UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Komparace výsledků diagnostických metod anaerobních prahů ve veslování

Vedoucí diplomové práce:
PhDr. Milan Bílý Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Andre Rédr

Praha, Prosinec 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením PhDr. Milana Bílého, Ph.D. a uvedl všechny použité literární a odborné zdroje. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 9.12.2020

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 svému vedoucímu práce PhDr. Milanu Bílému Ph.D. za odborné vedení, rady, připomínky a konzultace k diplomové práci. Dále bych chtěl poděkovat veslařům, přátelům z řad probandů, kteří svou účastí přispěli této práci. Velké díky má MUDr. Veronika Bartoňová, která provedla profesionálně odběry kapilární krve. V neposlední řadě děkuji své blízké rodině, která mě velmi podporovala.

Abstrakt

Název: Komparace výsledků metod diagnostiky anaerobních prahů ve veslování

Cíl: Cílem práce je porovnat nejpoužívanější metody diagnostiky anaerobních prahů na veslařském trenažéru.

Metody: Diplomová práce je kvantitativním empirickým výzkumem. K porovnání diagnostik byl využit veslařský trenažér Concept 2, který byl použit jako prostředek k vyhodnocení pěti typů testových metod diagnostiky anaerobního prahu, respektive šestého kontrolního testu. Vybrané funkční hodnoty byly zjištěny pomocí sporttesteru garmin fenix 6 a laktátoměru Lactate scout. K vyhodnocení testů laktátových křivek jsme použili exponenciální regresy v programu MS Excel. Homogenní soubor tvořilo 10 klubových veslařů ($n = 10$).

Výsledky: Pro analýzu dat jsme využili základní statistické metody, párový t-test a korelační analýzu (Pearsonův korelační koeficient). Při porovnání funkčních hodnot sledovaných diagnostik jsme zjistili, že sestupný časový protokol laktátové křivky byl nejpřesnější ze všech ostatních metod diagnostiky anaerobního prahu ke kontrolnímu dvaceti minutovému testu. Porovnávané funkční hodnoty ostatních testů s testem kontrolním vykazovaly statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p \leq 0{,}05$. Ostatní používané metody diagnostik anaerobního prahu jsou nadhodnoceny především u hodnot výkonu k sestupnému časovému protokolu laktátové křivky, který je statisticky vysoce významného rozdílu $p \leq 0{,}01$. U sestupného časového protokolu laktátové křivky byla nalezena vysoká míra závislosti k tepové frekvenci a hodnotě laktátu ($r \geq 0{,}8$). Výsledky naší studie naznačují, že sestupný časový protokol by mohl být pro přesnější diagnostiku individuálních anaerobních prahů nejvhodnější.

Klíčová slova: veslování, veslařský trenažér, individuální anaerobní práh, laktát, laktátová křivka, časový protokol, tepová frekvence

Abstract

Title: The Comparison of Results of Diagnostic Methods of Anaerobic Thresholds in Rowing

Aims: The aim of the work is to compare the most used diagnostic methods of anaerobic thresholds on a rowing machine.

Methods: This diploma thesis is a quantitative empirical research. To compare diagnostic data was used the Concept 2 rowing machine. The rowing machine was also used as an instrument for evaluation of five types of test methods for the anaerobic threshold diagnostics and the sixth control test, respectively. Exanimated functional values were determined using a HR monitor Garmin Fenix 6 and a Lactate scout lactometer. Exponential regressions in MS Excel were used to evaluate lactate curve tests. The homogeneous sample group consisted of 10 club rowers (n = 10).

Results: We used basic statistical methods for data analysis, paired t-test, and correlation analysis (Pearson's correlation coefficient). Comparing the functional values of the monitored diagnostics, we found that the descending time protocol of the lactate curve was the most accurate methods of anaerobic threshold diagnostics for the control twenty-minute test. The compared functional values of other tests against the control test showed a statistically significant variation at the level of significance $p \leq 0.05$. Other used methods of anaerobic threshold diagnostics are overestimated especially for performance values for the descending time protocol of the lactate curve, which is a statistically highly significant variation $p \leq 0.01$. A high level of dependence on heart rate and lactate value ($r \geq 0.8$) was found in the descending time protocol of the lactate curve. The results of the study suggest that a descending time protocol might be the most appropriate for a more accurate individual anaerobic thresholds diagnostics.

Key words: rowing, rowing machine, individual anaerobic threshold, lactate, lactate curve, time protocol, heart rate

Obsah

Úvod....10
1 Současný stav problematiky doma a v zahraničí.... 12
1.1 Charakteristika veslování.... 12
1.2 Sportovní výkon a struktura sportovního výkonu ve veslování.... 14
1.4 Energetické zdroje krytí při výkonu na 2 000 m ve veslování.... 17
1.5 Členění dle energetického krytí....19
1.5.1 Aerobní práh.... 19
1.5.2 Anaerobní práh.... 19
1.6 Glykolýza....20
1.6.1 Laktát....22
1.6.1 Současné metodiky měření laktátu.... 23
1.7 Metody diagnostiky měření anp ve veslování.... 24
1.7.1 Invazivní metoda....25
1.7.2 Neinvazivní metody....26
1.8 Ověřování hodnot ANP....28
2 Praktická část.... 29
2.1 Cíl a úkoly práce....32
2.1.1 Cíl práce....32
2.1.2 Výzkumná otázka....32
2.1.3 Hypotézy práce.... 32
2.1.4 Úkoly práce....32
3 Metodika práce....33
3.1 Stanovení výzkumné situace....33
3.2 Charakteristika souborů....35
3.4 Metody získávání dat....36
3.5 Metody zpracování a vyhodnocení dat.... 38
3.6 Vyhodnocení získaných dat....41
4. Výsledky práce....43
4.1 Výsledky probanda č.1.... 44
4.2 Výsledky probanda č. 2.... 45
4.3 Výsledky probanda č. 3.... 46
4.4 Výsledky probanda č. 4.... 47
4.5 Výsledky probanda č. 5.... 48
4.6 Výsledky probanda č. 6.... 49

4.7 Výsledky probanda č. 7 50
4.8 Výsledky probanda č. 8 51
4.9 Výsledky probanda č. 9 52
4.10 Výsledky probanda č. 10 53
4.11 Průměrné výsledky všech probandů 54
5 Statistické vyhodnocení dat 57
5.1 Shrnutí výsledků 60
6 Diskuze 63
7 Závěr 66
Seznam literatury 68
Přílohy: 73

Seznam zkratek a značek

kcal.g-1 – kilokalorie na 1 gram

ATP – adenozintrifosfát

ADP – adenozindifosfát

COOH – karboxylová skupina

NH2 – amino skupina

H3PO4 – kyselina fosforečná

CO2 – oxid uhličitý

H2O – voda

VKK – vyšší karboxylové kyseliny

C – uhlík

CoA – koenzym A

NADH - nikotinamid adenin dinukleotid

NADPH - nikotinamid adenin dinukleotid fosfát

FADH2 – flavín adenín dinukleotid

VO2max – maximální spotřeba kyslíku

mmol.l-1 - milimol na 1 litr

l.min-1 – litr za minutu

ml.min-1.kg-1 – mililitr za minutu na 1 kilogram

W – watt

IAP – individuální aerobní práh

IANP – individuální anaerobní práh

min – minuta

4ČPLK - 4 – min časový protokol laktátové křivky

5ČPLK - 5 – min časový protokol laktátové křivky

SČPLK – Sestupný časový protokol laktátové křivky

ConcT – Conconiho test

TVANP – Teoretický výpočet anaerobního prahu

20KT – 20 min kontrolní test

Úvod

Předmětem diplomové práce je diagnostika anaerobního prahu různými metodami. Hlavní a určující vliv na tvoření tréninkové jednotky má především kontrolní diagnostika trénovanosti v průběhu ročního makrocyklu, proto jsou stále vyšší nároky na přesnost a jednoduchost pro aplikaci v tréninkové jednotce.

Význam tématu, na které se tato diplomová práce zaměřuje, spočívá zejména v aktuální problematice veslařské diagnostiky anaerobních prahů. Trenéři jsou zodpovědní za materiály výsledných diagnostik, se kterými dále pracují v podobě tréninkové jednotky. Proto musí být obezřetní, do jakých tréninkový intenzit, objemů a frekvence jednotku zařadí. Pro trenéry jde tedy o velmi nelehký úkol, jelikož praktická zkušenost z tréninkového prostředí nám ukazuje vysoké individuální nepřesnosti v diagnostikách měření anaerobních prahů. Často trenéři pracují s dokonalými výsledky anaerobních prahů svých svěřenců, které ovšem končí první den, kdy je tréninková jednotka realizovaná. Po zásahu do tréninkové jednotky kvůli diagnostice zjistíme, že jsou často tyto hodnoty příliš vysoké a svěřenci je nedokáži udržet.

Toto téma je hodně diskutovaným problémem ve veslařském světě. S nadhodnocenými výsledky prahů se setkáváme každé kontrolní období. Za mého působení v reprezentačním týmu jsem se s tímto tématem setkal osobně, a to několikrát, přímo v tréninku. Nebyla to však chyba trenéra, ani laboratorních pracovníků v diagnostickém centru Národního sportovního centra, ale nastaveným testem časového protokolu diagnostiky anaerobního prahu.

V diplomové práci budu navazovat na svou bakalářskou práci a další zahraniční zdroje zabývající se tímto problémem. Budu se zde snažit osvětlit výše zmiňované téma především pro trenérskou veřejnost tak, aby měli co nejlepší přehled o tomto aktuálním stavu.

Diplomová práce je rozdělena do dvou části. Teoretická část je podložená literaturou v dané oblasti výzkumu. Krátce se zde věnujeme charakteristice veslování a jeho bohaté historii. Dále je zde představena struktura sportovního výkonu na dva tisíce metrů a biochemický rozbor krytí právě v této distanci. Následují kapitoly o definici aerobního, anaerobního prahu a laktátu, metodice jejich měření s problematikou odebírání kapilární krve invazivními metodami. Jsou zde popsány především nejvíce používané metody tohoto měření a jejich ověřování v praktickém tréninku.

V praktické části se zabýváme porovnáním pěti vybraných metod diagnostiky anaerobního prahu na veslařském trenažéru, které podrobíme komparaci s dvaceti minutovým testem ve vybraných funkčních ukazatelích.

Cílem diplomové práce bylo zjistit, která vybraná metoda diagnostiky anaerobního prahu je nejpřesnější k funkčním ukazatelům dvaceti minutového testu na veslařském trenažéru. Zároveň měla poukázat na individuální nadhodnoty anaerobního prahu v současně nejvíce používaných metodách diagnostik.

1 Současný stav problematiky doma a v zahraničí

1.1 Charakteristika veslování

Sportovní činnost veslování se vykonává na řekách, jezerech, rybnících nebo umělých kanálech. Veslařské uměle vytvořené kanály představují komplexní zařízení se speciální závodní dráhou vyznačenou barevnými bójkami, tzv. albáno. Tyto dráhy byly poprvé zřízeny pro OH v Římě roku 1960. Délka závodních drah je rozdělena dle věkových kategorií, a to od 500m do 2 000m (viz Tabulka č. 1). Proto je nutné, aby byl veslařský kanál v minimální délce 2 200m.

Tabulka č. 1: Název kategorií, věková rozmezí a délky závodů.

Kategorie	Zkratka	Věk	Délka závodu
Mladší žáci, mladší žákyně	žcim, žkym	11-12 let	500 m
Starší žáci, starší žákyně	žcis, žkym	13-14 let	1000 m
Dorostenci, dorostenky	dci, dky	15-16 let	1500 m
Junioři, juniorky	jři, jky	17-18 let	2000 m
Senioři B, seniorky B	m senB, ž senB	19-22 let	2000 m
Senioři, seniorky	m,ž	19 a starší	2000 m
Muži masters, ženy masters	mM, žM	27 a starší	1000 m

V současné době se veslování začalo praktikovat i v podobě halového sportu, a to na veslařských trenažérech. Ty jsou hojně používané hlavně v zimních obdobích, kdy panují nepříznivé podmínky pro veslování. Jejich nespornou výhodou je přesná měřitelnost hodnoty výkonu. Nejpoužívanější trenažéry jsou od značky Concept 2, proto lze hodnoty srovnávat také celosvětově. Nedílnou součástí práce na trenažéru je právě laboratorní diagnostika veslaře, při které nám trenažér zabezpečí stabilní a neměnné podmínky měřitelnosti.

Tento silově vytrvalostní sport sahá svou historií až do starověku, kdy loď bez větru již nemohla dále plout na sílu větru a musela pohon lodě zabezpečit veslařská posádka. První veslařské závody se konaly v Anglii, která je považována za kolébku veslování. Tento sport byl označován za gentlemanský, jelikož spojoval v mladých a bohatých Angličanech intelekt s tělesnou krásou. Nutno dodat, že veslování bylo jen pro velmi bohatou vrstvu obyvatel. Nároky na výrobu, údržbu a uskladnění lodí byly finančně velmi náročné. Anglie pořádala své první

veslařské závody tzv. regaty již v 18. století, konkrétně roku 1715. Za nejslavnější závod světa je považován souboj univerzitních osmiveslic mezi Oxfordem a Cambridge, který se konal v roce 1829. Tato velkolepá akce je pořádána dodnes. Závod každoročně sleduje ze samotného břehu až 250 000 diváků. Veslování se nachází na seznamu olympijských her již od počátku moderní doby. První olympijské finále však veslování nezažilo, jelikož se závodilo na moři a závod byl z důvodu velkých vln zrušen.

Rok 1974 je milníkem pro lehkovážné veslaře, jelikož byla na seznam disciplín zařazena kategorie lehkých vah. Nová pravidla snížila průměrnou hmotnost posádky na 70 kg pro muže a 57 kg pro ženy. Maximální hmotnost veslaře na skifu je 72,5kg (59 kg ženy). V níže přiložené tabulce č. 2 je aktuální rozdělení lehkých a těžkých vah na OH a MS. V tabulce si můžeme všimnout, že pro olympijské hry v Tokiu není zařazená lehkovážná nepárová čtyřka. Je to z důvodů genderové vyváženosti, kdy toto rozhodnutí učinila mezinárodní veslařská federace (FISA) s mezinárodním olympijským výborem. Místo lehké čtyřky přibyla disciplína čtyřka ženy.

Tabulka č. 2: Veslařské disciplíny pro MS a OH aktuální k roku 2020

Loď	**Muži**	**Muži lehké váhy**	**Ženy**	**Ženy lehké váhy**
Skif	OH + MS	*MS*	OH + MS	*MS*
Dvojskif	OH + MS	OH + MS	OH + MS	OH + MS
Dvojka	OH + MS	*MS*	OH + MS	MS
Dvojka s kormidelníkem	-	-	-	-
Párová čtyřka	OH + MS	*MS*	OH + MS	*MS*
Nepárová čtyřka	OH + MS	-	OH + MS	-
Nepárová čtyřka s kormidelníkem	-	-	-	-
Osma	OH + MS	-	OH + MS	-

Zdroj: http://www.worldrowing.com/events/2020-olympic-games-regatta/event-information

1.2 Sportovní výkon a struktura sportovního výkonu ve veslování

Veslování patří do skupiny silově-vytrvalostních sportů. Vykonává se cyklickou strukturou pohybu. Soutěží se na trati dlouhé 2 000 metrů v průměrných rychlostech lodí od 4,5 do 5,5 $m.s^{-1}$ (v závislosti na typu lodě a disciplíny). Trvání výkonu se pohybuje od 5 min. 40 sek. do 9 min., a to při počtu záběrů 200 – 250 (v závislosti na disciplíně a kategorii). Frekvence záběrů za minutu je velmi individuální a závisí na vyspělosti a připravenosti posádek. Pohybuje se od 30 do 48 záběrů za minutu (Schickhofer, 2010).

Při frekvenci 30 snímků za minutu je poměr mezi fází pod vodu a nad vodou 1: 2, přičemž záběr vesla pod vodu by měl trvat 0,7 sekundy a fáze nad vodou 1,3 sekundy. Pokud stupňujeme tempo, poměr se mění na 2:3 až na poměr 1:1. Po dosažení frekvence 45 snímků za minutu jedno tempo trvá 1,3 sekundy, není již ve fyzických silách veslaře zrychlit průtah vodou (poměr je 0,5:0,7 sekundy), musí se zrychlit práce, kterou veslař vykonává nad vodou (Bartáková, 1964).

Výkonnost závodníka při veslařském závodě ovlivňuje spousta faktorů. Pojem struktura sportovního výkonu je dle Karase (2012) ucelené uspořádání faktorů a vztahů mezi nimi, které sportovní výkon ovlivňují. Z hlediska významnosti výkonu se faktory rozdělují do třech úrovní:

První faktorová úroveň – jsou to faktory přímo ovlivňující sportovní výkon, nemůžeme je kompenzovat, jsou tedy limitující.

- Druhá faktorová úroveň – jsou to faktory, ve kterých stačí dosáhnout určitou optimální úroveň rozvoje. Tzv. determinující, vytváří se předpoklady pro projevení se limitujících faktorů.
- Třetí faktorová úroveň – faktory jsou chápány jako doplňující. Přispívají ke kvalitnější hodnotě výkonu a můžeme je tedy nahrazovat.

Veslařský výkon na 2 000 m a jeho faktory:

- Taktické faktory – tento faktor není ve veslařském závodě primárně důležitý jako ve sportovních hrách, kde musí kolektiv spolupracovat na dané taktice. Hlavním taktickým faktorem se může jevit správné rozložení sil v průběhu závodu. Přesto však musí veslař umět reagovat na situace a reakce soupeřů. Nástupy v průběhu závodu jsou častým jevem, a tak závod nelze pojmout START – CÍL. Samozřejmostí jsou taktické rozhodnutí ve vícedenních regatách, které obsahují opravné jízdy. V těchto závodech

musí závodník s trenérem reagovat na startovní listinu, výhodnost drah, postupový klíč. V tomto případě se řeší, zda absolvovat opravnou jízdu a pošetřit síly do následných jízd, nebo vynaložit větší úsilí a pokusit se postoupit přímo s psychologickou výhodou.

