	1,22	1,01	1,10	1,15	1,09	1,20	0,128 (p<0,05)
	trenažér	1,17	1,05	1,08	1,14	1,19	1,13	1,12	
ANP (min ⁻¹)	voda	160	155	165	165	168	180	166	0,839 (p<0,05)
	trenažér	162	159	167	170	170	176	176	
DF (min ⁻¹)	voda	53	43	50	55	54	51	49	0,359 (p<0,05)
	trenažér	53	51	62	53	64	61	54	

Komentář: Výsledky Pearsonovy korelační analýzy prokázaly statistický významný vztah u 4 zkoumaných ukazatelů výkonu, u hodnot LA ($r = 0,810$), VO₂max ($r = 0,888$), VE ($r = 0,976$) a ANP ($0,839$). U SF ($r = 0,597$), RER ($r = 0,128$) a DF ($r = 0,359$) jsme statisticky významný vztah nenašli.

5.4 Výsledky a hypotézy

Výsledky našeho šetření potvrdily 4 ze 7 stanovených hypotéz

H1 - Předpokládali jsme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$) mezi výslednými hodnotami hladiny krevního laktátu (LA) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

Hypotéza H1 byla potvrzena, jelikož byl prokázán statisticky významný vztah ($r = 0,810$) mezi výslednými naměřenými hodnotami hladiny krevního laktátu (LA).

H2 - Předpokládali jsme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$) mezi výslednými hodnotami maximální spotřeby kyslíku (VO₂ max) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

Hypotéza H2 byla potvrzena, jelikož byl prokázán statisticky významný vztah ($r = 0,888$) mezi výslednými hodnotami maximální spotřeby kyslíku ($VO_2 \text{ max}$).

H3 - Předpokládali jsme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$) mezi výslednými hodnotami maximální plicní ventilace (VE_{max}) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

Hypotéza H3 byla potvrzena, jelikož byl prokázán statisticky významný vztah ($r = 0,976$) mezi výslednými hodnotami maximální plicní ventilace (VE_{max}).

H4 - Předpokládali jsme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$) mezi výslednými hodnotami srdeční frekvence (SF) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

Hypotéza H4 nebyla potvrzena, jelikož jsme nedokázali prokázat statisticky významný vztah ($r = 0,597$) mezi výslednými hodnotami srdeční frekvence (SF).

H5 - Předpokládali jsme statisticky významný vztah ($r \geq 0,7$) mezi výslednými hodnotami respiračního kvocientu (RER) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

Hypotéza H5 nebyla potvrzena, jelikož jsme nedokázali prokázat statisticky významný vztah ($r = 0,128$) mezi výslednými hodnotami maximální spotřeby kyslíku respiračního kvocientu (RER).

H6 - Předpokládali jsme významný vztah ($r \geq 0,7$) mezi výslednými hodnotami anaerobního prahu (ANP) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

Hypotéza H6 byla potvrzena, jelikož byl prokázán statisticky významný vztah ($r = 0,839$) mezi výslednými hodnotami anaerobního prahu (ANP).

H7 - Předpokládali jsme významný vztah ($r \geq 0,7$) mezi výslednými hodnotami frekvence respirace (FR) naměřenými při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru.

Hypotéza H7 nebyla potvrzena, jelikož jsme nedokázali prokázat statisticky významný vztah ($r = 0,359$) mezi výslednými hodnotami frekvence respirace (FR).

6. DISKUSE

6.1 Porovnání výsledků zátěžových testů

Testování kanoisté dosáhli při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém treňažeru podobných výsledků u hodnot anaerobního prahu – ANP ($r = 0,839$), maximální spotřeby kyslíku - VO₂max ($r = 0,888$), hladiny krevního laktátu – LA ($r = 0,810$) a maximální plicní ventilace – VEmax ($r = 0,976$). U ostatních hodnot vybraných funkčních ukazatelů jsme statisticky významný vztah nenalezli – SF ($r = 0,597$), RER ($r = 0,128$) a DF ($r = 0,359$). Domníváme se, že by to mohlo být zapříčiněno rozdílnými frekvencemi pádlování na treňažeru a na vodě. Dechová frekvence úzce souvisí s frekvencí pádlování, na jeden záběr připadá jeden nádech. Na vodě testování kanoisté nedosahovali tak vysokých frekvencí pádlování, tudíž je možné, že kvůli tomu nedosahovali maximálních aerobních kapacit organismu, s čímž souvisí hodnota maximální SF. Celkově bylo dosahováno vyšších hodnot při testu na pádlovacím treňažeru, což mohlo být způsobeno tím, že probandi na treňažeru dokázali vynaložit maximální úsilí a zátěžový test končili v naprostém vyčerpání. To potvrdila i zpětná vazba od testovaných, kteří potvrdili, že na konci zátěžového testu na vodě nepocítovali plně vyčerpání. Probandi to odůvodnili strachem z pádu do vody při úplném vyčerpání a s tím související neschopnosti udržet se v lodi. S myšlenkou na možný pád do vody, s diagnostickým zařízením na sobě, tak raději ukončili test těsně před hranicí totálního vyčerpání. Dalším omezujícím faktorem, který mohl zapříčinit nižší naměřené hodnoty při testu na vodě, byla venkovní teplota v době absolvování zátěžového testu, která dosahovala 1 – 5 °C a částečně tak limitovala probandy v podání stoprocentního výkonu.

6.2 Porovnání práce se současným stavem bádání

V současné době jsme našli pouze malé množství podobných výzkumů zabývajících se porovnáváním zátěžových testů v rychlostní kanoistice u kategorie C1. Li (2012) provedl důkladnou rešerši testování v kanoistice a u kategorie C1 v rychlostní kanoistice našel pouze jediný výzkum. Proto jsme se snažili porovnat výsledky práce se studii, které se zabývají podobnou problematikou, buď v rychlostní kanoistice v kategorii K1, či výzkumy zaměřující se na vodní slalom.

Buglione (2011) měřil a porovnával hodnoty $VO_2\max$ mezi zátěžovými testy u rychlostních kanoistů a kajakářů pomocí přístroje Cortex Metamax 3B, jež jsme také použili v našem výzkumu. Buglione porovnával hodnotu $VO_2\text{peak}$, kde u kajakářů naměřil průměrnou hodnotu $4.79 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ (± 0.35) a u kanoistů $4.75 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ (± 0.45) při průměrné váze kategorie C1 $76,8 \text{ kg}$ ($\pm 3,5$) a K1 $78,2 \text{ kg}$ ($\pm 6,1$). Když si naměřené hodnoty přepočteme na relativní hodnotu $VO_2\max$, tak zjistíme, že u kanoistů tato hodnota dosahuje $60,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ a u kajakářů $61,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$. V porovnání s našimi výsledky, kde nám vyšla hodnota relativního $VO_2\max$ na vodě $52,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ a na trenažéru $56,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$, můžeme spatřit nižší hodnoty u námi testovaných kanoistů.

Carrasco a kol. (2010) porovnával fyziologické ukazatele při jízdě na vodě a při jízdě na stejném typu pádlovacího ergometru Dansprint jako my v naší studii. Při tomto testu zkoumali vybrané fyziologické a technické ukazatele hodnotící výkon při jízdě na kajaku a porovnali s obdobným testem na vodě. Výsledky prokázali významnou míru závislosti u hodnot DF ($r = 0,976$), SF ($r = 0,964$) a hladiny krevního laktátu ($r = 0,899$). V porovnání s naší prací byla z těchto parametrů nalezena statisticky významná míra korelace pouze u hodnot krevního laktátu ($r = 0,810$). U ostatních fyziologických ukazatelů jsme našli nevýznamné míry závislosti (DF, SF).

Mára (2017) se ve své práci snažil určit vztah mezi spiroergometrickým vyšetřením při jízdě na rychlostní kanoi a na klikovém ergometru. Nalezl statisticky významný vztah u čtyř ze sedmi vybraných fyziologických ukazatelů: tepový kyslík ($r = 0,87$), maximální spotřeba kyslíku ($r = 0,97$), dechový objem ($r = 0,78$) a plicní ventilace ($r = 0,79$). U dechové frekvence ($r = -0,02$), krevního laktátu ($r = -0,08$) a srdeční frekvence ($r = -0,28$) nebyl statisticky významný vztah prokázán. Průměrné hodnoty při testování na vodě dosahovali vyšších hodnot než při našem obdobném testování. Pouze u $VO_2\max$ výsledné hodnoty dosáhli vyšších hodnot v naší studii a to $52,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$, oproti $49,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$.

Busta (2015) porovnával výsledky aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na slalomovém kajaku s výsledky klikové ergometrie horních končetin. Při pádlování dosahovali kajakáři maximální TF $189\text{tep}\cdot\text{min}^{-1}$, $VO_2\max$ $56 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$, VE_{\max} $127,31 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, DF 52 min^{-1} , RER 1,13. Při klikové ergometrii potom dosahovali maximální TF $190 \text{ tep}\cdot\text{min}^{-1}$, u $VO_2\max$ $56 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$, VE_{\max} $152,12 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, DF 63 min^{-1} , RER 1,16, $O_2\text{tep}$ 22 ml a VT $2,44 \text{ l}\cdot\text{dech}^{-1}$. Kanoisté v našem výzkumu oproti tomu dosahovali při pádlování nižších hodnot

maximální TF, a to 181 min^{-1} , VO_2max $52,3 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ a VEmax 140 l.min^{-1} . Vyšších hodnot naopak dosahovali u hodnot VEmax $140,3 \text{ l.min}^{-1}$ a RER 1,14.

Carré a kol. (1994) našli statisticky významný vztah mezi terénními a laboratorními hodnotami VO_2max . Provedli laboratorní stupňovanou zátěžovou diagnostiku s 30W přírůstkou zatížení po 2 minutách až do úplného vyčerpání. Maximální spotřeba kyslíku při tomto testu byla $3,78 \text{ l.min}^{-1}$, SF dosáhla 185 tep.min^{-1} a hladina krevního laktátu $12,2 \text{ mmol.l}^{-1}$. V terénním testu na vodě jeli kajakáři čtyři úseky bez zastavení, avšak v každém úseku přidali rychlost tak, aby dosáhli maxima v jízdě poslední. Maximální spotřeba kyslíku $3,87 \text{ l.min}^{-1}$, SF 187 tep.min^{-1} a hladina krevního laktátu činila $11,2 \text{ mmol.l}^{-1}$. Při našem výzkumu dosahovali kanoisté oproti kajakářům z této studie hodnot nižších.

Paquette a Billaut (2017) ve své studii zjišťovali vztah mezi hodnotami VO_2max získanými při zátěžovém testu provedeném na kanoistickém ergometru a výkony při zátěžovém testu na vodě. Výkony při terénních testech na vodě korelovaly s hodnotami VO_2max při pádlování na trenažéru. Ve své studii také prokázali, že je vysoká hodnota VO_2max důležitá pro závodní tratě 500 a 1000 m. Testovaní kanoisté dosahovali podobných hodnot VO_2max jako při naší studii.

Štěrba (2012) předpokládal, že úroveň rozvoje vybraného funkčního parametru VO_2max zjištěná při spiroergometrii na kajakářském ergometru bude ovlivňovat úroveň sportovního výkonu na trati 1000 metrů. Tato hypotéza se Štěrbovi v případě jeho testovaného souboru nepotvrdila. V porovnání s ostatními funkčními parametry, které zkoumal, však zjistil nejvýznamnější statistickou závislost. Přiklání se tedy k faktu, že sportovní výkon na trati 1000 metrů by hodnotou tohoto parametru mohl být kladně ovlivněn. Průměrné hodnoty testovaného parametru VO_2max činily $66,6 \text{ ml.kg.min}^{-1}$, což je oproti našim hodnotám ($52,3 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ při jízdě na vodě a $56,4 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ na trenažéru) značný rozdíl.

Larsson a kol. (2007) zkoumal specifickou tréninku na kajakářském ergometru v rychlostní kanoistice. Snažil se vyzkoumat účinnost a celkový přínos tréninku na kajakářském trenažéru pro celkový výkon na kajaku. Během dvanácti měsíců využívání kajakářského ergometru jako tréninkového prostředku byl zjištěn významný nárůst VO_2max u testovaného souboru. Autoři výzkumu pak vyhodnotili kajakářský trenažér jako vhodný prostředek ke zvyšování výkonnosti a testování vybraných ukazatelů v rychlostní kanoistice. Ze zpětné vazby probandů, kteří absolvovali náš výzkum, můžeme s touto teorií souhlasit.

Musíme však vzít v úvahu, že trénink na kanoistickém trenažéru musí být zařazen pravidelně do sportovní přípravy v rychlostní kanoistice, aby si sportovec na specifičnosti jízdy na trenažéru zvykl a mohl na něm podávat plnohodnotný výkon jako při jízdě na vodě.