- Technické faktory – veslařská technika je cyklickým pohybem a patří do základních faktorů ovlivňující výkon na 2 000 m. Efektivita propulze lopatky ve vodě je přímo závislá na správné technice provedení veslařského cyklu. Tento údaj je měřitelný v biomechanice tempa, který se tímto zabývá. Další nástavba je kolektivní zvládnutí techniky v posádce a zároveň kormidlování nohou v nohavce. Veslař využívá svůj somatický potenciál pouze tehdy, když zapojí postupně všechny hlavní svalové skupiny ve fyziologicky správných polohách, poté může být rychlost lodě vyšší. Dalším hlavním problémem je předcházení zranění, správnou technikou však zabraňujeme svalových dysbalancí. Dle Bače (1968) je průtah vesla vodou v jednom cyklu veslařského tempa od fáze záseku po odsun pažemi v trvání 0,05 - 0,09 a 0,09 - 0,12 sekundy. Průměrný tlak na list vesla se udává 25 - 30 kg (Bača, 1968).
- Somatické faktory – jsou to proporce veslaře, geneticky závislé. Mezi tyto somatické faktory zařazujeme: výšku, váhu, rozpětí paží, délku dolních končetin, složení svalové hmoty atd.. Ideální výška veslaře je 192 - 200 cm, váha 90 – 96 kg. Ideální výška veslařky je 172 – 188 cm a 71 – 88 kg. (Havlíčková, 1993)
- Kondiční faktory – charakterizují soubor pohybových schopností, z části vrozené a z části naučené pohybové projevy. Dle Lakomého (1974) sem patří silové a vytrvalostní schopnosti u silových (podmiňuje velikost a rychlost svalové kontrakce), u vytrvalostních schopností (podmiňuje maximální aerobní výkon, anaerobní kapacitu, odolnost a schopnost mobilizace). Dalšími neméně důležitými parametry jsou rychlost, koordinace a flexibilita.
- Psychické faktory – schopnost odolávat v závodním prostředí psychickému tlaku ze strany soupeřů. Schopnost dlouhodobého volního úsilí. Patří sem motivace a aktuální psychický stav.
- Ostatní faktory – označujeme tak vnější činitele, především počasí a materiální zabezpečení. Povětrnostní podmínky se mění z hodiny na hodinu, a proto je nutné počítat se změnami nastavení lodí a vesel, především pákových rozměrů. Nolte (2011) doporučuje dle směru větru následovné úpravy:

  Do protivětru se vnitřní páka vesla prodlužuje, nebo zkracuje celá délka vesla. Další variantou je posunutí nohavek ke špici lodě.

Do povětru se vnitřní páka zkracuje, nebo prodlužuje celková délka vesla. Další variantou je posunutí nohavek k patce lodi.

Důležitým faktorem je také materiální vybavení posádky, jelikož kvalita lodí šla v poslední době mílovými kroky kupředu. Podstatný údaj v materiálu lodě je váha, konstrukce (krákorec, křídlo přední nebo zadní) a kombinace materiálu. V poslední letech můžeme sledovat hledání výrobců slabých míst ve vybavení lodi, proto firma Bat logic vymyslela zakřivené podložky pod nohavky, které se dají individualizovat na každého veslaře zvlášť. Primárně mají tyto podložky pozitivní vliv v odrazové fázi záběru. Nedílnou součástí jsou vesla, u nichž veslař hledá ideální tvrdost, tvar lopatky, váhu a možnosti nastavení. U některých veslařů se projevuje velmi pozitivně přítomnost trenéra na břehu, což je další faktor. Nelze zapomínat ani na hloubku závodiště nebo teplotu vody.

Panuška (2001) rozděluje veslařské tempo na 2 fáze:

Pohonná fáze: veslař vykonává zásek a průtah tempa až do druhé poloviny záběru

Nepohonná fáze: veslař vykonává odhoz a přípravu na další tempo (kolmení lopatky vesla – výchozí pozice)

Nejúčinnější část záběru je, když lopatka přechází kolmou polohou vzhledem k lodi. V tomto okamžiku je síla přímo využitá směrem k plutí lodě a nedochází k rozkladu na pohonnou a nepohonnou složku. Dle biomechaniky pohybu je efektivita délky tempa od 45° v záseku do 135° v záklonu. V praxi však veslař nemůže dosáhnout více než 125°. Záklon může být delší na párových disciplínách. Ale ukázalo se, že je vysoce neefektivní dotahovat veslo do záklonu více než 130°.

1.4 Energetické zdroje krytí při výkonu na 2 000 m ve veslování

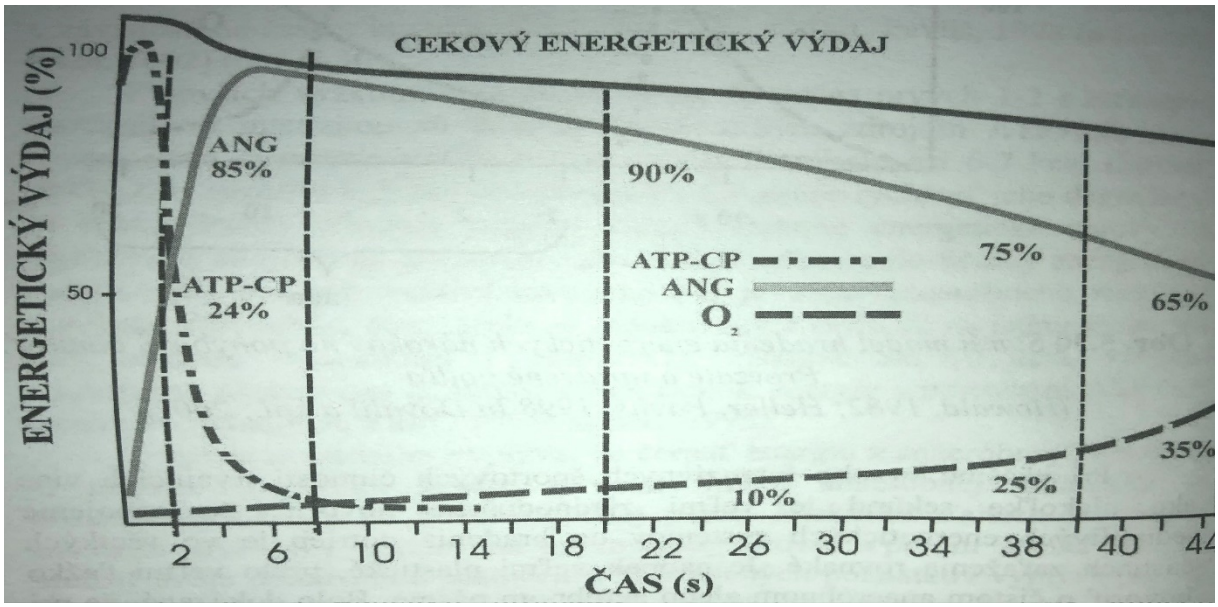
Veslařský závod na 2 000 m je jedním z nejnáročnějších sportovních disciplín vůbec. Veslaři již po mnoho let dosahují nejvyšších plicních kapacit, nejvyšších maximálních hodnot VO2 max a nejvyšší tolerance k nahromadění laktátu.

Tabulka č. 3: Hodnoty síly v průběhu závodu (Panuška, 2001)

Fáze závodu	Časový interval závodu	Počet záběrů za min.	Velikost síly (N)
Start	0-10 s	36-42	1000-500
Start	10-60 s	34-38	600–800
Dráha	1–5 min	30–36	500-700
Finiš	5-6 min	34-38	600-700

Energie pro závody na 2 000 m pochází z aerobního a anaerobního systému. Autoři (Jensen, Nolte, Jackson, Ingham) se shodují, že přibližně 80 – 84% energie se během závodu získává aerobním způsobem a jen 16 – 20% anaerobním. Anaerobní systémy (anaerobní alaktátový a anaerobní laktátový) se primárně využívají na startu a během posledních záběrů závodu. V některých případech může anaerobní systém energetického krytí poskytnout energii na přibližně 2 minuty (Nolte, 2011).

Obrázek č. 1. Model hrazení energie při intenzivní sportovní činnosti trvající 45 s. Upravené dle (Kampmiller a kol., 2012, str. 184)



Energetické krytí ve veslařském závodu pojme všechny tři typy, jedná se především o:

- **Alaktátový ATP z CP („ ATP - CP systém ")**

Jde o prvních 100 metrů závodu, které jsou často nazývány jako 100 metrů sil zdarma. Netvoří se zde laktát, a proto tento úsek závodníka nebolí, jelikož se jedná energii uloženou ve svalech. V těchto metrech záleží na velikosti svalů a technické efektivitě veslování. Dle Howalda (1982) systém CP dodává energii 15–20 vteřin, avšak novější výzkum od Spread (1995) tvrdí, že jen 2 vteřiny zatížení je téměř čistý zdroj ATP+CP, který disponuje velmi malou energii asi 6–7 kcal. Po těchto 2 vteřinách začne podíl CP prudce klesat a následuje dominance anaerobní glykolýzy. Podle Vilikuse (2013) systém ATP-CP se velmi rychle obnovuje a již po krátkém intervalu odpočinku se tento zdroj energie dá použít znovu téměř v plné míře.

- **Anaerobní glykolýza tzv. laktátový systém**

Bezprostředně po alaktátovém systému nastává primární zdroj energie v podobě anaerobní glykolýzy. Tento energetický zdroj je bez účasti kyslíku, proto je velmi omezený, a to maximálně na dobu 45 vteřin. V závodu to znamená 250–300 m hrazené energie primárně tímto zdrojem. Z obrázku č. 1 můžeme vidět, že vrchol anaerobní glykolýzy je po cca 5 vteřinách závodu, potom začíná ztrácet svoji dominanci. Gastin (2001) tvrdí, že už po 30 vteřinách vysoce intenzivní činnosti začíná organismus čerpat energii převážně z mitochondrií.

Při tomto procesu se glukóza rozkládá na pyruvát a bez přístupu kyslíku na sůl kyseliny mléčné. Každá molekula pyruvátu uvolňuje množství energie, kterým bezprostředně vzniká ATP. Množství energie je velmi vysoké díky tomu, že proces vzniká na několika místech současně. Výsledná hodnota energie je oproti alaktátovému krytí nižší, ale je stále vyšší než za přítomnosti kyslíku. V systému hrazení anaerobní glykolýze je jediným zdrojem glykogen.

V další fázi se v organismu hromadí laktát, který zpomaluje rychlost anaerobní glykolýzy. Hlavní enzymy, které pomáhají k přenosu v anaerobní glykolýze, jsou zablokovány právě kyselinou mléčnou. Veslař musí v tomto okamžiku snížit intenzitu a přejít tzv. do dráhového tempa.

V závodu dlouhém 2 000 m se hrazení tímto způsobem může prodloužit až na 90-120 sec, tedy až na 700 m. Poté veslař přechází do dráhového tempa, které drží do posledních metrů úseku, kdy znovu zvyšuje svou intenzitu pro závěrečný finiš.

- **Aerobní oxidací glukózy a tuků ("kyslíkový systém")**

V dráhovém tempu cca od 600–1500 m veslař využívá energetický zdroj glukózy, který oxiduje za přístupu kyslíku. Štěpení glukózy probíhá ve svalové buňce, která se mění na pyruvát a na další části v krebsovém cyklu. V tomto výhodném kyslíkovém systému vzniká 38 molekul ATP, voda a oxid uhličitý. Vysoká efektivita získávání energie ATP je podtržena tím, že se při ní netvoří kyselina mléčná. Nevýhodou je ovšem limitace transportem kyslíku do svalové buňky, kdy se dosáhne určitého maxima a výkon se nedá zvýšit.

Při většině vysoce intenzivních sportovních činností trvajících více než několik vteřin jde velmi zjednodušeně říci, že zapojení jednotlivých energetických systémů do hrazení potřeb, je ve všech částech zatížení stejné. Je naopak velmi plastické, proto je velmi těžké říci o čistém anaerobním nebo aerobním pásmu. Bylo dokázané, že při zatížení stejně vysokou intenzitou trvající více jako 10-15 vteřin nemůžeme hovořit o homogenních energetických zónách (Gastin, 2001)

1.5 Členění dle energetického krytí

1.5.1 Aerobní práh

Definujeme jako aerobní rovnovážný stav zatíženého organismu, ve kterém jsou energetické potřeby pokryté aerobním uvolňováním energie na 100% a hladina LA je v krvi na úrovni 2 $mmol.1^{-1}$. Tepová frekvence je okolo 140 – 150 úderů za minutu. (Kampmiller a kol., 2012)

Podle Hamára a Lipkové (2008) je aerobní práh nejvyšší intenzita zatížení, při které se energie pro svalovou práci získává výhradně oxidací tuků a hladina laktátu dosahuje horní hranici 2 $mmol.1^{-1}$, která se považuje za klidovou. Tato intenzita se používá jak v rekreačním sportu a tréninku na prevenci nemocí krevního oběhu, tak i u výkonnostních sportovců při rozvoji základní vytrvalosti. Na úrovni aerobního prahu se intenzita svalové činnosti pohybuje okolo 40–60 % $VO2_{max.}$ aktivují se výhradně pomalé svalové vlákna typu I.

1.5.2 Anaerobní práh

Definujeme jako tzv. laktátovou rovnováhu organizmu. Vyznačuje se tím, že hladina LA v krvi je přibližně na úrovni 4 mmol.1^{-1} a jeho hladina se progresivně nezvyšuje z důvodů, že organismus takové množství dokáže využít v srdečním svalu a resyntezovat v játrech, nebo využít v pomalých svalových vláknech jako zdroj energie v času snížení intenzity svalové práce. Nastává rovnováha mezi produkcí, využitím a resyntézou. Na této úrovni intenzity za určitých podmínek se přibližně 90 % energie tvoří aerobně a 10 % anaerobně. Tepová frekvence je okolo 170-180 údery za minutu. Uváděné hodnoty tepové frekvence platí pro seniorskou kategorii okolo 20 let. V mladším věku jsou vyšší a s přibývajícím věkem klesají. (Kampmiller a kol., 2012)

1.6 Glykolýza

Dle Lipkové (2011) je glykolýza základní metabolickou cestou odbourání glukózy v buňkách. Jejím konečným produktem je pyruvát. Další osud pyruvátu závisí na tom, zda je k dispozici dostatek kyslíku. Za účasti kyslíku tedy za aerobních podmínek se pyruvát mění na acetylkoenzym A, který potom vstupuje do dalších metabolických cest a v konečném důsledku se rozloží na látky s prakticky nulovým energetickým obsahem – CO_2 a H_2O. Energetický zisk je v porovnání se štěpením za anaerobních podmínek velmi vysoký. Výhodou anaerobního štěpení glukózy je větší rychlost procesu.

Do procesu glykolýzy může vstupovat tak volná glukóza, ale i glukóza vznikající z glykogenu. Celý proces glykolýzy můžeme vidět na obrázku č. 2.

Glykolýza má tři fáze:

- První fáze:

Začíná aktivace glukózy za účasti ATP, přičemž vzniká glukóza-6-fosfát. Další reakcí je izomerace – přeměna na fruktóza-6-fosfát. Poslední reakcí první fáze dochází ke vzniku dvou trojuhlíkových látek – trióz. Vzniká 3-fosfoglyceraldehyd-3-fosfát a dihydroxiacetónfosfát, tyto látky se můžou vzájemně proměňovat.

- Druhá fáze:

Velmi důležitá z hlediska vzniku energie. Začíná oxidoredukční reakcí, která produkuje energeticky bohatou látku 1,3-bisfosfoglycerát, který má jeden z fosfátů vázaný makroenergickou vazbou. V následující reakci se makroenergicky vázaný fosfát přenáší na

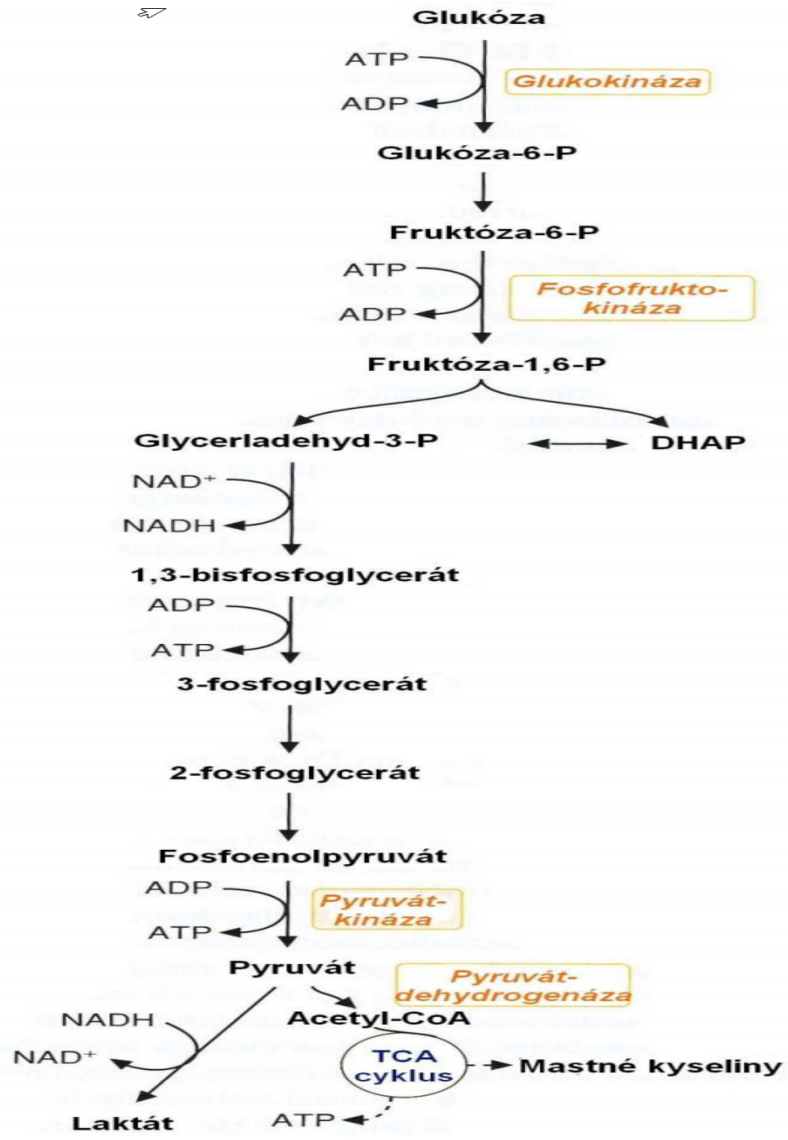
ADP za vzniku ATP. Tento způsob vzniku ATP se nazývá substrátová fosforylace (na rozdíl od oxidační fosforylace za aerobních podmínek).