Říha (2016) porovnával výsledky spiroergonometrického vyšetření závodníků ve vodním slalomu na klikovém ergometru a při jízdě na kanoi. Ve svých závěrech poukázal na rozdíly mezi pádlováním na kanoi na klidné vodě a testem klikové ergometrie horních končetin. Korelační analýza naměřených hodnot prokázala silnou závislost u 3 ze 6 sledovaných funkčních ukazatelů: DF $r = 0,761$, V_{max} $r = 0,903$, O_2tep $r = 0,921$ u zbývajících třech ukazatelů byla prokázána nízká míra závislosti VO_2max $r = 0,095$, SF $r = 0,552$, VT $r = 0,348$, LA $r = -0,290$. V porovnání s naší studií, kde jsme našli silnou závislost u ukazatelů LA, VO_2max a ANP, tak nenalézáme žádnou shodu výsledků naší práce s tímto výzkumem.

Mnoho autorů zmiňuje ve svých dílech maximální hodnoty spotřeby kyslíku (VO_2max) při zátěžových testech u rychlostních kanoistů. Sekyra (2008) udává u nejlepších kanoistů hodnoty kolem $70 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ a u mužů $80 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Heller (1993) uvádí maximální hodnoty VO_2max u vrcholových rychlostních kanoistů kolem $70\text{-}80 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ a u žen kolem $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Michael a kol. (2008) měřil funkční parametr VO_2max přímo na vodě a maximální spotřeba kyslíku činila v průměru $58 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Wilmore (2005) uvádí maximální hodnoty VO_2max u mužů kanoistů $55,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, u žen pak $48\text{-}52 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Štěrbá (2012) v rámci diplomové práce prováděl měření u šesti českých elitních rychlostních kajakářů na trati 1000 metrů. Kajakáři dosahovali průměrné maximální spotřeby kyslíku $66,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Oproti výše udávaným maximálním hodnotám VO_2max jsme v naší práci dosáhli značně nižších hodnot ($52,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ při jízdě na vodě a $56,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ na trenažéru).

6.3 Vymezení významu práce a její omezení

Výzkum k naší práci proběhl na konci října roku 2017 v dvou po sobě následujících dnech. Termín testování jsme zvolili do probíhajícího přípravného období, kdy jsou kanoisté uprostřed podzimní vytrvalostní přípravy. Je to období, ve kterém byli oslovení ochotni absolvovat testování, aniž by to zásadně omezilo nebo narušilo přípravu. Zároveň jsme chtěli zvolit takové období, kde kanoisté trénují na vodě, avšak část přípravy již absolvují i na

trenažérech a jsou tak zvyklí na specifičnost a odlišnost tohoto stylu pádlování. Výzkumný soubor tvořilo sedm rychlostních kanoistů zařazených, v tu dobu, do seniorského reprezentačního družstva ČR. Jednalo se o sportovce dlouhodobě prokazující vysokou výkonnostní úroveň. Bohužel se nám nepodařilo sehnat více probandů, kteří by se zúčastnili výzkumu a zvýšili by tak relevantnost celého šetření. Hlavní omezení výzkumu tak spatřujeme především v malém testovaném souboru, nízkou venkovní teplotou při zátěžové diagnostice na vodě, která byla mezi 1 – 5°C, a mohla tak ovlivnit výsledky některých parametrů. Při konzultaci s vědeckým pracovištěm CASRI, zabývajícím se sportovní zátěžovou diagnostikou, jsme zjistili, že teplota pod 5°C může zkreslit výsledky měření hladiny krevního laktátu. Pro další výzkum doporučujeme nastavit odporovou sílu na trenažéru na vyšší hodnotu, jelikož probandi při zátěžovém testu na ergometru dosahovali mnohem vyšších frekvencí pádlování než na vodě. Práci, které porovnávají zátěžové testy na vodě a na pádlovacím trenažéru, jsme našli několik. Bohužel byly všechny výzkumy realizované na kajaku a pro kanoisty tak nemusí být validní. I přes malý výzkumný soubor, limitující hodnověrnost našeho výzkumu, doufáme, že naše práce bude přínosem. Terénní či laboratorní spiroergometrie při pádlování by mohla přispět k lepší kontrole a řízení tréninku v rychlostní kanoistice, jelikož znalost hodnot funkčních ukazatelů významně pomáhá k určování intenzit tréninku a kvalitě řízení celého tréninkového procesu.

7. ZÁVĚRY

Cílem práce bylo porovnat a zjistit vztah mezi výsledky aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na kanoi a při pádlování na kanoistickém trenažéru v rychlostní kanoistice. Výsledky práce prokázaly určitou podobnost u některých fyziologických parametrů analyzovaných během stupňovaného zátěžového testu na kanoi a na pádlovacím trenažéru. U čtyř ze sedmi zkoumaných funkčních ukazatelů výkonu byla zjištěna statisticky významná míra korelace, a to u výsledných hodnot hladiny krevního laktátu LA ($r = 0,810$), relativní maximální spotřeby kyslíku $VO_2\max$ ($r = 0,888$), plicní ventilace VE_{\max} ($r = 0,976$) a anaerobního prahu ANP ($r = 0,839$). U funkčních ukazatelů hodnot dechové frekvence, maximální srdeční frekvence a respiračního kvocientu jsme statisticky významný vztah mezi oběma testováními nenašli. Rozpětí rozdílů mezi výslednými hodnotami činilo 0 – 12,09 %. Výsledky naší studie naznačují, že by zátěžová diagnostika při jízdě na vodě mohla být v určitých parametrech nahrazena zátěžovou diagnostikou při jízdě na pádlovacím trenažéru. U důležitých fyziologických ukazatelů nutných pro kontrolu trénovanosti a řízení tréninkového procesu (hodnota $VO_2\max$, hodnota SF při ANP, maximální plicní ventilace, hodnota krevního laktátu) jsme kromě hodnoty SF \max našli statisticky významný vztah mezi výsledky obou testování. Zkoumané parametry dechová frekvence a respirační koeficient, u kterých jsme statistickou závislost neprokázali, nejsou v běžné praxi řízení tréninkového procesu v hojně míře využívány. Dechová frekvence při pádlování na kanoi je úzce spjata s frekvencí pádlování kanoisty, na jeden záběrový cyklus připadá jeden dechový cyklus (nádech – výdech). Při pádlování na trenažéru kanoisté dosahovali vyšší frekvence pádlování, než při jízdě na vodě. Ze zpětné vazby probandů jsme zjistili, že při testu na vodě nebyli schopni dosáhnout maximálního úsilí na konci testu, a to z důvodu nízké venkovní teploty. Výsledky většiny ukazatelů tak na trenažéru vykazovaly vyšší hodnoty než u testu na vodě.