- Třetí fáze:

V této fázi vznikne podobným způsobem ATP, a to v poslední reakci, kdy se fosfoenolpyruvát promění na pyruvát. Vodíky odštěpené při oxidační reakci se navazují na přenašeče NAD, které se tímto redukují. Další přenos vodíků až na konečný akceptor vodíkových iontů – kyslík je základem pro tvorbu energie. Oxidací jedné molekuly redukovaného NAD vzniknou podmínky pro vznik 3 molekul ATP.

Konečným produktem pyruvátu po redukci je laktát (anaerobní podmínky), přičemž se regeneruje – oxiduje redukovaný přenašeč NAD. Za aerobních podmínek se pyruvát mění na acetyl-CoA, který vstupuje do dalších reakcí. (Lipková, 2011)

Obrázek č. 2.: Glykolýza. Zdroj: http://biochemie.lf2.cuni.cz/cesky/biox2zimni/prednasky/Glykolyza%20a%20glukoneogeneze%20[Re%C5%BEim%20kompatibility].pdf



1.6.1 Laktát

Laktát je meziproduktem laktátové přeměny a je důležitou částí energetického metabolismu celého organismu. Není tedy jen odpadem látkové přeměny během anaerobní glykolýzy. Laktát je měřen v milimolech laktátu na litr krve. Anaerobní glykolýza je neoxidativní, čili neúplné, velmi rychlé štěpení svalového glykogenu a glukózy. Konečným produktem anaerobní glykolýzy je kyselina mléčná, která je velmi nestabilní organická sloučenina a téměř hned se štěpí z 99 % na vodíkový kation [H +] a sůl kyseliny mléčné-laktát. Laktát se tvoří ve svalech a je následně distribuován po celém těle. Tímto způsobem se laktát distribuuje po celém těle. Svaly produkují laktát již klidovém stavu a je následně spotřebováván svaly (Kacíř, 2008).

Podle Janssena (2001) je klidová hodnota laktátu 1-2 $mmol.l^{-1}$. Stejné hodnoty jsou naměřeny od autorů Kučery a Trukse (2000) 1,3-2,0 $mmol.l^{-1}$.

Během zatížení laktát produkují rychlé glykolytické vlákna a laktát následně prochází do krevního řečiště, nebo může difundovat do sousedních pomalých a rychlých oxidativních vláken. Během vysoké intenzity produkce laktátu je mnohem rychlejší a koncentrace vnitrosvalového laktátu je mnohem vyšší (Bielik, 2006).

V klidovém stavu je laktát využíván jako energie kosterními svaly a zejména srdečním svalem. Srdeční sval má z hlediska energetického metabolismu totiž více oxidativní charakter jako kosterní svaly. S narůstáním hodnot laktátu v těle se laktát stává většinová zdrojem energie pro srdce, až 60% (Staneley, 1991).

Laktát se po uvolnění ze svalové buňky přesouvá do červených krvinek, které pomáhají zachovat koncentračními spád. Když se laktát přetransportuje do červených krvinek, jeho koncentrace v plazmě je nižší a tím se umožnuje další uvolňování laktátu do krve (Bielik, 2006). Vlásečnice kostrového svalu zajišťují rovnoměrnou distribuci laktátu po celém těle.

Častá vysoká úroveň laktátu během tréninkového cyklu zvyšuje pravděpodobnost zranění. Acidóza ve svalech způsobuje škody v svalových buňkách a mikropraskliny, které mohou vést k vážnějším svalovým zraněním (Jannsen, 2001). Kacíř (2008) ve své práci uvádí, že po 25 minutách od ukončení maximálního výkonu je odbouráváno přibližně 50% naakumulovaného laktátu a odbourání 95% nahromaděného laktátu trvá přibližně 1 hodinu a 15 minut.

Laktát produkovaný svaly je odváděn krví a upřednostňovaný jako energetický substrát ve svalech pracujících nižší intenzitou (pomalá vlákna), v srdečním svalu a v játrech na glukoneogenezi (resyntézu glykogenu), Clementis (2014).

Brooks a Gaesser (1980) publikovali vědecký důkaz o využití laktátu jako zdroje energie oxidací v mitochondriích. Transport laktátu do buňky je obstarán transportními proteiny, které se nazývají monosacharidové přenašeče (MCT). Tyto (MCT) obsahují i samotné mitochondrie jako i enzym laktát dehydrogenázu (LDH). V konečném důsledku se může laktát transportovat přes buňkové membrány díky tomuto laktátovému článku.

Gladden (2004) tvrdí, že hlavní příčinou formování laktátu není nedostatek kyslíku. Laktát je meziprodukt různých metabolických procesů v těle, především pak palivem pro aerobní metabolismus. Laktát tedy není zbytečným odpadovým produktem, ale je zdrojem energie pro svalovou práci oxidačně-redukčního procesu.

1.6.1 Současné metodiky měření laktátu

Nároky na invazivní metodu svalové biopsie jsou příliš vysoké, obzvláště náročné a do určité míry i zbytečné, aby se využívaly na měření koncentrace laktátu. Při vykonávání opakovaných odběrů v poměrně krátkém čase se v praxi využívá metoda, která stanovuje hladinu laktátu z krvi. Nejpřesnější je stanovení hladiny z arteriální krvi, obzvláště v terénu, je příliš náročné na to, aby tato metoda našla uplatnění v praxi. Vzorky z venózní krve mají nevýhodu v tom, že čas mezi uvolněním laktátu z aktivovaných svalů a jeho následným stanovením, je delší jako v případě vzorek z arteriální krve. Když se laktát vytváří při práci dolních končetin a krev se odebírá z antkubitální vény, musí laktát nejprve projít svalovým tkanivem předloktí a kapilárním areriální–venozní řečištěm v plicním tkanivu. Toto může mít za následek snížení jeho koncentrace v odebrané krvi. Shepard (2000)

Nejvhodnějším místem vpichu pro určení koncentrace laktátu z tzv arterializované kapilární krve je buď ušní lalůček, nebo konečky prstů.

Bielik (2014) uvádí, že krev není jediné místo, kam se laktát vyplavuje. Pot může výrazně ovlivnit hladinu laktátu, jelikož při zahřátí organismu dochází ke zvýšené produkci tepla. Pot má proměnlivé složení. Jeho pH se pohybuje okolo 4,0 – 6,75 a vyplavující se roztok je složen z vody, NaCL, močoviny a laktátu. Jedno z nejdůležitějších kritérii dle Greena et al., (2004) pro dosáhnutí validních výsledků hladiny krevního laktátu, je dodržet čistotu krve a nezředit ji potem. Pot obsahuje vysokou hladinu laktátu a vzorek se tak může znehodnotit.

Bielik el al.(2006d) zjistil, že rozsah měření laktátu v horizontu 60 sec od skončení úseku, je příliš vysoký. Touto problematikou se zabýval také Kass a Carpenter (2009). Ti měřili skupinu 17 veslařů a odebírali krevní laktát z ušního lalůčku vždy v 15 a 45 sec. Kvůli minimalizování změn v hladině laktátu doporučují tito autoři měřit do 30 sec od ukončení intervalu. Shepard (2000) uvádí, že po vysoce intenzivním zatížení dosahuje hladina laktátu v kapilární krvi maxima v 5 minutě.

1.7 Metody diagnostiky měření anp ve veslování

Kontrola trénovanosti je nedílnou součástí tréninkového procesu. Dle Havlíčka (1983) je to proces nepřetržitého stavu, který má charakter vědecko–metodické činnosti zaměřený na hodnocení trénovanosti sportovců za účelem řízení tréninkového procesu.

Každé sportovní odvětví má svá specifika k diagnostice, a to především nástroje v diagnostických laboratořích. Musí zde splňovat podobnost se závodním prostředím. Ve veslařském sportu je to veslařský trenažér Concept 2, který se hojně využívá, jak již bylo zmíněno, hlavně v zimních obdobích, kdy veslaři „polykají“ spoustu kilometrů právě na tomto stroji. Samozřejmostí jsou těchto v zimních měsících sezóny také závody, a proto je ergometr jejich nedílnou součástí. Další možností je měření přímo na vodě, kde se ovšem setkáváme s nedostatečnými měřenými údaji. Např. Hodnota výkonu je závislá na proudu řeky a povětrnostních podmínkách. Další překážkou je odebíraní laktátu na motorovém člunu, jelikož v tomto případě se zdravotní pracovník, který obsluhuje laktátoměr, musí dostat k posádce lodi co nejrychleji po dokončení úseku, dezinfikovat prostředí, učinit vpich do lalůčku a odebrat krev. Velmi zřídka se to povede do výše zmiňované časové tolerance 30 sec.

Diagnostiku anaerobního prahu rozlišujeme invazivní a neinvazivní metodou, které se od sebe odlišují měřením krevního laktátu, nebo sestavení stupnice z tepové frekvence.

Nejznámější metody zjišťování ANP ve veslování jsou:

- Laktátová křivka
- Spiroergometrie
- Conconiho test
- Teoretický výpočet ANP

1.7.1 Invazivní metoda

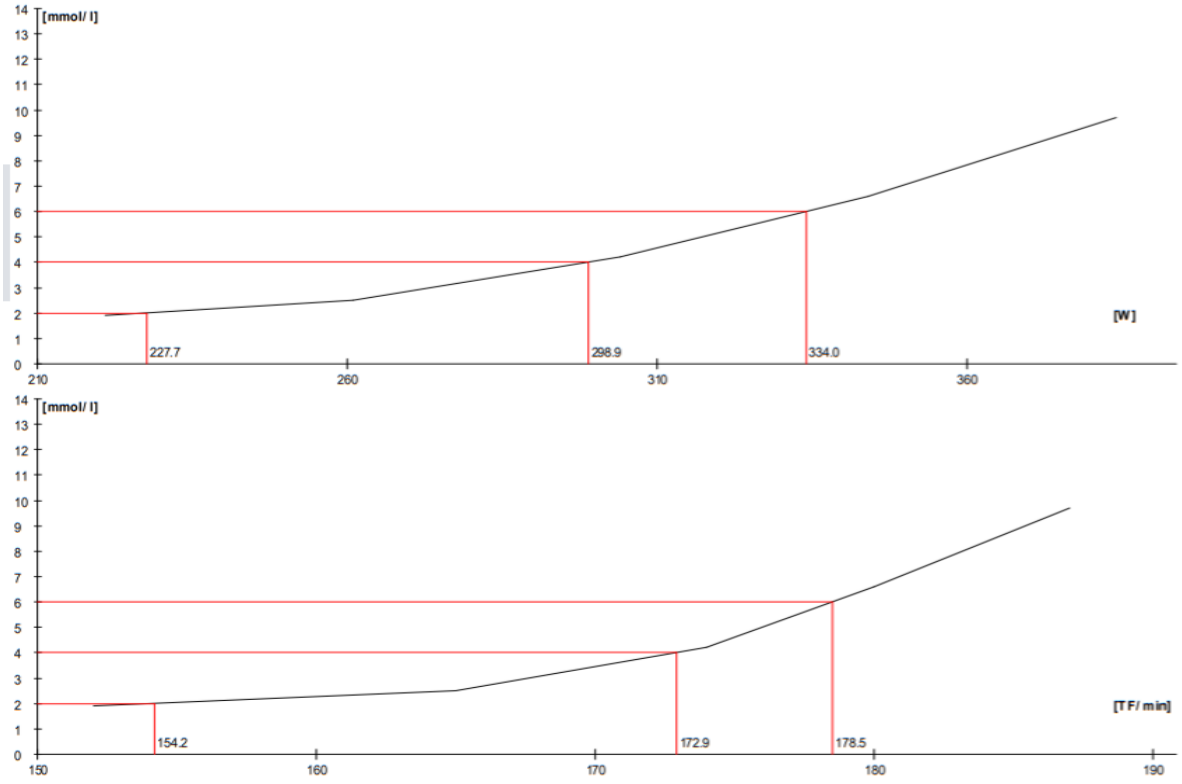
Nejznámější invazivní způsob získání ANP ve veslování je vyhodnocení laktátové křivky, které můžeme vidět na obrázku č. 3. Laktátová křivka využívá metodu opakovaných stupňovitých zátěží s minimálně čtyřmi intervaly zátěže a odpočinku. Čím více máme intervalů zátěže, tím by měření mělo být přesnější. Interval zatížení může být v jednotkách času nebo vzdálenosti. V intervalu odpočinku je testovaným sportovcům odebírána kapilární krev z ušního lalůčku nebo konce prstů. Dalším parametrem, který se zapisuje, je hodnota tepové frekvence a rychlost. Tyto hodnoty jsou zaznamenávány a vyhodnoceny v různých

počítačových programech. Některé laktátoměry mají své programy, které ihned vyhodnotí ANP. Při pozorování laktátové křivky zjišťujeme její exponenciální charakter, ve kterém hledáme bod výrazného zlomu křivky směrem strmě nahoru (viz obrázek č. 3). V tomto zlomu můžeme vidět IANP. Realizace testování je výhradně na kvalifikovaných pracovnících, kteří mají dostatek zkušeností.

Obrázek č. 3.: Laktátová křivka z měření CASRI Praha. Vyhodnoceny hodnoty výkonu a tepové frekvence na úrovni 2, 4 a 6 mmol/l.

	Rozm.[W]	Výkon [m]	W	TF/min	Lakt.
1.	220	1287	221	152	1,9
2.	260	1361	261	165	2,5
3.	300	1431	304	174	4,2
4.	340	1491	344	180	6,6
5.	380	1547	384	187	9,7

Lakt.	TF/min	W
2.0	154.2	227.7
3.0		
4.0	172.9	298.9
5.0		
6.0	178.5	334.0
7.0		
8.0		



1.7.2 Neinvazivní metody

- Spiroergometrie

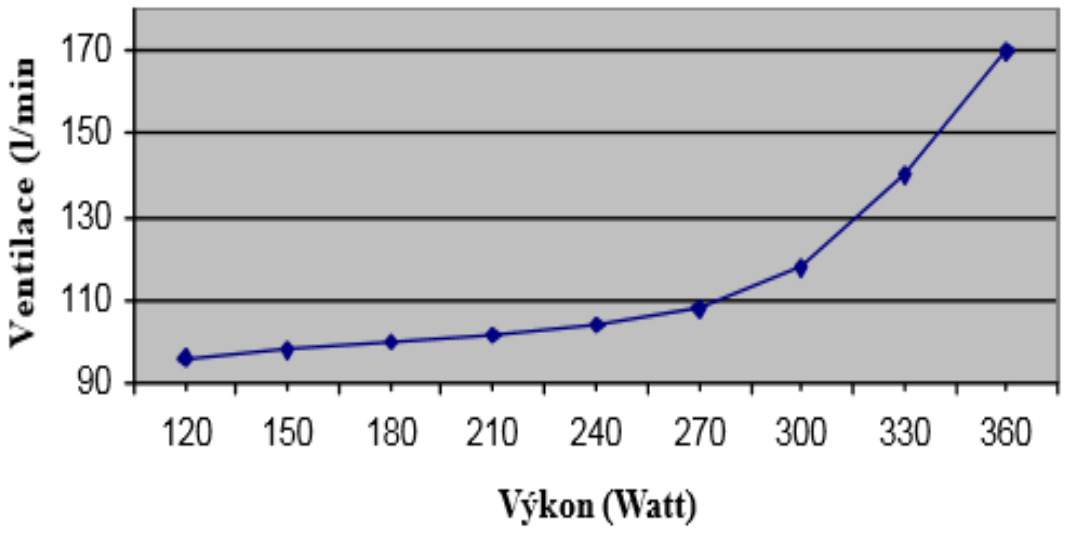
Jedna z nejznámějších neinvazivních metod měřící mimo jiné i ANP je spiroergometrie, kterou můžeme vidět na obrázku č. 4. Primárně však slouží k odhalení maximálních parametrů oběhového a dýchacího systému. Součástí testů je stanovení ventilačního anaerobního prahu a tréninkových intenzit, právě s touto součástí souvisí kontinuální zvyšování zátěže na dýchací systém pomocí minutových intervalů. Spiroergometrické vyšetření je bez intervalu odpočinku a

s minutovým zvyšujícím se zatížením, které si testovaná osoba přidává sama cca 20 wattů.

Dýchací systém na zvyšování zátěže reaguje lineárním vzrůstem minutové ventilace, výdaji CO_2 a poměru respirační výměny. Výsledkem je vzestup spotřeby kyslíku, při zanesení do grafu můžeme vidět bod zlomu, který odpovídá intenzitě ANP.

Metoda spiroergometrie je dražší než laktátová křivka a dle Pool a Gasser, (1985) taky vysoce nepřesná z hlediska určení ANP oproti laktátové křivce. Tito autoři popisují rozdíly mezi hodnotami ANP, naměřenými oběma způsoby, které jsou i v podmínkách, kdy jsou vyčerpány zásoby glykogenu.

Obrázek č. 4: Pomoci analýzy změn ve ventilaci určíme hodnotu aerobního a anaerobního prahu (Panuška 2001)

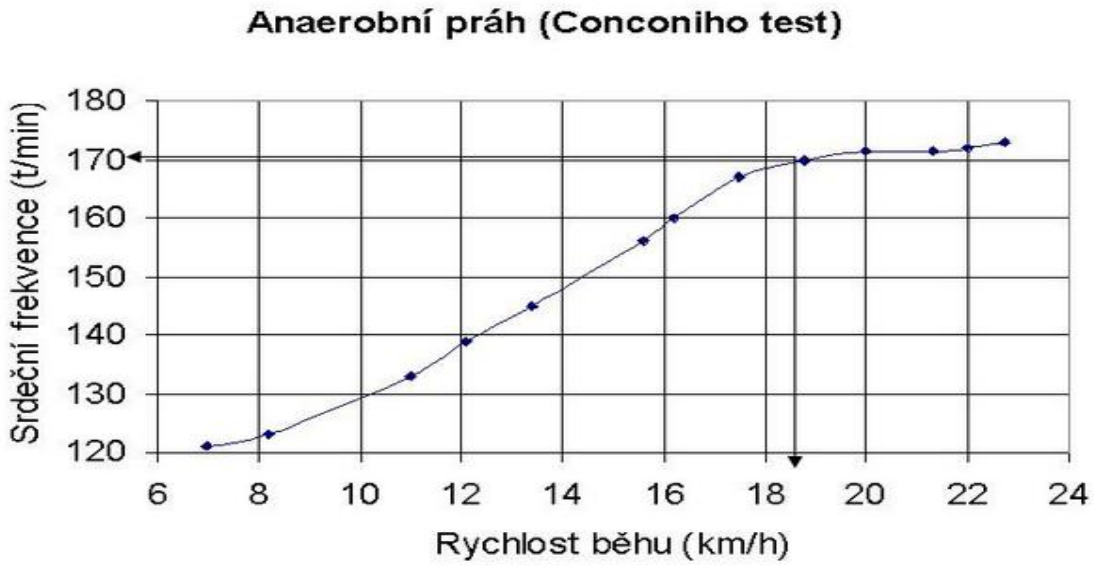


- Conconiho test

Conconiho testová baterie je jedna z nejlevnějších diagnostických metod měření ANP. Tato metoda se dá lehce použít v terénních podmínkách tréninku, avšak co se týče přesnosti, nefunguje u každého jedince. V tomto testu využíváme hodnotu tepové frekvence a výkonu v podobě wattů. Tyto dvě hodnoty se zapisují do grafu a vyhodnocuje se tzv. bod zlomu křivky, který můžeme vidět na obrázku č. 5.

Podobně jako u spiroergometrie na veslařském trenažéru jede testovaná osoba bez intervalu odpočinku kontinuálně se zvyšující se 20 wattovou zátěží po minutovém časovém intervalu. Po každé minutě si trenér zapisuje údaje wattu a tepu, abychom mohli křivku správně vyhodnotit je nutné ujet alespoň 12–16 stupňů zatížení se začátkem na úrovni 120 tepů. Celková doba Conconiho testu by neměla přesáhnout 20 minut.

Obrázek č. 5.: Bod zlomu v Conconiho testu. Zdroj: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/18-7-zatezove-testy.html



- Teoretický výpočet

Dle velkého počtu měření je ANP na úrovni 80-93% maximální tepové frekvence. Z tohoto důvodu se naskytla možnost vypočítat ANP bez jakéhokoli předešlého měření. V tomto výpočtu odpadává jakákoli nástraha z chybovosti měření. Důležitou hodnotou je zde maximální tepová frekvence, nejlépe dosažená při postupném zatížení až do maximální intenzity s dobou trvání 4–10 minut. Pro kontrolu maximální tepové frekvence se udává vzorec SF_{max} = 205,8 –0,685 * věk. Ovšem tento výpočet je velmi nepřesný, jedná se o ± 6,4 tepů za minutu, dle literatury lze považovat za maximální toleranci 2 tepy za minutu. Zatím neexistuje žádný

teoretický výpočet absolutně přesný, proto se musíme spokojit s touto tolerancí při tomto druhu měření.

Existuje mnoho teoretických výpočtů ANP s různýma specializacemi na sportovní odvětví. Univerzální výpočet je například od (Formánek, Horčic, 2003):

$SF_{anp} = 0{,}9 \times (220 - \text{věk})$

1.8 Ověřování hodnot ANP

Ověřování prahových hodnot je součástí diagnostiky. V tréninkové praxi se můžeme setkat především s různými tréninkovými jednotkami, které se jedou na hranici ANP. V tréninkové jednotce si veslař zároveň ověřuje dle tepové frekvence a wattů, jestli je tento údaj platný, či nikoliv. Další úrovní ověření je, aby trenér využíval přenosný laktátoměr využívaný právě k těmto účelům. V tomto případě stačí odměřit po intervalu zatížení laktát z kapilární krve a do 20 vteřin známe výsledek, ze kterého můžeme intenzitu dále upravovat individuálně k danému sportovci.

Porovnáním a následným ověřováním přesnosti se zabývalo mnoho autorů, proto můžeme vzpomenout např. Bielika (2014), který realizoval kontrolu hladiny laktátu v krvi a průměrnou srdeční frekvenci 40 minutovým souvislým zatížením. Kapilární krevní odběry získával každých 10 minut a porovnával hladinu laktátu, která nesměla přesáhnout 1 $mmol.l^{-1}$

Rédr a Schickhofer (2016) navrhli pro svoje intra individuální měření kontrolní 60-minutový podnět, ve kterém ověřovali po 30 minutách laktát a tepovou frekvenci s protokolem ze sestupné laktátové křivky.

Clementis a Schickhofer (2014) navrhli pro skupinu veslařů časově ekonomičtější řešení v podobě 20 minut na úrovni IANP z experimentálního časového protokolu laktátové křivky.

Bourgois a Vrijens (1998). kontrolovali svou skupinu pomocí 3-minutového kontrolního protokolu na IANP Conconiho testu.

Základem pro kontrolu IANP z testu je udržení kontinuálního tempa po dobu alespoň 20 minut, kdy hodnota laktátu by neměla stoupnout o 1 $mmol.l^{-1}$ z naměřené úrovně IANP laktátové křivky.

2 Praktická část

V praktické části se budeme věnovat popisu a vyhodnocení výzkumu diplomové práce. Je zde vysvětlena realizace a vyhodnocení dat z laktátových křivek a tím i naplněný cíl této práce. Statistické výsledky jsou popsány v tabulkách a grafech a následně mezi sebou porovnány. Výzkumu se zúčastnilo 10 probandů, kteří byli vybráni na základě kritérií (viz níže). Před samotnou realizací výzkumu byla zaslána žádost o souhlas etické komise FTVS. 10 testovaných probandů muselo podepsat informovaný souhlas o tom, že souhlasí se zpracováním jejich údajů do této práce. Absolvovali celkem 6 testů diagnostiky IANP, přičemž jeden test trvá i s rozcvičením a vyjetím cca 90 minut. Na toto testování je třeba si dopřát řádný odpočinek, a to nejlépe 48 hodin předem.

V této části navazujeme na bakalářskou práci Rédr a Schickhofer (2016) a zároveň doplňujeme Clementis a Schickhofer (2014). Výsledky z roku 2014 poukazují na vysoké odchylky měření v časových protokolech laktátových křivek. Clementis (2014) řešil problematiku 3 časových protokolů, jejichž průměrnou hodnotou výkonu výsledku IANP prezentujeme v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4: Průměrné výsledky laktátových křivek Clementis a Schickhofer (2014)

Časový protokol	Hodnota výkonu [W]	Hodnota tepu [tf/min]	Hodnota laktátu [mmol/l]
3 minutový protokol	254,53	177,3	4,17
5 minutový protokol	246,40	180,7	4,99
Experimentální protokol	228,91	183,0	5,40
Kontrola 20 min	**230,80**	**186,5**	**5,80**

Jak můžeme vidět z tabulky č. 4, nejpřesněji se s ohledem na kontrolní podnět jeví sestupná laktátová křivka, která je zde označená jako experimentální protokol. Rozdíl oproti běžně nejpoužívanějším laktátovým křivkám byl v individuálních hodnotách jednotlivců velmi vysoký, a to až o 20 W. Průměrný výsledek přesně odpovídá i v hodnotě tepové frekvence a laktátu.

V bakalářské práci Rédr a Schickhofer (2016) se intraindividuálním experimentálním výzkumem analyzovala data ze třech diagnostik anaerobního prahu na veslařském trenažéru. Jednalo se o spiroergometrii a 2 laktátové křivky. Výsledky jsou prezentovány v tabulce č. 5:

Tabulka č. 5: Výsledky diagnostiky na veslařském trenažéru Rédr a Schickhofer (2016)

Časový protokol	Hodnota výkonu [W]	Hodnota tepu [tf/min]	Hodnota laktátu [mmol/l]
Spiroergometrie	340	175	-
4 minutový protokol	321	164	5,73
20 min-15min-10min-5min-5min protokol	313	165	5,96
Kotrolní 60 minutový test	**317**	**171**	**5,75**

První diagnostika měření IANP v podobě spiroergometrie vykazovala velkou nadhodnotu oproti všem laktátovým křivkám. Jednalo se o 23 W s ohledem na kontrolní podnět. Potvrzuje se tedy výzkum Pool a Gasser (1985), kdy nelze měřit primárně ANP pomocí analýzy vydechovaných plynů, jelikož tato metoda nebere v úvahu vyčerpané zásoby glykogenu.

Ve 4 minutové laktátové křivce je rozdíl nepatrný. Dalo by se říci, že činí přijatelné 4 W. Nejblíže je ovšem v hodnotě laktátu, a to o 0,02 mmol/l. V této práci se 4 minutový protokol osvědčil z časového a přesného hlediska s ohledem na hodnotu výkonu.

Sestupný protokol 20min-15min-10min-5min-5min je v této práci o 4 W podhodnocený oproti kontrolnímu testu, což je zanedbatelný výsledek. Tento časový protokol je časově náročný, avšak vyplácí se ho realizovat z důvodu přesnosti u vícero probandů.

Důležitou literaturou, kterou je třeba připomenout, je Bourgois a Vrijens (1998). Tito autoři se zabývali diagnostikou 3 minutového časového protokolu laktátové křivky a Conconiho testem. Výsledek následně porovnali s 30 minuotovým testem na úrovni výsledku Conconiho. Tento závěrečný kontrolní test dokončili jen 4 z 10 veslařů. Pouze jeden z nich měl

laktát v toleranci z ANP, přičemž zbytek veslařů nemohl kvůli únavě test dokončit. Z důvodu tohoto výsledku autoři Conconiho test nadhodnocují v IANP, a proto se nelze podle něj řídit.

V další části bude řešena problematika již zmiňovaných časových protokolů laktátových křivek, které se osvědčily v minulých měřeních. Budou porovnávány s kontrolním podnětem, Conconiho testem a teoretickým výpočtem anaerobního prahu.

2.1 Cíl a úkoly práce

2.1.1 Cíl práce

Cílem práce je porovnat nejpoužívanější metody diagnostiky anaerobních prahů na veslařském trenažéru.

2.1.2 Výzkumná otázka

Která metoda diagnostiky individuálního anaerobního prahu bude statisticky nejpřesnější ke kontrolnímu podnětu v podobě 20minutového testu?

2.1.3 Hypotézy práce

- H_1 - Výsledek sestupného časové protokolu laktátové křivky bude vykazovat nejníže stanovený výkon na individuálním anaerobním prahu.
- H_2 - Sestupný časový protokol laktátové křivky bude vykazovat u sledovaného souboru nejbližší funkční hodnoty ve všech sledovaných ukazatelích ke kontrolnímu podnětu v podobě 20minutového testu.
- H_3 – Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0{,}8$) mezi hodnotou tepové frekvence sestupného časového protokolu laktátové křivky a kontrolním 20minutovým testem.
- H_4 - Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0{,}8$) mezi hodnotou laktátu sestupného časového protokolu laktátové křivky a kontrolním 20minutovým testem.

2.1.4 Úkoly práce

- U_1 - Potvrzení informovaného souhlasu 10 probandů u etické komise.
- U_2 - Realizace 4 minutového, 5 minutového, sestupného časového protokolu laktátové křivky, Conconiho testu a teoretického výpočtu na vybraných probandech.
- U_3 - Realizace kontrolního 20 minutového testu na úrovni IANP ze sestupného časového protokolu laktátové křivky.
- U_4 - Vyhodnocení dat ze všech naměřených hodnot laktátových křivek, Conconiho testu a teoretického výpočtu.
- U_5 - Porovnání výsledků s ohledem na kontrolní 20 minutový test.

3 Metodika práce

3.1 Stanovení výzkumné situace

Diplomová práce je svým charakterem kvantitativní empirický výzkum. Výsledky měření jsou zpracovány a interpretovány pomocí statistických metod, konkrétně párovým t-testem a Pearsonovým korelačním koeficientem. Výzkumu se zúčastnilo 10 probandů (n = 10), kteří absolvovali testy ve stavech S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 a S_6 v konkrétním čase t_1, t_2, t_3, t_4 a t_5.

$V_{(10)}(S_1)\, t_1 \leftrightarrow V_{(10)}(S_2) t_2 \leftrightarrow V_{(10)}(S_3)\, t_3 \leftrightarrow V_{(10)}(S_4 S_5)\, t_4 \leftrightarrow V_{(10)}(S_6)\, t_5$

$V_{(10)}(S_3)\, t_3 \leftrightarrow V_{(10)}(S_6) t_5$

Výzkumná situace v diplomové práci byla v porovnání různých metod diagnostiky IANP. Po získání dat odměřením těchto metod následoval 20 minutový test, který byl na hranici IANP ze sestupného časového protokolu (S_3), který uvedli již ve své práci autoři Clementis a Schickhofer (2014). Kontrolním podnětem v podobě 20 minutového testu jsme ověřili validitu metod diagnostiky IANP.

Výzkumné stavy:

- **Stav S_1** – 4 minutový časový protokol laktátové křivky (dále jen 4ČPLK). Tento časový protokol používá Národní sportovní centrum Bratislava ke své diagnostice veslařů na veslařském trenažéru. Je složen z šesti 4-minutových úseků, které přerušuje 2 minuty interval odpočinku. Jedná se o běžně používaný protokol laktátové křivky.
- **Stav S_2 –** 5 minutový časový protokol laktátové křivky (dále jen 5ČPLK). Tento časový protokol používá např. vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy CASRI. Sestává z pěti 5 minutových úseků, které přerušuje 2 minuty interval odpočinku. Taktéž se jedná o běžně používaný protokol laktátové křivky v mnoha diagnostických centrech.
- **Stav S_3 –** Sestupný časový protokol laktátové křivky (dále jen SČPLK). Ten poprvé navrhli ve své práci Clementis a Schickhofer (2014). Tento protokol sestává z pěti úseku, 20 minut – 15 minut – 10 minut – 5 minut - 5 minut, které od sebe dělí 1 minuta intervalu odpočinku. Jde o časový protokol, který zatím není používaný v žádném diagnostickém centru.
- **Stav S_4 –** Conconiho test (dále jako ConcT) jako jediný neinvazivní test IANP sestává z minutového stupňovaného zatížení do maximálního úsilí probanda. Začíná se

individuálně u každého probanda zvlášť a stupňuje se zátěž o 20 wattů každou minutu. Tato diagnostika je velmi populární především v jiných sportovních odvětvích, kde se stává tréninkovou jednotkou a vyhodnocuje se na základě bodu zlomu tepové frekvence.

- **Stav S_5** – Teoretický výpočet anaerobního prahu (dále jako TVANP). Výpočet dle vzorce SF_{max} – 0,685*věk. K tomuto testu musíme znát maximální tepovou frekvenci a věk testovaného jedince. Na základě toho pak lze vypočítat teoretický výpočet anaerobního prahu, a to přes vzorec IANP tepu.
- **Stav S_6 –** Kontrolní 20 minutový test (dále jako 20KT) na úrovni IANP sestupné laktátové křivky.

Tabulka č. 5. - Časový harmonogram testování a tréninkových jednotek.

Neděle	Trenažér - 55 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 3x 10 min (4min [22] Int: 70%IANP, 3min [24] Int: 80%IANP, 2min [26] Int: 90%IANP – 1min [24] Int: 70%IANP) IO: 3min
Pondělí	Trenažér – 50 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 2x15 min (1 série – každých 30 sec 5 temp Int: 100% [35], 2 série – 5min 80%IANP, 5min 70%IANP, 5min 60%IANP.
T_1 - úterý	**S_1 – 4ČPLK**
Středa	Trenažér - 55 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 3x 10 min (4min [22] Int: 70%IANP, 3min [24] Int: 80%IANP, 2min [26] Int: 90%IANP – 1min [24] Int: 70%IANP) IO: 3min
Čtvrtek	Trenažér – 50 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 2x15 min (1 série – každých 30 sec 5 temp Int: 100% [35], 2 série – 5min 80%IANP, 5min 70%IANP, 5min 60%IANP.
T_2 – Pátek	**S_2 – 5ČPLK**
Sobota	Trenažér - 55 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 3x 10 min (4min [22] Int: 70%IANP, 3min [24] Int: 80%IANP, 2min [26] Int: 90%IANP – 1min [24] Int: 70%IANP) IO: 3min
Neděle	Trenažér – 50 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 2x15 min (1 série – každých 30 sec 5 temp Int: 100% [35], 2 série – 5min 80%IANP, 5min 70%IANP, 5min 60%IANP.
T_3 - Pondělí	**S_3 – SČPLK**
Úterý	Trenažér - 55 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 3x 10 min (4min [22] Int: 70%IANP, 3min [24] Int: 80%IANP, 2min [26] Int: 90%IANP – 1min [24] Int: 70%IANP) IO: 3min
Středa	Trenažér – 50 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 2x15 min (1 série – každých 30 sec 5 temp Int: 100% [35], 2 série – 5min 80%IANP, 5min 70%IANP, 5min 60%IANP.

T_4 – čtvrtek	**S_4 – ConcT** **S_5 – TVANP** SF_{max} – 0,685*věk
Pátek	Trenažér - 55 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 3x 10 min (4min [22] Int: 70%IANP, 3min [24] Int: 80%IANP, 2min [26] Int: 90%IANP – 1min [24] Int: 70%IANP) IO: 3min
Sobota	Trenažér – 50 min, rozveslování – 15 min, Hlavní část: 2x15 min (1 série – každých 30 sec 5 temp Int: 100% [35], 2 série – 5min 80%IANP, 5min 70%IANP, 5min 60%IANP.
T_5 – Neděle	**S_6 – 20KT, intenzita na úrovni IANP vypočítaná ze sestupného časového protokolu.**

3.2 Charakteristika souborů

Do výzkumu bylo vybráno 10 probandů na základě jednotlivých kritérií. Přitom byl kladen důraz na homogennost skupiny.

Kritéria výběru probandů:

- Pravidelná trénovanost minimálně 6 tréninkových jednotek za týden
- Věk od 18-32 let
- Platná zdravotní prohlídka + registrace na Českém veslařském svazu
- Sportovní věk min 5 let

Na základě těchto kritérií bylo vybráno 10 probandů mužského pohlaví z veslařského klubu Bohemians Praha. Ti také splňovali základní předpoklady již zmiňované homogennosti.