Terénní zátěžová diagnostika při jízdě na kanoi není celoročně využitelná, protože je její aplikace závislá na mnoha exogenních faktorech, jako je teplota prostředí, povětrnostní podmínky, či stav vody. Tyto faktory pak mohou ovlivnit a zkreslit průběh celého měření. Proto jsme chtěli vyřešit otázku, zda je možné alternovat terénní zátěžovou diagnostiku na vodě laboratorní zátěžovou diagnostikou na pádlovacím trenažéru, kde jsou vždy stále homogenní podmínky a nejsou zde faktory, které by mohly zkreslovat průběh a výsledky měření. Laboratorní spiroergometrické testování, při specifické činnosti pádlování na trenažéru, poskytuje nové možnosti kontroly funkčních ukazatelů výkonu a mohlo by se stát

součástí diagnostických metod pro kontrolu trénovanosti a významnou měrou přispět k efektivnějšímu řízení tréninkového procesu v rychlostní kanoistice (Busta, 2015).

Výsledky korelační analýzy prokázaly statisticky významný vztah u čtyř ze sedmi testovaných fyziologických ukazatelů. To nám dává naději, že by aerobní zátěžová diagnostika na pádlovacím trenažéru mohla sloužit jako alternativa k aerobní diagnostice při jízdě na kanoi. Musíme však vzít v potaz, že naší studii tvořil pouze malý výzkumný soubor, a tak tyto výsledky nelze nijak zobecňovat.

Seznam literatury

1. ACKLAND, T. et kol. *Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. Journal of Science & Medicine in Sport.* 2003, roč. 6, č. 3, s. 285-294. ISSN 14402440
2. BALLOVÁ, K. *Posouzení změn výsledků Wingate testu horních končetin v jednotlivých obdobích ročního tréninkového cyklu rychlostních kanoistů.* Praha, 2007. 64 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Milan Bílý.
3. BARTON, G. *Rychlostní kanoistika a systém tréninku Grega Bartona.* Praha: OLYMPIA, 2002. 40 s.
4. BERNACIKOVÁ, M.; MNOVOTNÝ, J.; KAPOUNKOVÁ K. *Fyziologie sportovních disciplín - Rychlostní kanoistika.* [online]. 2010 [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/voda-kanoe-rychlo.html>
5. BÍLÝ, M., BUSTA, J., KOVÁŘOVÁ, L. *Porovnání výsledků funkčního zátěžového testu do vita maxima při jízdě na slalomovém kajaku a klikové ergometrii u elitních českých kajakářů.* Česká kinantropologie, vol. 20, no. 1, 2016. ISSN 1211-9261
6. BORKOVCOVÁ, Š. *Porovnání zátěžových testů na klikovém ergometru s dosahovanými výsledky v rychlostní kanoistice.* Praha, 2005. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Milan Bílý.
7. BUGLIONE, A., LAZZER, S., COLLI, R., INTROINI, E., DI PRAMPERO, P.E. *Energetics of best performances in elite kayakers and canoeists.* Medical and Science in Sports Exercices. 2011. 43(5), 877-884. ISSN: 0195-9131
8. BUSTA, J. *Porovnání výsledků aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na kajaku v bazénu s protiproudem s ergometrií horních končetin.* Praha, 2013. Bakalářská práce na UK FTVS. Vedoucí bakalářské práce Milan Bílý.
9. BUSTA, J. *Porovnání výsledků aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na slalomovém kajaku s výsledky klikové ergometrie horních končetin.* Praha, 2015. 64 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Milan Bílý.
10. CARRASCO, P. L. a kol. *Reliability and validity of a discontinuous graded exercise test on Dansprint ergometer.* Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/ Science, movement and health, 2010, roč. 10, č. 2. s. 148-150.
11. CARRE, F., DASSONVILLE, J., BEILLOT, J., PRIGENT, J., ROCHCONGAR, P. *Use of oxygen uptake recovery curve to predict peak oxygen uptake in upper body exercise.* European Journal of Applied Physiology. Vol. 69, Issue 3. New York: 1994, s. 258 –261. ISSN 1439-6319

12. CORTEX MEDICAL Leipzig. *CORTEX Biophysik GmbH* [online]. 2015 [cit. 2017-11-16]. Dostupné z: <http://cortex-medical.de/METAMAX-3B-en.htm>
13. DANSPRINT. *The Dansprint kayak ergometer* [online]. 2015 [cit. 2017-11-16]. Dostupné z: <http://www.dansprint.com/uk/DANSPRINT-ERGOMETERS.html>
14. DOKTOR, M. *Technika a taktika pádlování v rychlostní kanoistice - disciplína C1*. Praha, 2001. 80 s. Diplomová práce na FTVS UK. Vedoucí diplomové práce Milan Bílý.
15. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia Praha, 2002. 333 s. ISBN 80-7033-760-5.
16. EVANGELU, J. E., NEUBAUER, J. *Testy pro personální práci: Jak je správně vytvářet a používat*. Praha: Grada Publishing, 2014. 144s. ISBN 978-80-247-5056-9.
17. FEJFAR, Z., PŘEROVSKÝ, I. *Klinická fyziologie krevního oběhu*. Vyd. 3. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-130-0
18. FRY, W. R., MORTON, A. R. *Physiological and kinanthropometric attributes of elite flatwater kayakists*. *Medical Science Sports Exerc*, 1991, roč. 23, č. 11, s. 97-101.
19. HAMAR, D. *Typológia svalových vláken*. In *Telovýchovnolekarske vademekum*. Bratislava: Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva, 2005. ISBN: 80-969446-9-4.
20. HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003. 203 s. ISBN 80-718-4875-1.
21. HELLER, J. *Kanoistika In Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 1. díl*. Praha: FTVS UK, Karolinum, 1993. s. 88-99. ISBN: 80-7066-816-6.
22. HELLER, J., VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1976-7.
23. HENDL, J. *Přehled statistických metod: analýza a mataanalýza dat*. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0200-4.
24. CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha: Olympia, 1991. ISBN 80-7033-099-6.
25. JANSÁ, P. *Pedagogika sportu*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2012. 226 s. ISBN 978-802-4620-268.
26. JEŽEK, T. *Rychlostní kanoistika: metodické materiály*. Praha: Olympia, a.s., 2003. s. 119.

27. KOHLÍKOVÁ, E. *Fyziologie člověka. Učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze*. Praha: Univerzita Karlova v Praze Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2004. 161s. ISBN 80-86317-31-5
28. KRAČMAR, B. *Kineziologická analýza sportovního pohybu*. Habilitační práce. Praha: UK FTVS, 2002.
29. LARSSON, B. a kol. *A new kayak ergometer based on wind resistance* [online]. 2007, [cit.2017-11-15]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140138808966820>
30. LI, Y. *Energetics in Canoe Sprint*. Leipzig, 2015. Disertační práce na Sportwissenschaftlichen Fakultät der Universität Leipzig. Vedoucí práce Ulrich Hartmann.
31. MÁRA, P. *Určení vztahu spiroergometrického vyšetření při jízdě na rychlostní kanoi a na klikovém ergometru*. Praha, 2017. 52 s. Bakalářská práce na UK FTVS. Vedoucí práce Milan Bílý.
32. MAREŠ, J. *Školení trenérů III. Třídy / rychlostní kanoistika*. Praha: ČSK, Olympia, 2003.
33. MERKUNOVÁ, A., OREL, M. *Anatomie a fyziologie člověka*. Praha: Grada, 2008. ISBN 80- 2471-521-6
34. MICHAEL, J., ROONEY, K. a SMITH, R. *The metabolic demands of kayaking*. *Journal of Sports Science & Medicine* [online]. 2017-03-01, [cit. 2017-05-12]. Dostupné: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3763332>
35. NETOLICKÁ, V. *Testy normality*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci : Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky, 2008.
36. NIELSEN, P., KELLERMAN, R. *Rowing and Sports* [online]. 2017, [cit.2017-11-12]. Dostupné z: <http://www.nkhome.com/rowing-sports-products/rowing-performance/speedcoach-gps-model-2>
37. PAQUETTE, M., BILLAUT, F. *Muscle Oxygen Extraction is a Key Performance Adaptation in Sprint Canoe-Kayak*. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online] 5/ 2017, [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: http://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2017/05001/Muscle_Oxygen_Extraction_is_a_Key_Performance.2705.aspx.

38. ŘÍHA, M. *Porovnání výsledků spiroergometrického vyšetření závodníků ve vodním slalomu na klikovém ergometru a při jízdě na kanoi*. Praha, 2016. Bakalářská práce na UK FTVS. Vedoucí bakalářské práce Milan Bílý.
39. SEKYRA, J. *Laktátová křivka*. Sportvital. [online] 12. 07. 2016, [cit. 2017-04-17].
Dostupné z: <http://www.sportvital.cz/rejstrik/l/laktatova-krivka>
40. SEKYRA, J. *Měřené parametry při spiroergometrickém vyšetření*. Sportvital. [online] 28. 10. 2010, [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: <http://www.sportvital.cz/sport/merene-parametry-pri-spiroergometrickem-vysetreni>
41. SELIGER, V., CHOUTKA, M. *Fyziologie sportovní výkonnosti* 1. vyd. Praha: Olympia, 1982. 120 s.
42. SHARKEY, B. *Coaches guide to sport physiology*. Champaign: Human Kinetics, 1986. 100s.
43. SCHNEIDERKA, Petr a kol. *Kapitoly z klinické biochemie*. 2. vydání. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0678-X.
44. SITKOWSKI, D. *Some indices distinguishing Olympic and World medalists in sprint kayaking*. Biology of Sport. [online] 2/2002, [cit. 2017-07-09]. s. 133-147.
45. SZANTO, C. *Racing Canoeing*. Beijing, China: ICF, 1997.
46. ŠTĚRBA, J. *Porovnání výsledků zátěžových testů na kajakářském ergometru s dosahovaným výkonem v rychlostní kanoistice*. Praha, 2012. Diplomová práce na FTVS UK v Praze. Vedoucí práce Milan Bílý.
47. ŠVARCOVÁ, H. *Terénní vyšetřování anaerobního prahu u rychlostních kanoistů*. Praha, 2008. Diplomová práce na FTVS UK v Praze. Vedoucí práce Milan Bílý.
48. VÁVRA, M. *Základní informace o rychlostní kanoistice*. [online]. 2013, [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: <https://www.kanoe.cz/sporty/rychlostni-kanoistika/co-je-rychlostni-kanoistika>
49. WILMORE, J.H. and COSTILL, D.L. *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, 2005. 3. vydání.
50. ZVONAŘ, M.; DUVAČ, I. *Antropomotorika pro magisterský program Tělesná výchova a sport* [online]. 2011. [cit. 2017-09-12] Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1451/jaro2013/bp1053/45110955/Skripta_Antropo_Mgr_2011.pdf

Přílohy

Příloha č. 1: Potvrzený formulář etickou komisí

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Porovnání fyziologických ukazatelů při jízdě na kanoi a pádlovacím trenažéru.

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: prosinec 2016 – leden 2017

Předkladatel: Radek Miškovský

Hlavní řešitel: Radek Miškovský

Spoluřešitel(é):

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Milan Bílý, Ph.D.

Název grantu:

Popis projektu: Cílem projektu je zjistit vztah mezi výsledky aerobní zátěžové diagnostiky 7 elitních rychlostních kanoistů při pádlování na klidné vodě a při pádlování na kanoistickém trenažéru, dále pak změřit úroveň hladiny laktátu bezprostředně po zátěži.

K získání funkčních hodnot fyziologických ukazatelů bude v obou případech využito spiroergometrické zařízení Cortex Metamax 3B a sporttester Polar RS 800.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: Testy budou provedeny za standardních podmínek. Jedna z využitých metod je invazivní – jedná se o odběry kapilární krve pro zjištění hodnot laktátu, bude provádět proškolený zdravotník z laboratoře BML UK FTVS. Všechny odběry budou prováděny standardním postupem pro odběr biologického materiálu. Rizika nebudou vyšší než běžná rizika při běžné tréninkové jednotce v daném sportovním odvětví.

Etické aspekty výzkumu: Účastníci jsou plnoletí. Osobní data budou anonymizována. Získaná data budou zpracovávána a uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci a v odborných časopisech. Osobní data jednotlivých probandů budou po ukončení výzkumu smazána.

Informovaný souhlas: příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne 24. 11. 2016

Podpis předkladatele: 

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová


Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 181/2016

dne: 5. 12. 2016

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
razítko UK FTVS


podpis předsedkyně EK UK FTVS

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); [Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování](#) (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a [Úmluva o lidských právech a biomedicině](#) č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas k výzkumu funkčních hodnot fyziologických ukazatelů u sedmi elitních českých rychlostních kanoistů v rámci Diplomové práce s názvem **Porovnání fyziologických ukazatelů při jízdě na kanoi a pádlovacím trenážéru** realizovaného na UK FTVS.

Cílem výzkumu je porovnání výsledků aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na rychlostní kanoi a při jízdě na kanoistickém trenážéru.

V rámci výzkumu absolvujete šestiminutového testu na kanoi s postupným zvyšováním rychlosti až do úplného maxima. Předpokládaná doba testu i se zahřátím a instalací přístrojů je cca 30 minut. Dva až tři dny poté se tento test uskuteční znovu na kanoistickém trenážéru. K získání funkčních hodnot fyziologických ukazatelů bude v obou případech využito spiroergometrické Cortex Matamax 3B a sporttester Polar RS 800.