Tabulka č. 6. – stručná charakteristika sledovaného souboru mužské skupiny.

Proband	Věk [roky]	Sportovní věk [roky]	Výška [cm]	Hmotnost [Kg]	Osobní rekord na 6000 m [min]
Proband č.1	30	5	186	85	20:22
Proband č.2	30	16	177	75	20:35
Proband č.3	31	19	188	84	20:17
Proband č.4	24	14	188	80	20:12
Proband č.5	20	9	186	82	20:30
Proband č.6	31	20	189	78	20:30
Proband č.7	19	5	193	80	20:26
Proband č.8	19	6	183	70	21:06
Proband č.9	20	5	189	83	19:45
Proband č.10	28	18	191	91	19:36
Průměr $\bar{x}$	25,2	11,6	187	80,8	20:19
SD	5,3	6,3	4,5	5,8	25,4

V tabulce č. 6 můžeme vidět 10 probandů. Tito veslaři se pravidelně účastní vnitrostátních soutěží, a proto také mají všichni platné registrační průkazy s lékařskou prohlídkou. Někteří probandi jsou bývalí reprezentanti v juniorských a U23 kategoriích. Průměrný věk u těchto 10 probandů je 25,2 (±5,3) let. Sportovní věk ve stavu aktivních veslařů je v průměru 11,6 (±6,3) let. Průměrná výška nám ukazuje hodnotu 187 (±4,5) cm a hmotnost je 80,8 (±5,8) kg. Osobní rekordy probandů na veslařském trenažéru jsou v průměru na 6 kilometrové distanci v hodnotě 20:19 min (±25,4).

3.4 Metody získávání dat

V metodách získávání dat jsme využili ve stavech S_1,S_2,S_3,S_4 a S_5 trenažér Model D od firmy Concept 2 (viz. obrázek č. 6), který se používá v profesionálních diagnostických centrech, tudíž je regulérním nástrojem k vyhodnocení hodnoty výkonu. Tento trenažér

konkrétně posloužil ke spojení tepové frekvence a hodnotě výkonu v podobě wattů.

Obrázek č. 6.: Veslařský trenažér Concept 2 Zdroj: https://www.concept2.com/indoor-rowers/model-d

Dalším nástrojem k vyhodnocení dat nám posloužil sporttester Garmin Fenix 6 (viz. Obrázek č. 7) s hrudním pásem, který se přes svou bezdrátovou funkci dokázal připojit přímo na monitor Concept 2 - PM5. V tomto okamžiku jsme dostali data přímo k jednotlivým úsekům protokolů s výkonem a tepovou frekvencí. Garmin fenix 6 nám předal maximální hodnoty tepové frekvence z úseků posledních vteřin zátěže.

Obrázek č. 7.: Garmin Fenix 6 Zdroj: https://buy.garmin.com/cs-CZ/CZ/p/641530/pn/010-02159-14

Jako poslední důležitý nástroj k vyhodnocení dat byl použit laktátoměr Lactate scout (viz. Obrázek č. 8), který sloužil k odběru kapilárního krevního laktátu. Tento nástroj obsluhovala MUDr. Veronika Bartoňová, která probandům vpichovala do ušních lalůčků jednorázové jehly. Kapky krve následně přikládala na testovací proužky. Po nasátí již velice malého množství krve do kapiláry testovacího proužku začal přístroj automaticky měřit obsah laktátu. Výsledek se zobrazil do 15 sekund.

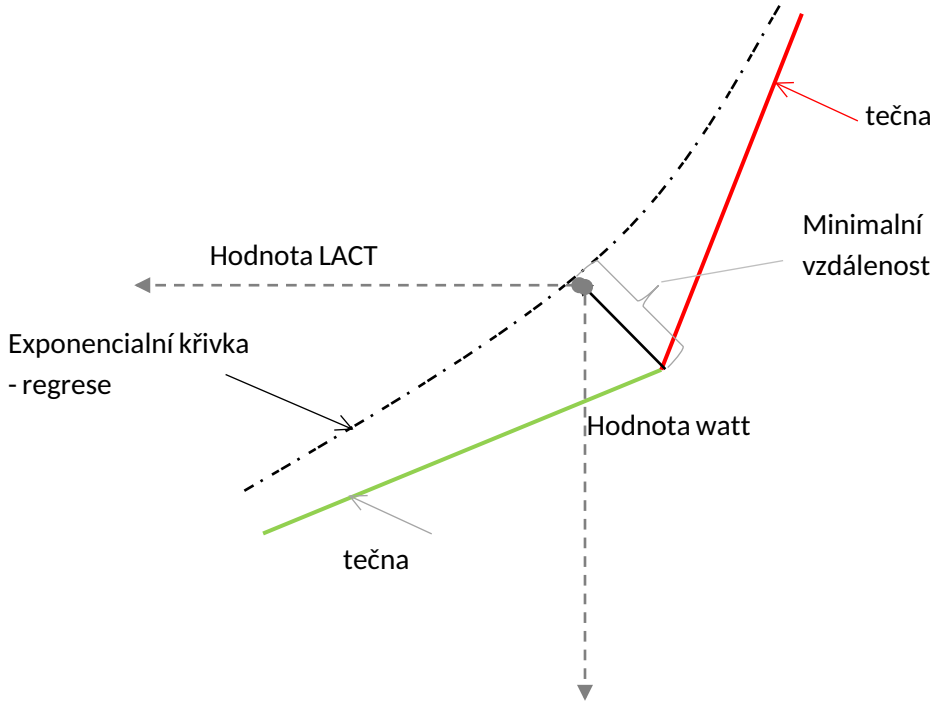
Obrázek č. 8.: laktátoměr Lactate scout Zdroj: https://lactate.com/lactatescout.html

Výzkumné stavy probíhaly individuálním nastavením zátěže jednotlivým probandům z výkonu na 2 000 a 6 000 m. Před jednotlivými testováními probíhala individuální rozcvička každého probanda, která obsahovala rozběh a dynamický strečink v čase 15-20 minut. Všichni zúčastnění probandi upravili svoje tréninkové plány na časový harmonogram, který sestává z 48 hodin před testem lehkého tréninku, aby tento výsledek nebyl zkreslený. Výzkum probíhal na veslařském klubu Bohemians za dozoru kvalifikovaného personálu při odběrech laktátu. Výzkum byl realizovaný v období března a června, kdy se sportovci připravují bez velkých intenzivních tréninků a výkon je tak ustálený. Testové protokoly se uskutečnily od 8:00 – 10:00 (viz tabulka č. 5.).

3.5 Metody zpracování a vyhodnocení dat

Vyhodnocení dat probíhalo v programu Excel, které spočívalo v sestrojení regresní exponenciální křivky. Invazivní metoda laktátové křivky je založena na plynulém růstu laktátu, tepové frekvence a wattů. V tomto programu máme nadefinovanou funkci LOGEST, která slouží na aproximaci pozorovaných údajů exponenciální křivkou.

Obrázek č. 9.: Postup vyhodnocování IANP (Clementis a Shickhofer, 2014)



Zpracování naměřených hodnot laktátové křivky probíhá přeložením exponenciální křivky přes hodnoty laktátu a wattů (viz. obrázek č. 9). Ve vyhodnocování se vypočítá souřadnice průsečíku tečen vycházejících z konců exponenciální křivky. Poté se vyznačí body na exponenciální křivce, která odpovídá nejmenší vzdálenosti průsečíku přímek a exponenciální křivky. Z tohoto bodu se vyznačí vodorovnou čárou bod, který znázorňuje hodnoty výkonu a laktátu resp. odpovídá IANP. (Rédr a Schickhofer, 2016)

Velmi podrobně se exponenciální regresí zabývá Clementis a Schickhofer (2014). Ti říkají, že: Naměřené hodnoty (watt, laktát) je potřebné přeložit exponenciální křivkou, která má nejmenší kvadratickou odchylku od naměřených bodů. Exponenciální rovnice je ve tvaru:

$$y = A \times e^{Bx_x}$$

Kde: A, B – parametry exponenciální rovnice,

e – Eulerovo číslo, základ přirozeného logaritmu,

x – souřadnice osy x, v našem případě hodnota watt.

Clementis (2016) dále uvádí, že aproximace je založená na metodě nejmenších čtverců. Nejmenší čtverce znamenají, že výsledné řešení má minimalizovat součet čtverců odchylek vůči každé rovnici.

Zpracování naměřených hodnot laktátových křivek v programu Excel probíhá přes hodnoty výkonu, tepové frekvence a laktátu:

- Přeložíme exponenciální křivku přes naměřené hodnoty výkonu (watt) a laktátu (mmol/l),
- Výpočet souřadnic průsečíku tečen vycházejících z konců exponenciální křivky.
- Určujeme bod na exponenciále, který má nejmenší vzdálenost průsečíku přímek a samotné exponenciále.
- Z bodu na exponenciále se vynese horizontálou bod na spojnici naměřených hodnot.

Nutno dodat, že teoretické počítaní regresní rovnice není předmětem ani cílem této diplomové práce.

3.6 Vyhodnocení získaných dat

Při zpracování dat jsme postupovali použitím základních matematických statistických metod, konkrétně šlo o: aritmetický průměr, směrodatnou odchylku, Pearsonův korelační koeficient a párový t-test.

- Aritmetický průměr: Dle Hendla (2006) je aritmetický průměr definován jako součet všech naměřených údajů vydělený jejich počtem.

  Označujeme ho pomocí symbolu [$\bar{x}$]. Fyzikálně si aritmetický průměr představujeme jako těžiště dat nad průměrem, oba součty jsou v rovnováze. Součet vzdálenosti od průměru hodnot vyšších než průměr. Každá hodnota má stejnou váhu. (Hendl, 2006)
- Směrodatná odchylka: Hendl (2006) popisuje směrodatnou odchylku jako: [s] je odmocnina z rozptylu a vrací míru rozptýlenosti do měřítka původních dat. Směrodatná odchylka měří rozptýlenost kolem průměru a má se používat jenom tehdy, když průměr je vhodný jako míra střední hodnoty.
- Pearsonův korelační koeficient: Nejdůležitější mírou síly vztahu dvou náhodných spojitých proměnných X a Y. Počítají se z párových hodnot (x_i, y_i) změřených na n jednotkách náhodně vybraných z populace. Korelační koeficient [r] nabývá hodnot z intervalu [-1,1]. Jestliže má hodnotu 1 nebo -1, pak y-souřadnici bodu lze přesně spočítat pomocí lineárního vztahu z jeho x-souřadnice. Korelační koeficient [r] počítáme pomocí tzv. kovariance S_{xy} a směrodatných odchylek s_x a s_y obou proměnných. Jednotlivou míru vztahu uvádí hendl (2006) ve své tabulce č. 7. (Hendl, 2006)

  Tabulka č. 7: Hendl (2006) uvádí tabulku síly asociace korelačního koeficientu

Síla asociace	[r]
Malá	0,1 - 0,3
Střední	0,3 - 0,7
Vysoká	0,7 - 1,0

  V naši práci budeme považovat za statisticky vysokou sílu asociace ($r \geq 0,8$)

- Párový t-test: Pro zajištění statistické významnosti testu musí být použit dvouvýběrový párový t-test. T-test porovnává spárované variační řady dat. To znamená, že pochází ze

subjektů, které podstoupily dvě měření. Konají se dvě měření u jednoho výběrového souboru, přičemž první měření probíhá před aplikací experimentu a druhé po aplikaci. Dosažené hodnoty produkují páry a reprezentují při testování jak kontrolní, tak i experimentální skupinu porovnávaných dat. Vychází se z rozdílů naměřených párových hodnot u srovnávaných variačních řad. Testuje se hypotéza, že střední hodnota měření před experimentem a po experimentu se rovnají. K výpočtu je potřeba aritmetický průměr, směrodatná odchylka a rozptyl. K vyjádření zamítnutí nebo nezamítnutí nulové hypotézy je důležité zvolit hladinu významnosti [p]. Pokud $p \geq 0{,}05$, zjistili jsme statisticky nevýznamný rozdíl. Pokud $p \leq 0{,}05$, zjistili jsme staticky významný rozdíl (případně $p \leq 0{,}01$ – statisticky vysoce významný rozdíl) (www.cit.vfu.cz).

4. Výsledky práce

Tabulky výsledků nám ukazují naměřené hodnoty v průběhu testování probandů (1-10). Testovaní probandi podstoupili nejprve šesti úsekový 4ČPLK se dvěma minutami intervalu odpočinku. Po 48 hodinách odpočinku spojeného s regeneračním tréninkem následoval pěti úsekový 5ČPLK s intervalem odpočinkem 2 minuty. Opět následovalo 48 hodin odpočinku a regeneračního tréninku v nízké intenzitě. Dalším testem byl pěti úsekový SČPLK s minutovým intervalem odpočinku v pořadí 20 minut, 15 minut, 10 minut, 5 minut a 5 minut. U všech těchto invazivních diagnostik se měřil krevní laktát, tepová frekvence a hodnota výkonu. Po tomto testu následoval aktivní odpočinek v podobě 48 hodin. Posledním testem na trenažeru byl neinvazivní stupňovitý ConcT bez intervalu odpočinku do maximální intenzity. V tomto případě se odebírala tepová frekvence a hodnota výkonu. Tabulka je zakončena poslední diagnostikou anaerobního prahu. Šlo o neinvazivní metodu TVANP, která je nejméně náročná pro probandy. Výpočet byl tvořen vzorcem: SF_{max} – 0,685*věk. Po dalších 48 hodinách od diagnostiky ConcT se konal finální porovnávací 20KT. Ten byl zakončen odebráním kapilární krve z ušního lalůčku, tepové frekvence a průměrné hodnoty výkonu.

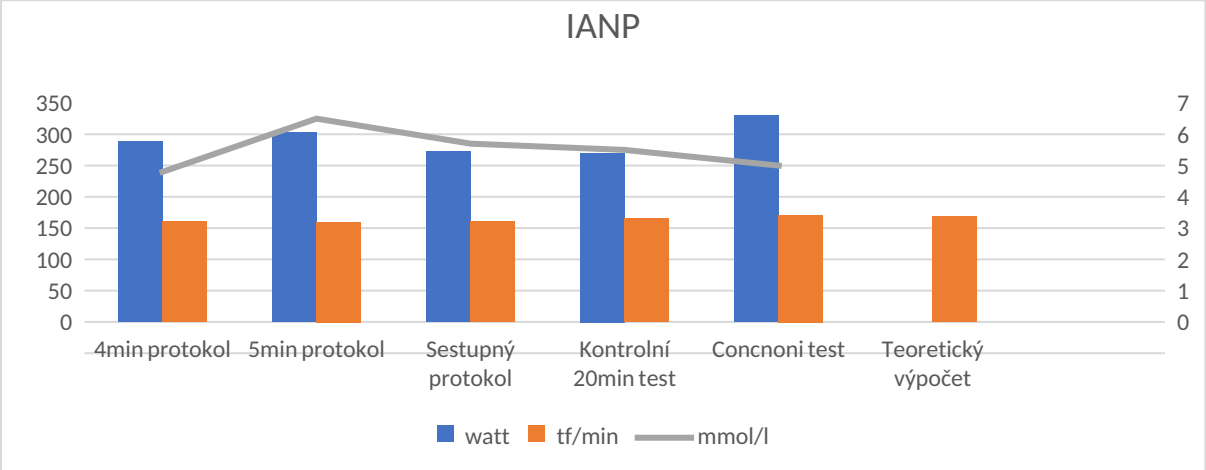
4.1 Výsledky probanda č.1

V tabulce č. 8. můžeme sledovat 20minutový kontrolní test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Lze jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 4 min protokol s rozdílem o 15 wattů nadhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 57 wattů nadhodnocen. Bod zlomu v Conconiho testu nám ukázal hodnotu tepové frekvence 171 úderů, což je znovu nejvíce ze všech diagnostik. Nejpřesnějším byl o 4 údery za minutu teoretický výpočet. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u sestupného protokolu laktátové křivky o 0,2 mmol/l. Pro lepší přehled je zde graf č. 1. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.1 můžeme nalézt v příloze č. 3.

Tabulka č. 8 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 1

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	288	161	4,8
5 – min protokol	303	160	6,5
Sestupný protokol	273	161	5,7
Conconiho test	330	171	
Teoretický výpočet		169	
Kontrolní 20 min test	270	165	5,5

Graf č. 1: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 1



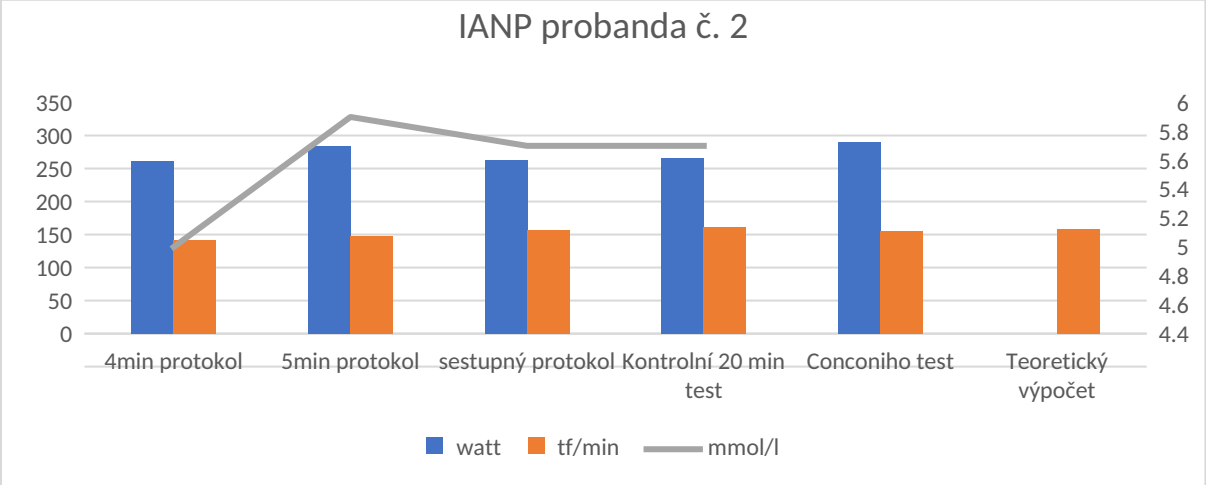
4.2 Výsledky probanda č. 2

V tabulce č. 9 můžeme sledovat kontrolní 20minutový test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Lze jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 4minutový časový protokol s rozdílem o pouhý 1 watt podhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 28 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je nejblíže teoretický výpočet, respektive o 3 tepy za minutu podhodnocený. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u sestupného protokolu laktátové křivky, která byla přesná na jednotky. Pro lepší přehled je zde graf č. 2. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.2 můžeme nalézt v příloze č. 4.