Testy budou provedeny za standardních podmínek. Bude Vám odebrán vzorek o kapilární krve pro zjištění hodnot laktátu, odběr provede proškolený zdravotník z laboratoře BML UK FTVS. Všechny odběry budou prováděny standardním postupem pro odběr biologického materiálu.

Podepsáním tohoto souhlasu potvrzujete, že jste aktuálně v dobrém zdravotním stavu a v dobré fyzické kondici.

Rizika spojená s testováním nejsou vyšší, než je běžné u tohoto typu testů. Průběh testu se shoduje s průběhem běžného tréninku v přípravném období (období, ve kterém bude testování probíhat).

Očekáváme, že nám tato práce odhalí míru podobnosti výsledků vyšetření na kanoistickém trenážéru v neměnných podmínkách, s výsledky tohoto vyšetření aplikovaného v terénu, přímo na kanoi. Získaná data budou zpracovávána a uchována v anonymní podobě a publikovaná výhradně v diplomové práci.

S celkovými výsledky a závěry výzkumu se může proband seznámit přímo v hotové diplomové práci. Odměna nebude nabídnuta.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Radek Miškovský Podpis:.....

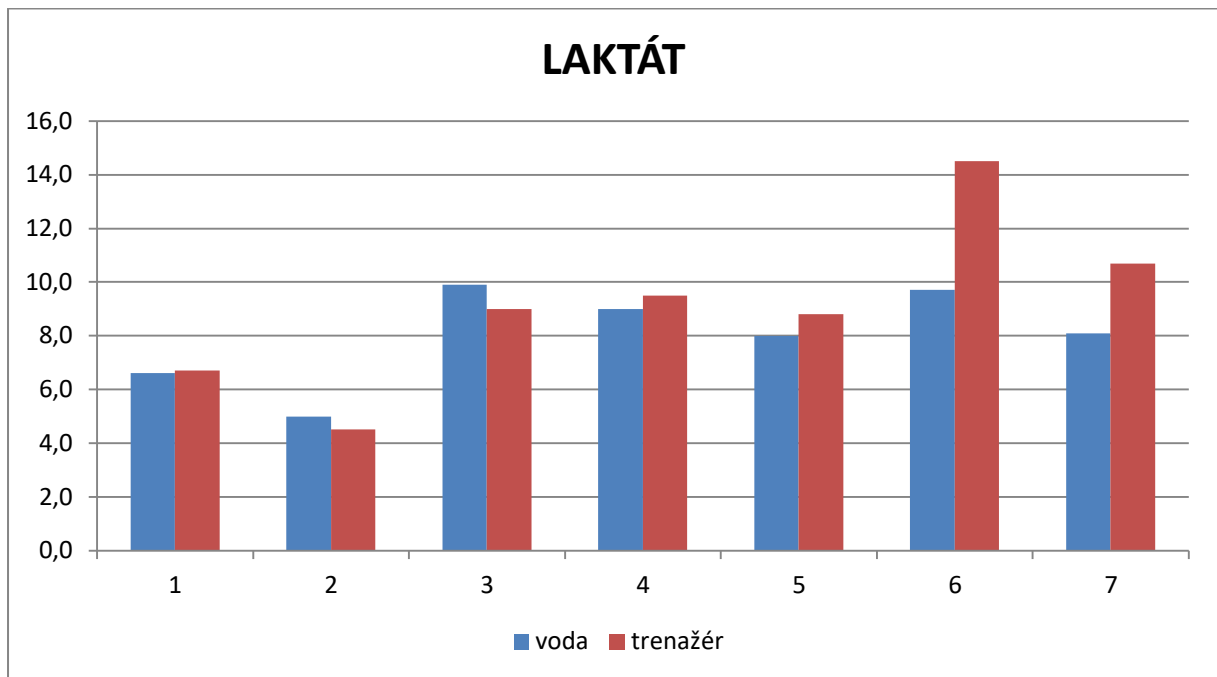
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Podpis:.....

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

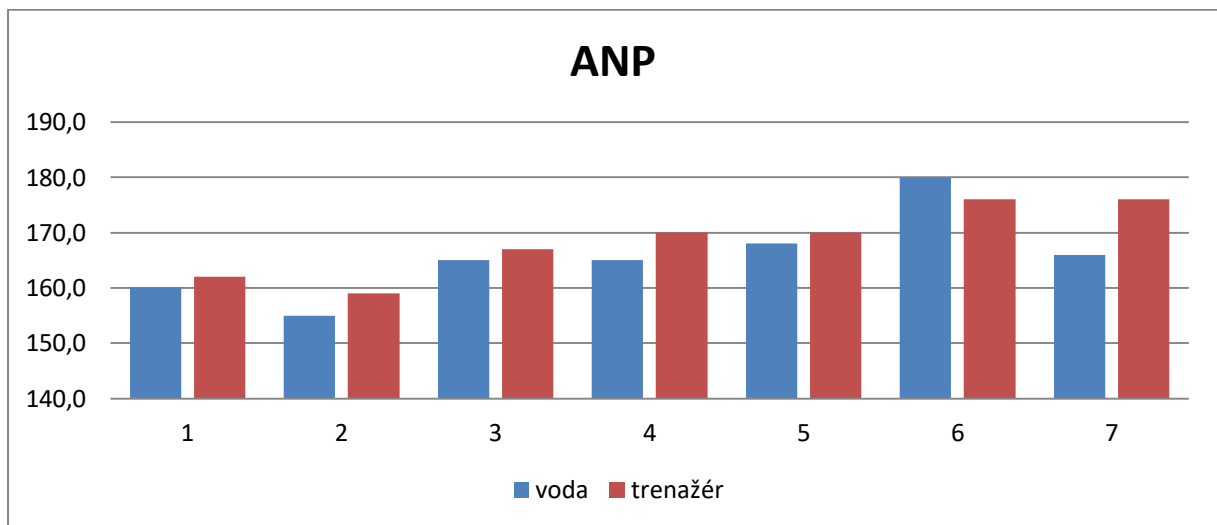
Místo a datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

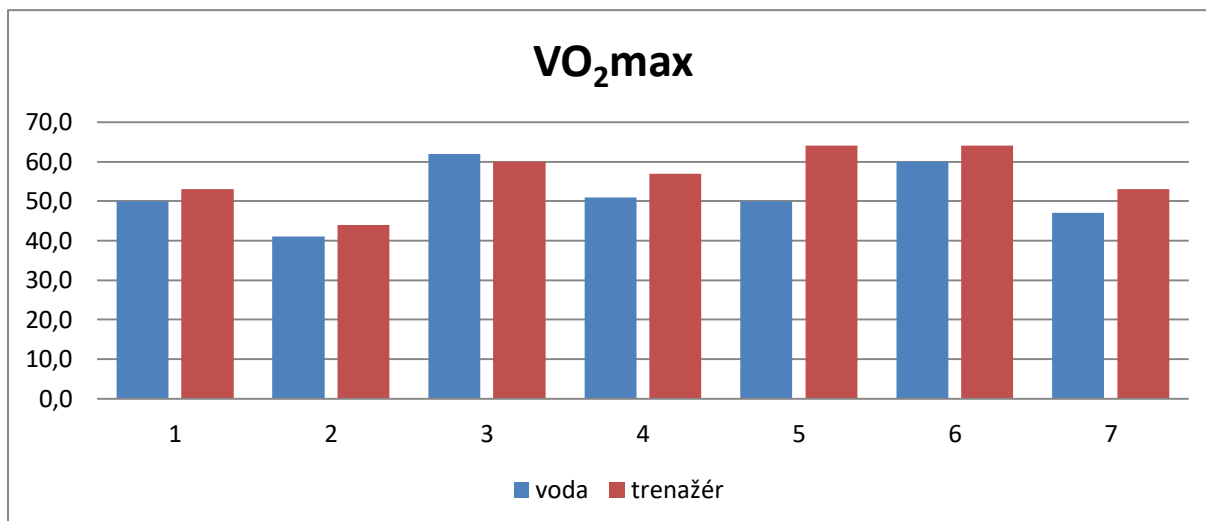
Příloha č. 3: Porovnání hodnot laktátu při jízdě na vodě s pádlováním na trenažéru



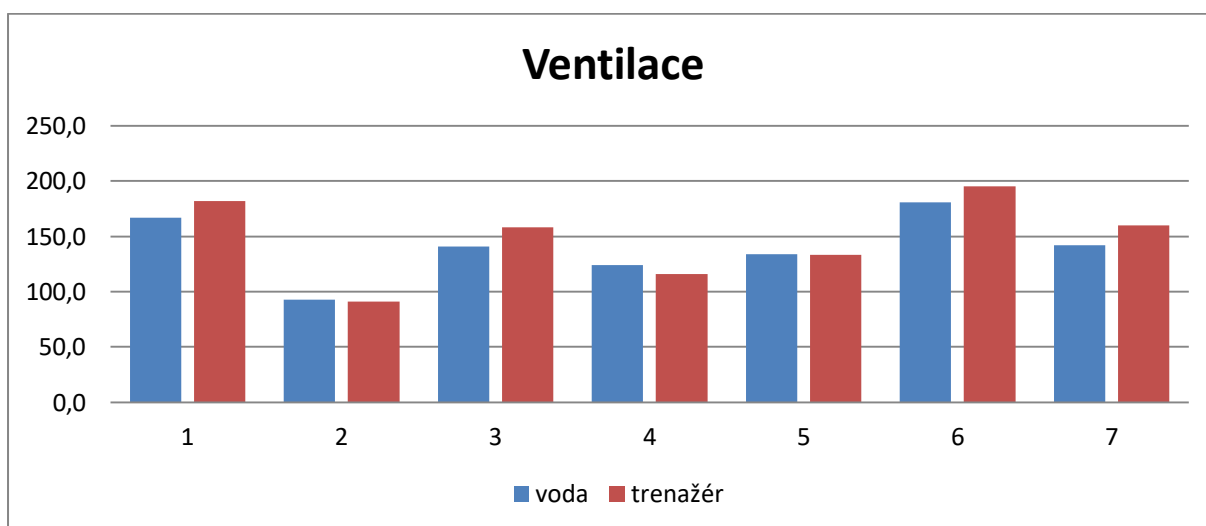
Příloha č. 4: Porovnání hodnot ANP při jízdě na vodě s pádlováním na trenažéru



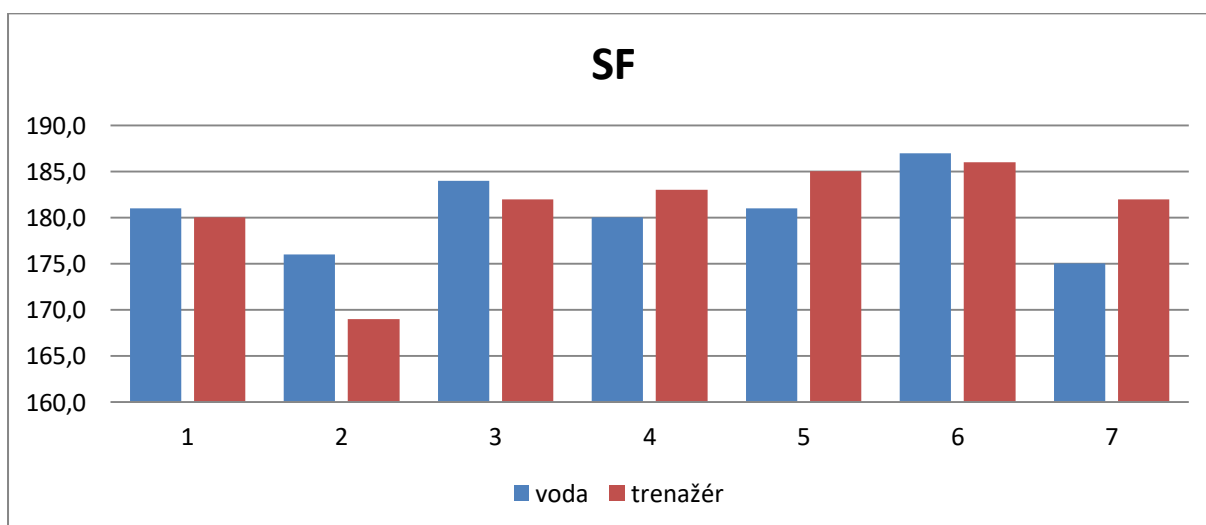
Příloha č. 5: Porovnání hodnot VO₂max při jízdě na vodě s pádlováním na trenažéru