Tabulka č. 9 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 2

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	261	141	5
5 – min protokol	284	147	5,9
Sestupný protokol	262	157	5,7
Conconiho test	290	155	
Teoretický výpočet		158	
Kontrolní 20 min test	265	161	5,7

Graf č. 2: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 2



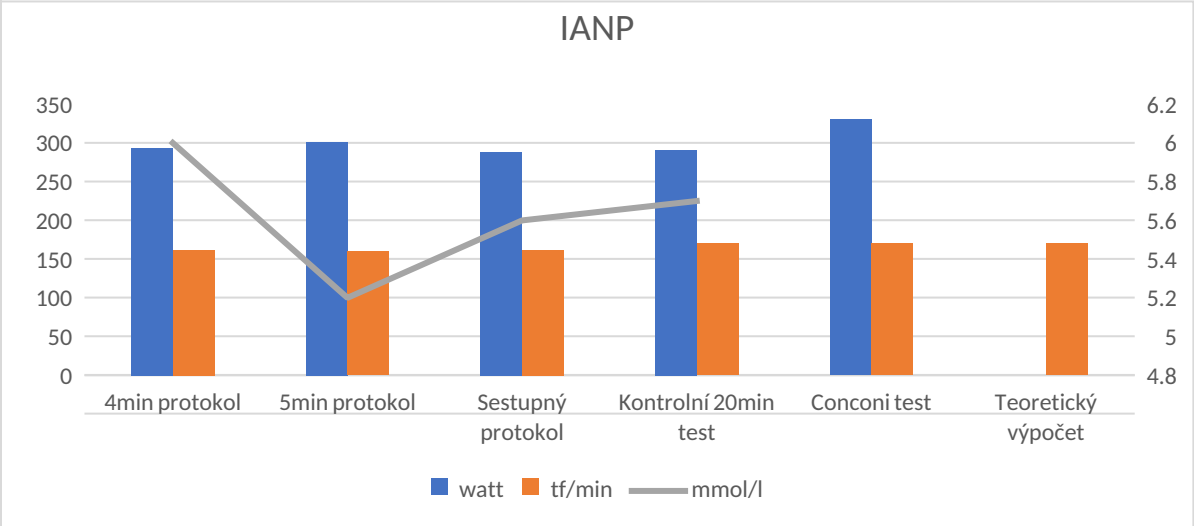
4.3 Výsledky probanda č. 3

V tabulce č. 10 lze sledovat kontrolní 20minutový test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Můžeme jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 4minutový časový protokol s rozdílem o 5 wattů nadhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 42 wattů nadhodnocen. Paradoxně u hodnoty tepové frekvence je nejblíže Conconiho test, který je přesně na jednotky tepů za minutu stejný s kontrolním testem. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u sestupného protokolu laktátové křivky o 0,1 mmol/l podhodnoty. Pro lepší přehled je zde graf č. 3. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.3 můžeme nalézt v příloze v č. 5.

Tabulka č. 10 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 3

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	293	162	6
5 – min protokol	301	160	5,2
Sestupný protokol	288	162	5,6
Conconiho test	330	170	
Teoretický výpočet		170	
Kontrolní 20 min test	291	170	5,7

Graf č. 3: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 3



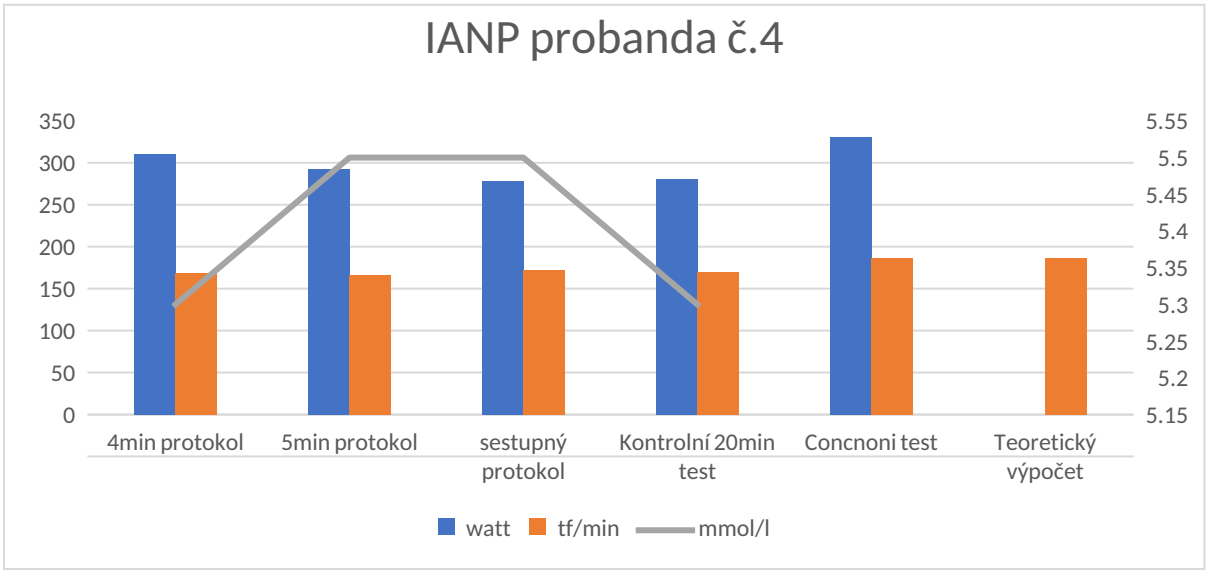
4.4 Výsledky probanda č. 4

V tabulce č. 11 vidíme kontrolní 20minutový test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Můžeme jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 5minutový časový protokol s rozdílem o pouhé 15 wattů nadhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 52 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je nejblíže 4minutový časový protokol, který je o 1 tep za minutu podhodnocen. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u 4minutového protokolu laktátové křivky bez rozdílu. Pro lepší přehled je zde graf č. 4. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.4 můžeme nalézt v příloze č. 6.

Tabulka č. 11 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 4

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	310	169	5,3
5 – min protokol	293	166	5,5
Sestupný protokol	278	172	5,5
Conconiho test	330	187	
Teoretický výpočet		186	
Kontrolní 20 min test	280	170	5,3

Graf č. 4: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 4



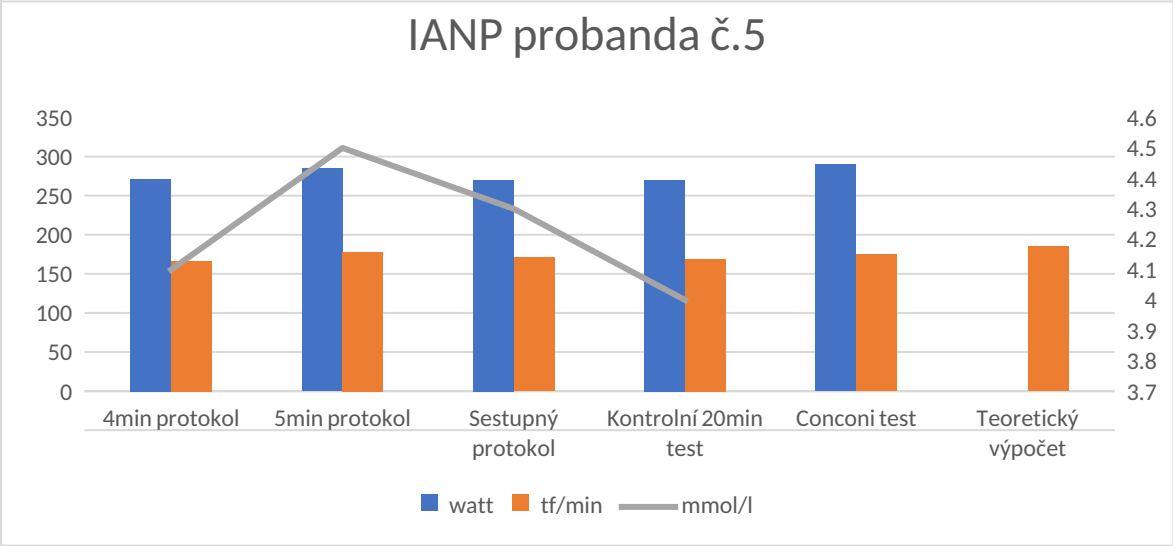
4.5 Výsledky probanda č. 5

V tabulce č. 12 vidíme kontrolní 20minutový test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Můžeme jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 4minutový časový protokol s rozdílem 1 wattu nadhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 20 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je nejblíže sestupný protokol, který je o 2 tepy za minutu nadhodnocen. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u 4minutového časového protokolu laktátové křivky o 0,1 mmol/l nadhodnocena. Pro lepší přehled je zde graf č. 5. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.5 můžeme nalézt v příloze č. 7.

Tabulka č. 12 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 5

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	271	167	4,1
5 – min protokol	285	178	4,5
Sestupný protokol	270	171	4,3
Conconiho test	290	175	
Teoretický výpočet		185	
Kontrolní 20 min test	270	169	4

Graf č. 5: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 5



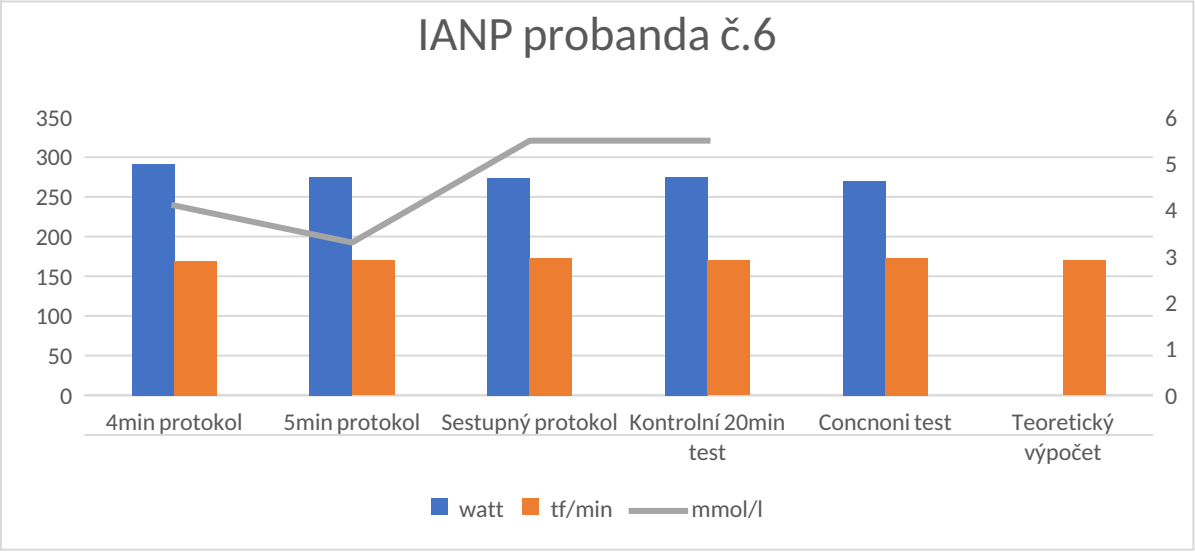
4.6 Výsledky probanda č. 6

U tabulky č. 13 můžeme sledovat kontrolní 20minutový test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Můžeme jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 5minutový časový protokol s rozdílem 1 wattu nadhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal 4minutový časový protokol laktátové křivky, který je o 17 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je přesně 5minutový časový protokol laktátové křivky. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u sestupného protokolu laktátové křivky na desetiny mmol/l laktátu. Pro lepší přehled je zde graf č. 6. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.6 můžeme nalézt v příloze č. 8.

Tabulka č. 13 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 6

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	291	169	4,1
5 – min protokol	275	170	3,3
Sestupný protokol	274	173	5,5
Conconiho test	270	173	
Teoretický výpočet		170	
Kontrolní 20 min test	275	170	5,5

Graf č. 6: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 6



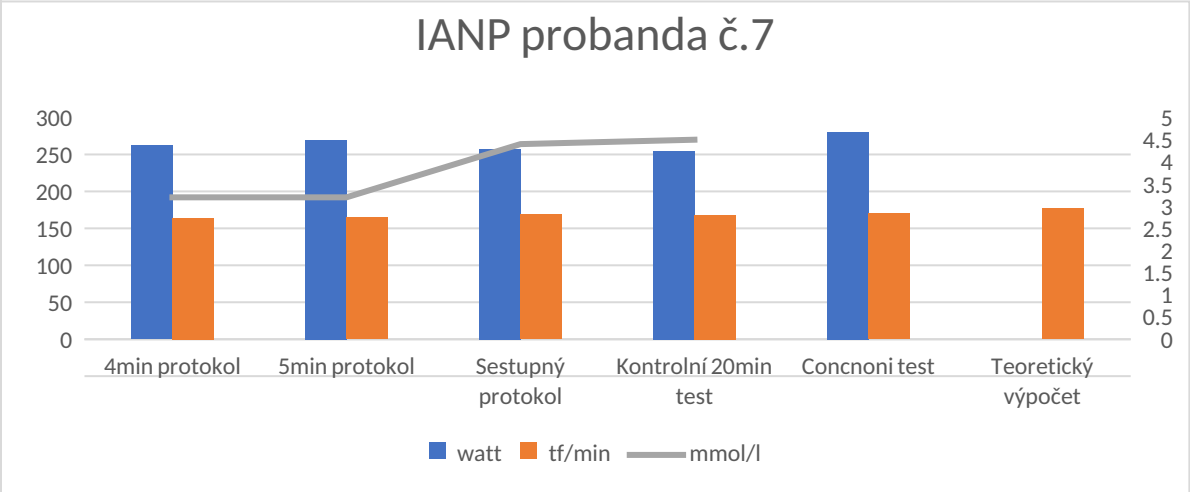
4.7 Výsledky probanda č. 7

V tabulce č. 14 je představen kontrolní 20minutový test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Můžeme jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 4minutový časový protokol s rozdílem o 5 wattů nadhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 23 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je nejblíže sestupný časový protokol laktátové křivky o 1 tep za minutu nadhodnocen. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u sestupného protokolu laktátové křivky o 0,1 mmol/l podhodnoty. Pro lepší přehled je zde graf č. 7. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.7 můžeme nalézt v příloze č. 9.

Tabulka č. 14 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 7

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	262	164	3,2
5 – min protokol	270	165	3,2
Sestupný protokol	257	169	4,4
Conconiho test	280	170	
Teoretický výpočet		177	
Kontrolní 20 min test	255	168	4,5

Graf č. 7: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č.7



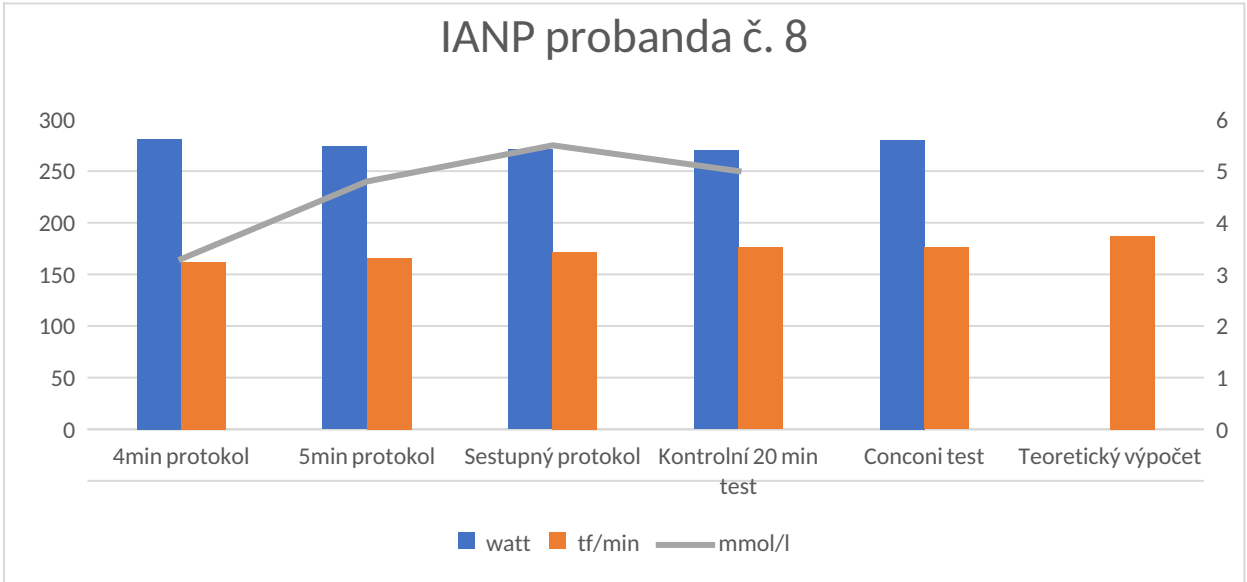
4.8 Výsledky probanda č. 8

V tabulce č. 15 se seznamujeme s kontrolním 20minutovým testem, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Lze ho porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 5minutový časový protokol s rozdílem o 3 watty nadhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 9 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je nejpřesnější na jednotky tepů teoretický výpočet. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u 5minutového časového protokolu laktátové křivky o 0,2 mmol/l podhodnoty. Pro lepší přehled je zde graf č. 8. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.8 můžeme nalézt v příloze č. 10.