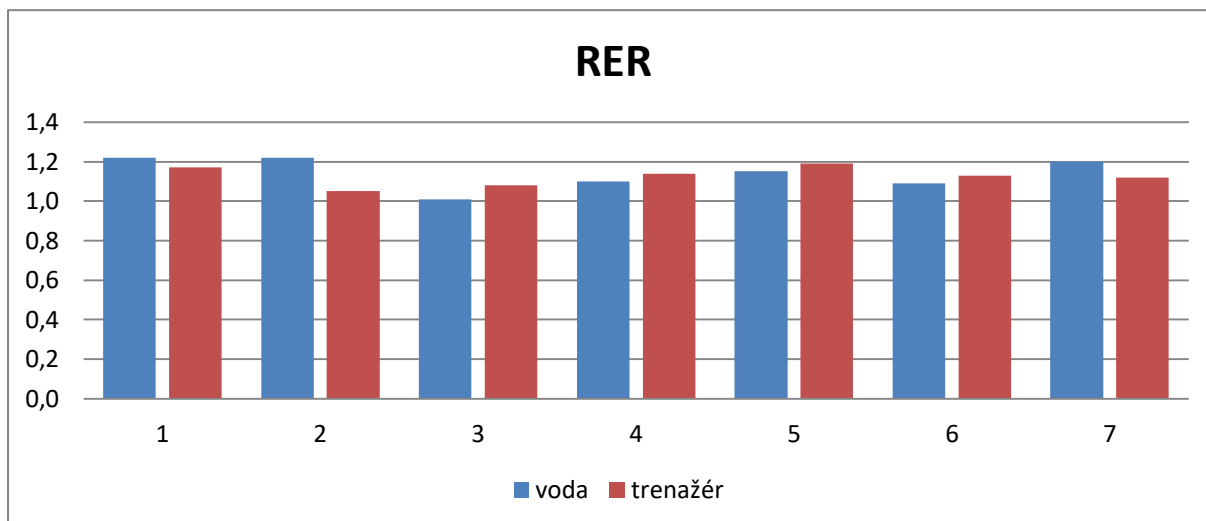
Příloha č. 6: Porovnání hodnot Ventilace při jízdě na vodě s pádlováním na trenažéru



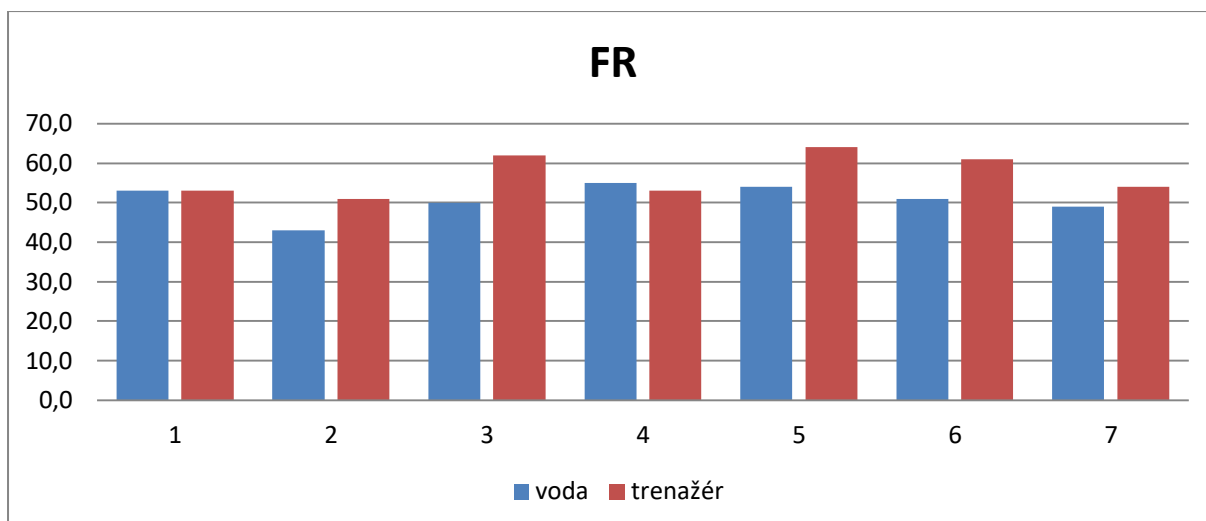
Příloha č. 7: Porovnání hodnot SF při jízdě na vodě s pádlováním na trenažéru



Příloha č. 8: Porovnání hodnot RER při jízdě na vodě s pádlováním na trenažéru



Příloha č. 9: Porovnání hodnot frekvence respirace při jízdě na vodě s pádlováním na trenažéru



Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Technické parametry lodí v rychlostní kanoistice

Tabulka č. 2: Fyziologické parametry během sportovního výkonu na kanoi 1000 m

Tabulka č. 3: Maximální hodnoty vybraných fyziologických parametrů při testu do maxima

Tabulka č. 4: Podíl rychlých a pomalých vláken ve svalech u rychlostních kanoistů

Tabulka č. 5: Schéma periodizace ročního tréninkového cyklu v rychlostní kanoistice

Tabulka č. 6: Hodnoty $VO_2\max$ dle sportovního odvětví

Tabulka č. 7: Nejvyšší naměřené hodnoty relativního $VO_2\max$ (ml/kg.min) elitních sportovců

Tabulka č. 8: Charakteristika výzkumného souboru

Tabulka č. 9: Rychlostní zóny stanovující intenzitu zatížení pro zátěžové testy

Tabulka č. 10: Výsledky testu normality dat

Tabulka č. 11: Výsledky stupňovaného zátěžového testu při jízdě na kanoi

Tabulka č. 12: Výsledky stupňovaného zátěžového testu při na kanoistickém trenažéru

Tabulka č. 13: Porovnání výsledků jízdy na vodě s pádlováním na trenažéru

Tabulka č. 14: Korelační analýza jednotlivých funkčních ukazatelů v zátěžových testech

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: Nejvíce zatěžované svaly v rychlostní kanoistice

Obrázek č. 2: SpeedCoach GPS

Obrázek č. 3: Kanoista připojený na spiroergometrický přístroj Cortex Metamax 3B

Obrázek č. 4: Cortex Metamax 3B

Obrázek č. 5: Cortex Metamax 3B

Obrázek č. 6: Kanoista směřující na start stupňovaného zátěžového testu na vodě

Obrázek č. 7: Odběr laktátu 3 minuty po dojetí zátěžového testu

Obrázek č. 8: Kanoistický trenažér firmy Dansprint

Obrázek č. 9: Kanoista během testu na trenažéru

Obrázek č. 10: Připevňování přístroje Metamax 3B laborantkou na testovaného kanoistu

Seznam grafů:

Graf č. 1: Podíl aerobního a anaerobního krytí během výkonu na 500m

Graf č. 2: Podíl aerobního a anaerobního krytí během výkonu na 1km

Graf č. 3: Složky tréninku v ročním tréninkovém cyklu

Graf č. 4: Laktátová křivka, aerobní a anaerobní práh