Tabulka č. 15 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 8

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	281	162	3,3
5 – min protokol	274	166	4,8
Sestupný protokol	271	172	5,5
Conconiho test	280	176	
Teoretický výpočrt		187	
Kontrolní 20 min test	270	176	5

Graf č. 8: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 8



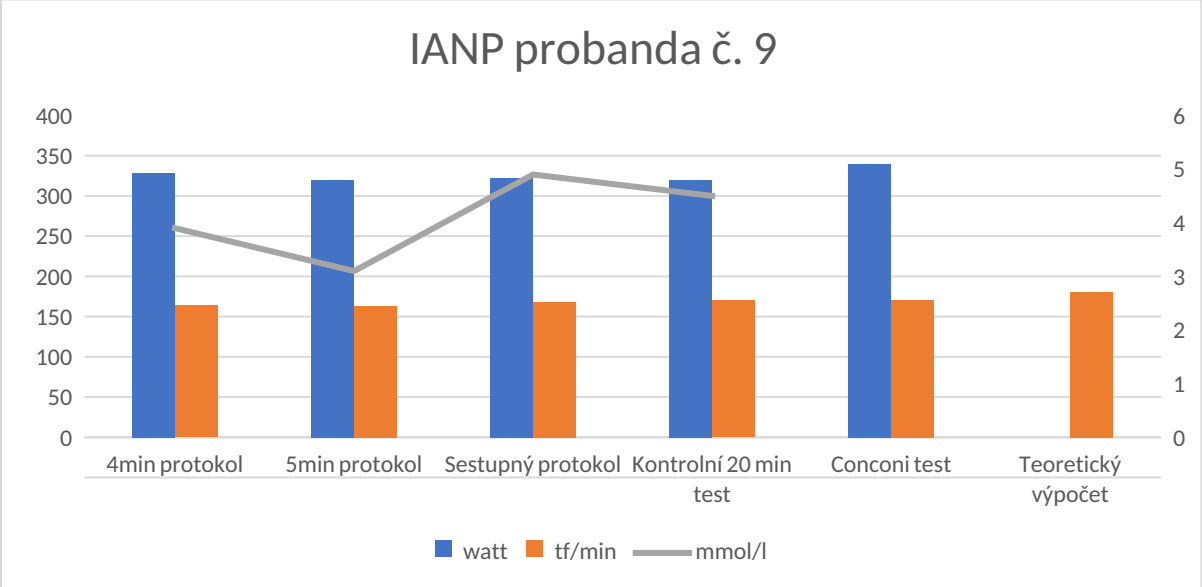
4.9 Výsledky probanda č. 9

V tabulce č. 16 je představen kontrolní 20minutový test, který je platný a který můžeme porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu pro hodnoty tepů a laktátu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 5minutový časový protokol s rozdílem 2 watty podhodnoty. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 20 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je nejblíže Conconiho test, který je o 1 tep za minutu nadhodnocen. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u sestupného protokolu laktátové křivky o 0,4 mmol/l nadhodnoty. Pro lepší přehled je zde graf č. 9. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.9 můžeme nalézt v příloze č. 11

Tabulka č. 16 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 9

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	329	164	3,9
5 – min protokol	320	163	3,1
Sestupný protokol	322	168	4,9
Conconiho test	340	171	
Teoretický výpočet		181	
Kontrolní 20 min test	320	170	4,5

Graf č. 9: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 9



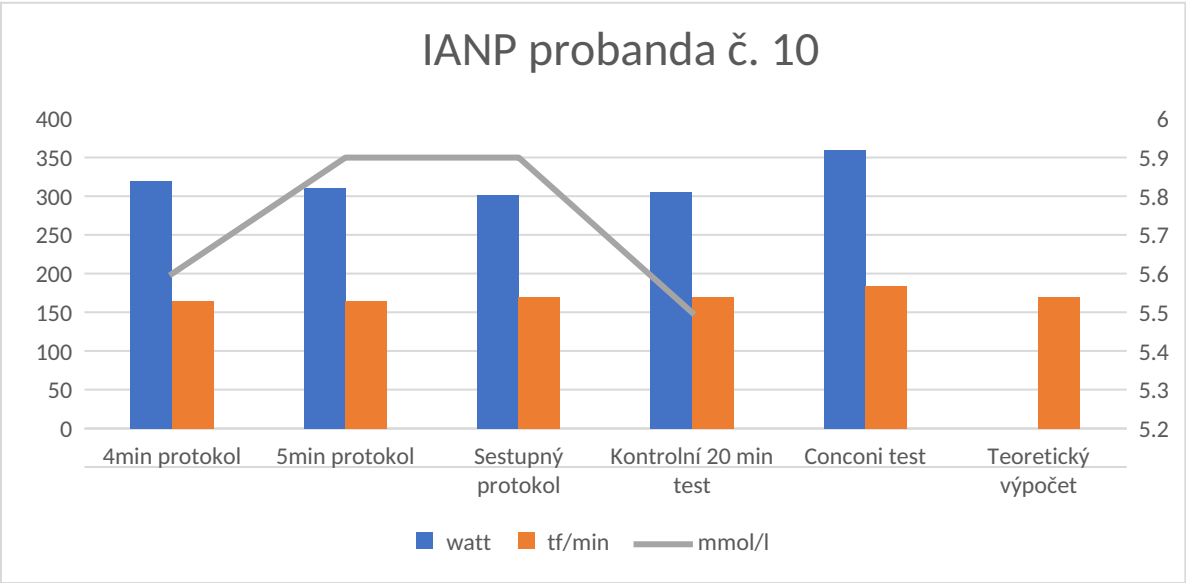
4.10 Výsledky probanda č. 10

V tabulce č. 17 můžeme sledovat kontrolní 20minutový test, který je platný pro hodnoty tepů a laktátu. Můžeme jej porovnávat s ostatními protokoly diagnostiky anaerobního prahu. V prvním sloupci vidíme hodnotu výkonu, kterou budeme porovnávat jen se sestupným časovým protokolem laktátové křivky, z důvodů ovlivnění kontrolního 20minutového testu. Nejblíže této hodnotě je 5minutový časový protokol s rozdílem o 10 wattů. Nejvíce nadhodnoceným se stal dle očekávání Conconiho test, který je o 59 wattů nadhodnocen. U hodnoty tepové frekvence je přesný sestupný časový protokol laktátové křivky. Hodnota laktátu byla nejpřesnější u 4minutového časového protokolu laktátové křivky, která byla o 0,1 mmol/l nadhodnocena. Pro lepší přehled je zde graf č. 10. Jednotlivé metody diagnostiky IANP u probanda č.10 můžeme nalézt v příloze č. 12.

Tabulka č. 17 - Porovnání výsledků všech diagnostik probanda č. 10

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	320	165	5,6
5 – min protokol	311	164	5,9
Sestupný protokol	301	170	5,9
Conconiho test	360	184	
Teoretický výpočet		174	
Kontrolní 20 min test	305	170	5,5

Graf č. 10: Vyhodnocené IANP všech použitých metod diagnostiky probanda č. 10



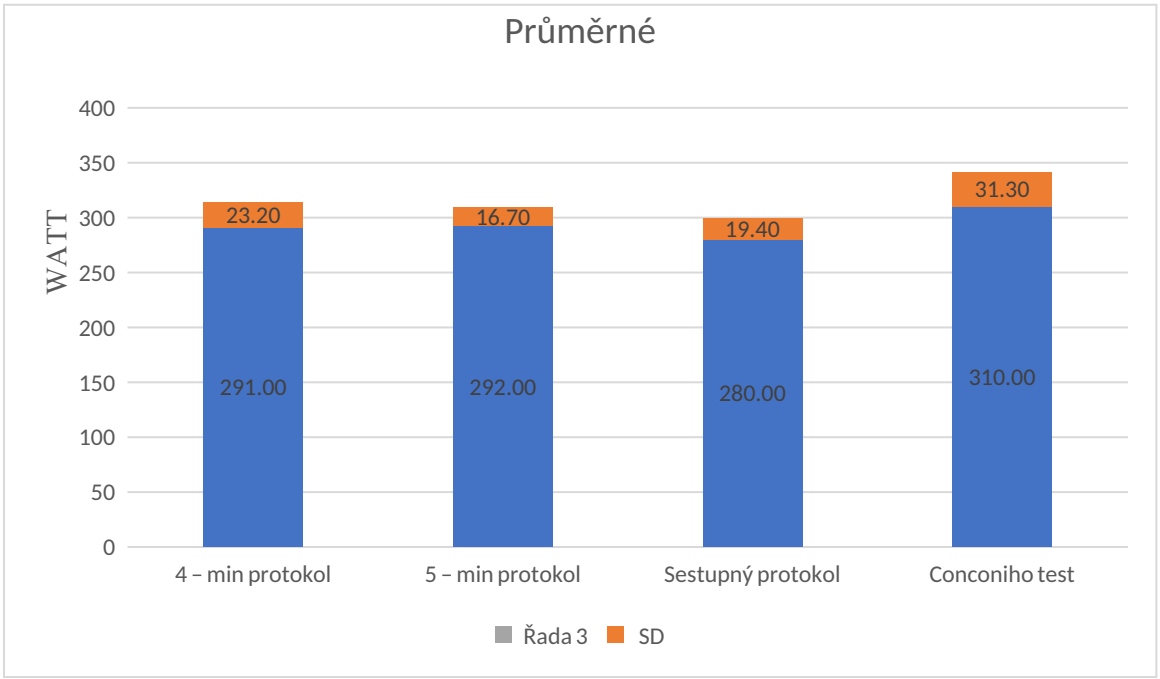
4.11 Průměrné výsledky všech probandů

Tabulka č. 18 nám ukazuje průměrné hodnoty IANP a SD všech probandů. U Conconiho testu nebyla měřena hodnotu laktátu. Tyto údaje také chybí u teoretického výpočtu, kde navíc postrádáme také hodnotu výkonu na IANP. Vhledem k tomu, že se kontrolní 20-minutový test jel z hodnoty výkonu sestupného časového protokolu laktátové křivky, tak tento údaj nelze porovnávat.

Tabulka č. 18 - Průměrné hodnoty výsledků diagnostik IANP a SD všech probandů.

Časové protokoly diagnostiky ANP	Hodnota výkonu na IANP [W]	Hodnota tepové frekvence na IANP [tf/min]	Hodnota laktátu na IANP [mmol/l]
4 – min protokol	291 (±23,2)	162 (±8)	4,5 (±1)
5 – min protokol	292 (±16,7)	164 (±7,9)	4,8 (±1,2)
Sestupný protokol	280 (±19,4)	168 (±5,5)	5,3 (±0,6)
Conconiho test	310 (±31,3)	173 (±8,7)	
Teoretický výpočet		176 (±9,5)	
Kontrolní 20 min test	280 (±19,8)	169 (±3,9)	5,1 (±0,6)

Graf č. 11 – Průměrné hodnoty výkonu IANP



Na základě grafu č. 11 můžeme porovnat diagnostiky IANP, které obsahovaly hodnotu výkonu. V tomto případě zde máme průměrné hodnoty IANP všech probandů. Porovnáváme je

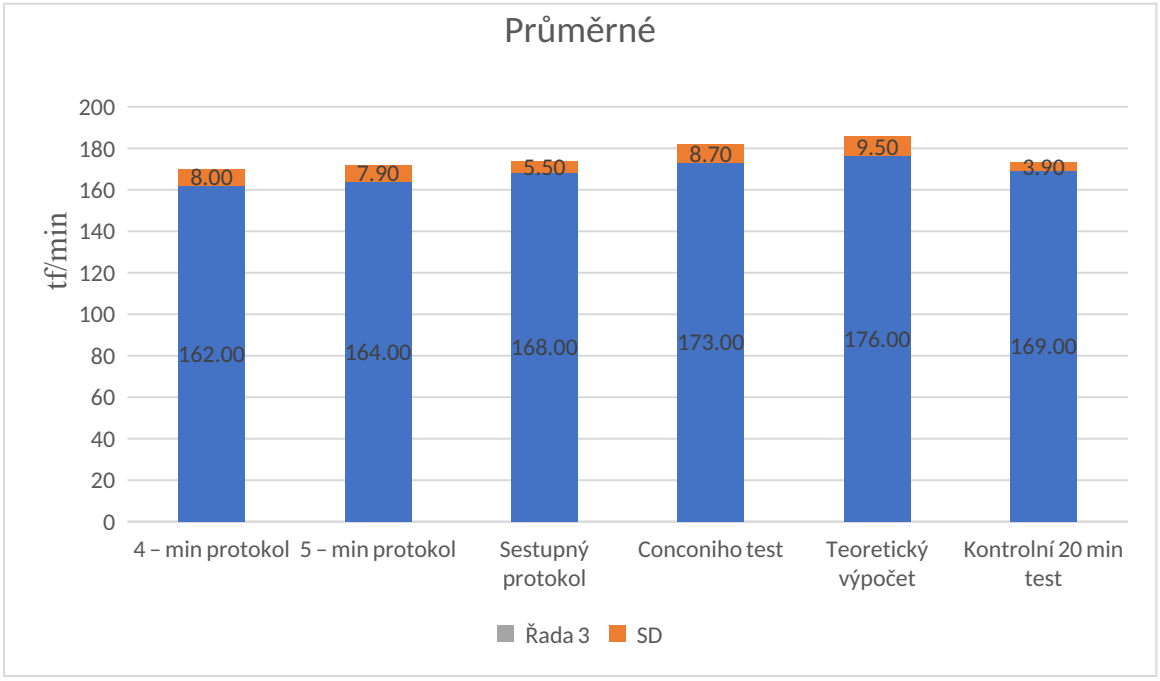
párovým t-testem a hledáme dle této metody významnost na hladině významnosti $p \leq 0{,}05$.

4-min protokol nám udává průměrnou hodnotu výkonu 291 (±23,2) wattu. Což je o 11 wattu nadhodnota s ohledem na sestupný časový protokol laktátové křivky. Hladina významnosti byla vypočítána na (p=0,007), platí tedy $p \leq 0{,}01$. Testovaný rozdíl je statisticky vysoce významný.

5-min protokol nám udává průměrnou hodnotu výkonu 292 (±16,7) wattu. Což je o 12 wattu nadhodnota s ohledem na sestupný časový protokol laktátové křivky. Hladina významnosti byla vypočítána na (p=0,004), platí tedy $p \leq 0{,}01$. Testovaný rozdíl je statisticky vysoce významný.

Conconiho test nám udává průměrnou hodnotu výkonu 310 (±31,3) wattu. Což je o 30 wattu nadhodnota k sestupnému časovému protokolu laktátové křivky. Hladina významnosti byla vypočítána na (p=0,002), platí tedy $p \leq 0{,}01$. Testovaný rozdíl je statisticky vysoce významný.

Graf č. 12 – Průměrné hodnoty tepové frekvence



Na základě grafu č. 12 můžeme porovnat diagnostiky IANP, které obsahovaly hodnotu tepu. V tomto případě zde máme průměrné hodnoty IANP všech probandů.

4-min protokol nám udává průměrnou hodnotu tepu 162 (±8) tep/min. Což je o 7 tep/min podhodnota s ohledem na kontrolní 20-minutový test.

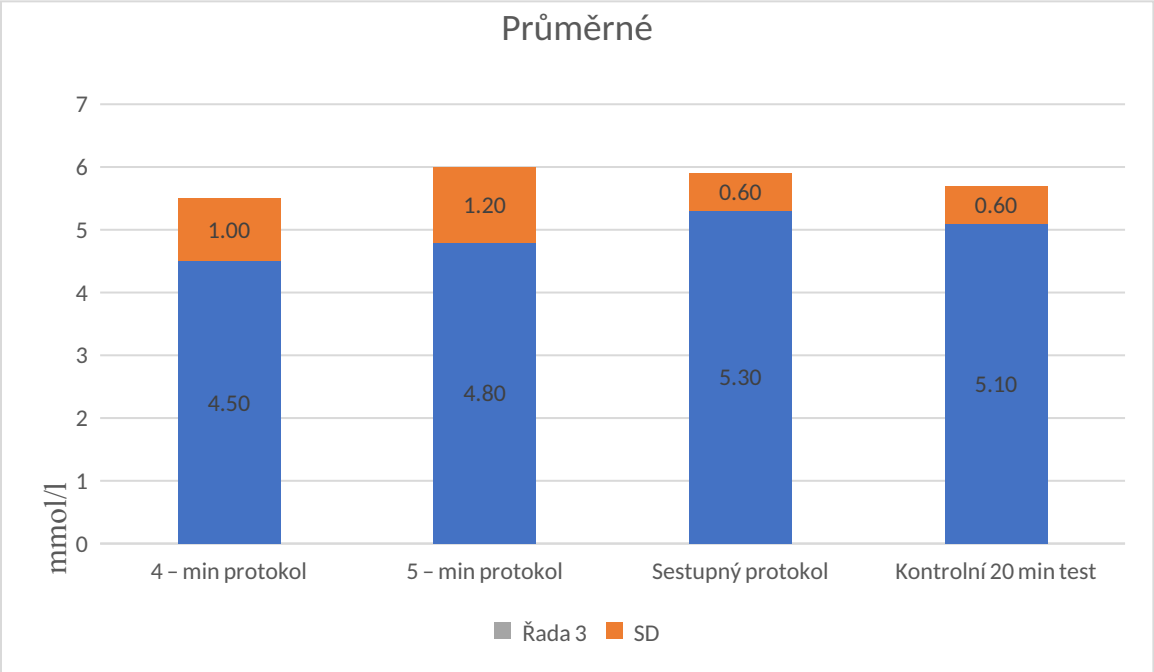
5-min protokol nám udává průměrnou hodnotu tepu 164 (±8) tep/min. Což je o 5 tep/min podhodnota s ohledem na kontrolní 20-minutový test.

Sestupný protokol nám udává průměrnou hodnotu tepu 168 (±5,5) tep/min. Což je o 1 tep/min podhodnota s ohledem na kontrolní 20-minutový test.

Conconiho test nám udává průměrnou hodnotu tepu 173 (±8,7) tep/min. Což je o 4 tep/min nadhodnota s ohledem na kontrolní 20-minutový test.

Teoretický výpočet nám udává průměrnou hodnotu tepu 176 (±9,5) tep/min. Což je o 7 tep/min nadhodnota s ohledem na kontrolní 20-minutový test.

Graf č. 13 – Průměrné hodnoty laktátu



Z grafu č. 13. lze porovnat diagnostiky IANP, které obsahovaly hodnotu laktátu. V tomto případě zde máme průměrné hodnoty IANP všech probandů.

4-min protokol nám udává průměrnou hodnotu laktátu 4,5 (±1) mmol/l. Což je o 0,6 mmol/l podhodnota s ohledem na kontrolní 20 minutový test.

5-min protokol nám udává průměrnou hodnotu laktátu 4,8 (±1,2) mmol/l. Což je o 0,3 mmol/l podhodnota s ohledem na kontrolní 20 minutový test.

Sestupný protokol udává průměrnou hodnotu laktátu 5,3 (±0,6) mmol/l. Což je o 0,2 mmol/l nadhodnota s ohledem na kontrolní 20minutový test.

5 Statistické vyhodnocení dat

V následujících tabulkách č. 19. a 20. můžeme pozorovat průměrné hodnoty všech metod diagnostiky IANP s kontrolním 20minutovým testem. Po použití statistických výpočtů, konkrétně párového t-testu, u kterého hladina statistické významnosti byla stanovena na ($p < 0,05$), můžeme tyto výsledky níže interpretovat. Dále byl použit Pearsonův korelační koeficient, jehož hodnoty míry závislosti jsou v této diplomové práci nastaveny ($r \geq 0,8$) jako statisticky vysoká míra vztahu.

Tabulka č. 19.: Průměrné hodnoty tepové frekvence diagnostiky IANP u jednotlivých probandů

Hodnota tepové frekvence [tf/min]	**4ČPLK**	**5ČPLK**	**SČPLK**	**ConcT**	**TVANP**	**20KT**
1 proband	161	160	161	171	169	165
2 proband	141	147	157	155	158	161
3 proband	162	160	162	170	170	170
4 proband	169	166	172	187	186	170
5 proband	167	178	171	175	185	169
6 proband	169	170	173	173	170	170
7 proband	164	165	169	170	177	168
8 proband	162	166	172	176	187	176
9 proband	164	163	168	171	181	170
10 proband	165	164	170	184	174	170
Průměr $\bar{x}$	**162 (±8)**	**164 (±7,9)**	**168 (±5,5)**	**173 (±8,7)**	**176 (±9,5)**	**169 (±3,9)**
Procentuální rozdíl [%]	**-3,8**	**-3**	**-0,8**	**2,5**	**3,9**	
Korelační koeficient [r]	**0,7**	**0,6**	**0,8**	**0,7**	**0,8**	
T-test [*p*]	**0,008**	**0,034**	**0,246**	**0,078**	**0,015**	
	$p \leq 0,01$	**$p \leq 0,05$**	**$p \geq 0,05$**	**$p \geq 0,05$**	**$p \leq 0,05$**	

V tabulce č. 19 je můžeme sledovat vyhodnocení výsledků tepové frekvence statistickými metodami.

Hodnota tepové frekvence a jejího rozdílu u 4ČPLK a hodnota tepové frekvence u 20KT měla hladinu významnosti vypočítanou t-testem ($p = 0{,}008$). Z tohoto výsledku můžeme tvrdit, že hodnota je nižší a platí tedy $p \leq 0{,}01$. Testovaný rozdíl je tedy statisticky vysoce významný. Další statistickou použitou metodou byl Pearsonův korelační koeficient, kterého výsledek je $r = 0{,}7$. U této výsledné hodnoty byla prokázána střední míra závislosti. Procentuální rozdíl činí -3,8 % ke 20KT.

Hodnota tepové frekvence a jejího rozdílu u 5ČPLK a hodnota tepové frekvence u 20KT měla hladinu významnosti vypočítanou t-testem ($p = 0{,}034$). Z tohoto výsledku můžeme konstatovat, že hodnota je nižší a platí tedy $p \leq 0{,}05$. Testovaný rozdíl je tedy statisticky významný. Další statistickou použitou metodou byl Pearsonův korelační koeficient, kterého výsledek je $r = 0{,}6$. U této výsledné hodnoty byla prokázána střední míra závislosti. Procentuální rozdíl činí -3 % ke 20KT.

Hodnota tepové frekvence a jejího rozdílu u SČPLK a hodnota tepové frekvence u 20KT měla hladinu významnosti vypočítanou t-testem ($p = 0{,}246$). Z tohoto výsledku lze tvrdit, že $p \geq 0{,}05$, a rozdíl je statisticky nevýznamný. Další statistickou použitou metodou byl Pearsonův korelační koeficient, kterého výsledek je $r = 0{,}8$. U této výsledné hodnoty byla nalezena vysoká míra závislosti (vysoká korelace). Procentuální rozdíl činí -0,8 % ke 20KT.

Hodnota tepové frekvence a jejího rozdílu u ConcT a hodnota tepové frekvence u 20KT měla hladinu významnosti vypočítanou t-testem ($p = 0{,}078$). Z tohoto výsledku můžeme usoudit, že $p \geq 0{,}05$, a rozdíl je statisticky nevýznamný. Další statistickou použitou metodou byl Pearsonův korelační koeficient, kterého výsledek je $r = 0{,}6$. U této výsledné hodnoty byla prokázána střední míra závislosti. Procentuální rozdíl činí 2,5 % ke 20KT.

Hodnota tepové frekvence a jejího rozdílu u teoretického výpočtu anaerobního prahu (dále jen TVANP) a hodnota tepové frekvence u 20KT měla hladinu významnosti vypočítanou t-testem ($p = 0{,}015$). Z tohoto výsledku můžeme konstatovat, že hodnota je nižší a platí tedy $p \leq 0{,}05$. Testovaný rozdíl je tedy statisticky významný. Další statistickou použitou metodou byl Pearsonův korelační koeficient, kterého výsledek je $r = 0{,}8$. U této výsledné hodnoty byla nalezena vysoká míra závislosti (vysoká korelace). Procentuální rozdíl činí 3,9 % ke 20KT.

Tabulka č. 20.: Průměrné hodnoty laktátu diagnostiky IANP u jednotlivých probandů

Hodnota laktátu [mmol/l]	**4ČPLK**	**5ČPLK**	**SČPLK**	**20KT**
1 proband	4,8	6,5	5,7	5,5
2 proband	5	5,9	5,7	5,7
3 proband	6	5,2	5,6	5,7
4 proband	5,3	5,5	5,5	5,3
5 proband	4,1	4,5	4,3	4
6 proband	4,1	3,3	5,5	5,5
7 proband	3,2	3,2	4,4	4,5
8 proband	3,3	4,8	5,5	5
9 proband	3,9	3,1	4,9	4,5
10 proband	5,6	5,9	5,9	5,5
Průměr $\bar{x}$	**4,5 (±1)**	**4,8 (±1,2)**	**5,3 (±0,6)**	**5,1 (±0,6)**
Procentuální rozdíl [%]	**-11,5**	**-6,7**	**3,1**	
Korelační koeficient [r]	**0,7**	**0,6**	**0,9**	

V tabulce č. 20 je můžeme sledovat vyhodnocení výsledků laktátu statistickými metodami. U hodnot krevního laktátu jsme provedli statistickou analýzu jen na míru závislosti Pearsonovým korelačním koeficientem.

Hodnota krevního laktátu a jeho rozdílu u 4ČPLK a hodnota krevního laktátu u 20KT měla míru závislosti vypočítanou Pearsonovým korelačním koeficientem na úrovni $r = 0,7$. Z tohoto výsledku můžeme konstatovat, že u hodnoty byla prokázána střední míra závislosti. Procentuální rozdíl činí -11,5 % ke 20KT.

Hodnota krevního laktátu a jeho rozdílu u 5ČPLK a hodnota krevního laktátu u 20KT měla míru závislosti vypočítanou Pearsonovám korelačním koeficientem na úrovni $r = 0,6$. Z tohoto výsledku lze usoudit, že u hodnoty byla prokázána střední míra závislosti. Procentuální rozdíl činí -6,7 % ke 20KT.

Hodnota krevního laktátu a jeho rozdílu u SČPLK a hodnota krevního laktátu u 20KT měla míru závislosti vypočítanou Pearsonovým korelačním koeficientem na úrovni $r = 0,9$. U této výsledné hodnoty byla nalezena vysoká míra závislosti (vysoká korelace). Procentuální rozdíl činí 3,1 % ke 20KT.

5.1 Shrnutí výsledků

Testovaný soubor tvořilo 10 veslařů, kteří se aktivně zúčastnili pěti, resp. šesti testů diagnostik anaerobního prahu. Díky tomu můžeme shrnout a porovnat výsledky. I přes to, že jednotlivé výsledky probandů byly různé, v celkových průměrných výsledcích bylo jednoznačně potvrzeno, že SČPLK byl nejpřesnější ke 20KT.

Z grafu č. 1 můžeme vysledovat průměrnou úroveň výkonu na IANP určenou ze sestupného časového protokolu laktátové křivky (280 W), která stanovila nižší hodnotu výkonu na IANP než ostatní metody diagnostiky (4ČPLK – 291 W, 5ČPLK – 292 W, ConcT – 310 W). Rozdíl SČPLK a ostatními metodami je statisticky významný na hladině významnosti $p \leq 0,01$.

V tabulce č. 19 můžeme vidět vysokou míru závislosti korelačního koeficientu průměrných hodnot IANP tepové frekvence. V tomto případě nám Pearsonův korelační koeficient vyhodnotil velmi vysokou míru závislosti $r = 0,8$ u SČPLK a TVANP. Ostatní metody diagnostiky IANP byly střední míry závislosti. Při použití párového t-testu nám vyšel ConcT a SČPLK jako statisticky nevýznamný rozdíl $p \geq 0,05$. Jako statisticky vysoce významný rozdíl výsledků vyšel u 4ČPLK $p \leq 0,01$. Jako statisticky významný rozdíl výsledků tepové frekvence vyšel 5ČPLK a TVANP $p \leq 0,05$.

Dalším korelačním výpočtem jsme zjistili vysokou přesnost krevního laktátu u sestupného časového protokolu laktátové křivky. Jedná se o nejvyšší hodnotu $r = 0,9$. V oblasti laktátu to je nevyšší míra závislosti ze všech testů, protože žádná jiná metoda laktátové křivky nebyla shledána vysoce významnou. Z důvodu neinvazivních metod diagnostiky IANP (ConcT a TVANP) jsme tyto testy nepodrobili této statistické metodě.

4ČPLK, který je nejpoužívanějším testem veslařů na Slovensku, vyšel v průměrné hodnotě výkonu nadhodnocen o 3,8 %, což je 11 wattů v hodnotě výkonu. Největší nadhodnota byla u 4. probanda, a to až 30 wattů. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě výkonu byl u 5. probanda v 1 watt nadhodnoty. Hodnota tepové frekvence je tentokrát podhodnocená a to o 3,9 %, což je 7 tep/min. Největší nadhodnota tepové frekvence byla u 2. probanda v hodnotě 20 tepů za

minutu. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě tepů byl u 4. a 6. probanda, kteří měli 1 tep podhodnotu a 1 tep nadhodnotu. V průměrných výsledcích však u tepové frekvence vyšla střední korelace v hodnotě $r = 0,7$, která nám neudává v této práci významnou míru závislosti s kontrolním 20KT. Posledním funkčním ukazatelem je laktát, který byl v procentuálním vyjádření o 11,5 % podhodnocen. V hodnotě laktátu se jedná o 0,6 mmol/l. Největší podhodnota byla u 8. probanda v hodnotě 1,8 mmol/l. Nejpřesnější hodnotu laktátu měl 4. proband v přesné hodnotě laktátu. Korelace v hodnotě laktátu vyšla $r = 0,7$, což je v této práci střední hodnota asociace a proto není významným výsledkem.

5ČPLK, který je nejpoužívanějším testem veslařů v ČR nám vyšel v průměrné hodnotě výkonu nadhodnocen o 4,1 %, což je 12 wattů v hodnotě výkonu. Největší nadhodnota byla u 1. probanda, která byla až 33 wattů. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě výkonu byl u 6. probanda v přesné hodnotě. Hodnota tepové frekvence je tentokrát podhodnocená a to o 3 % což je 5 tep/min. Největší nadhodnota tepové frekvence byla u 2. probanda v hodnotě 14 tepů za minutu. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě tepů byl u 6. probanda, který měl totožný tep v kontrolním testu. V průměrných výsledcích však u tepové frekvence vyšla střední korelace v hodnotě $r = 0,6$, která nám neudává v této práci významnou míru závislosti s kontrolním 20KT. Posledním funkčním ukazatelem je laktát, který v procentuálním vyjádření byl o 6,7 % podhodnocen. V hodnotě laktátu se jedná o 0,3 mmol/l. Největší podhodnota byla u 6. probanda v hodnotě 2,3 mmol/l. Nejpřesnější hodnotu laktátu měl 4. proband v hodnotě 0,2 mmol/l. Korelace v hodnotě laktátu vyšla $r = 0,6$, což je v této práci střední hodnota asociace a proto není významným výsledkem.

SČPLK, který použil Clementis (2014) vyšel v průměrné hodnotě výkonu přesně na jednotky výkonu stejně jako kontrolní. Toto se dalo čekat, protože intenzita kontrolního 20minutového protokolu byla dána ze sestupného protokolu. Největší nadhodnota byla u 10. probanda, a to 4 wattů. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě výkonu byl u 6. a 8. probanda v přesné hodnotě nadhodnoty 1 watt. Hodnota tepové frekvence je tentokrát podhodnocená, a to o 0,8 %. To je v hodnotě 1 tep/min. Největší podhodnota tepové frekvence byla u 3. probanda v hodnotě 8 tepů za minutu. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě tepů byl u 7. probanda, který měl 1 tep za minutu nadhodnoty. V průměrných výsledcích však u tepové frekvence vyšla vysoká korelace v hodnotě $r = 0,8$. Ta nám zajišťuje vysokou míru závislosti, a tedy i podobnost s kontrolním 20KT. Posledním funkčním ukazatelem je laktát, který byl v procentuálním vyjádření o 3,1% nadhodnocen. V hodnotě laktátu se jedná o 0,2 mmol/l. Největší nadhodnota byla u 8. probanda v hodnotě 0,5 mmol/l. Nejpřesnější hodnotu laktátu měl 2. proband v přesné

hodnotě laktátu. Korelace v hodnotě laktátu vyšla (r = 0,9), což je v této práci vysoká hodnota asociace a proto je významným výsledkem.

ConcT, který je často používán atlety v různých modifikacích, vyšel v průměrné hodnotě výkonu nadhodnocen o 10,7%, což je v hodnotě výkonu 30 wattů. Největší nadhodnota byla u 1. probanda, a to 60 wattů. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě výkonu byl u 6. probanda v podhodnotě 5 wattů. Hodnota tepové frekvence je tentokrát nadhodnocená a to o 2,6%, což je 4 tep/min. Největší nadhodnota tepové frekvence byla u 4. probanda v hodnotě 17 tepů za minutu. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě tepů byl u 3. a 7. probanda, kteří měli totožný tep v kontrolním testu. V průměrných výsledcích však u tepové frekvence vyšla střední korelace v hodnotě r = 0,7, což je v této práci střední hodnota asociace a proto není významným výsledkem. Posledním funkčním ukazatelem je laktát, který se u této metody neměřil.

TVANP vyšel v průměrné hodnotě tepu o 7 tep/min nadhodnocený. Největší nadhodnota tepové frekvence byla u 5. probanda v hodnotě 16 tepů za minutu. Nejpřesnější individuální práh na hodnotě tepů byl u 3. a 6. probanda, kteří měli stejnou tepovou frekvenci i v 20KT. V průměrných výsledcích však u tepové frekvence vyšla vysoká korelace v hodnotě r = 0,8. Ta nám zajišťuje vysokou míru závislosti, a tedy i podobnost s kontrolním 20KT.

Podrobné vyjádření statistický výsledků a dalších ukazatelů je uvedeno v diskuzi.

6 Diskuze

Cílem práce bylo porovnat nejpoužívanější metody diagnostiky anaerobních prahů na veslařském trenažéru. Do výzkumu byli vybráni veslaři, kteří splnili zadaná kritéria a měli zájem toto testování absolvovat. Věkový průměr byl 25,2 let a tréninková praxe ve veslování byla 11,6 let.

V úvodu práce byla položena vědecká otázka: „Která metoda diagnostiky individuálního anaerobního prahu bude statisticky nejpřesnější ke kontrolnímu podnětu v podobě 20 minutovému testu?“ Po shrnutí výsledků můžeme tvrdit, že statisticky nejpřesnější metodou diagnostiky anaerobního prahu je SČPLK. V následujících odstavcích jsou popsány jednotlivé argumenty.

Z výsledkových hodnot korelačního koeficientu u SČPLK k 20KT, který je platný, můžeme pozorovat vysoké míry závislosti v laktátu $r = 0,9$ a tepové frekvenci $r = 0,8$. Z tohoto důvodu lze považovat za pravdivou hodnotu výkonu SČPLK, jelikož je podhodnocená nejvíce ze všech použitých metod. Na 20KT měla průměrný laktát v hodnotě 5,3 mmol/l. Dle Pupiše et. Al (2008) se IANP pohybuje vysoce nad 4 mmol/l. Při představě, že probandi jedou 20KT na intenzitě z jiné metody diagnostiky IANP, musíme logicky usoudit, že laktát by byl násobně vyšší a jednalo by se tedy o nadhodnotu, kterou by probandi zřejmě neudrželi. Při porovnání rozdílu hodnoty výkonu ostatních metod diagnostiky IANP (4ČPLK, 5ČPLK, ConcT) k SČPLK jsme zjistili, že je hodnota výkonu statisticky významná na 1% hladině významnosti.

Jeden z mnoha důvodů uvádí diplomová práce Clementis a Schickhofer (2014). Tito autoři publikují jako hlavní důvod časovou náročnost SČPLK podobnou s 20KT. Jedná se o to, že laktát a tepová frekvence vysoce korelují právě se sestupným a kontrolním testem. Subjektivní pocity probandů po sestupném a kontrolním testu byly velmi podobné. Všichni se shodli na tom , že právě tyto testy byly nejnáročnější ze všech zmiňovaných. Dalším důvodem přesnosti sestupného testu je projev laktátu a tepové frekvence za určitý čas. Potvrzením je 4ČPLK, který se zdá jako velmi krátký na projevení všech funkčních hodnot laktátu a tepové frekvence. Tento test nám vyšel o 11 wattu nadhodnocen. Dle Sheparda (2000) po vysoce intenzivním zatížení dosahuje hladina laktátu v kapilární krvi svá maxima mezi 5–8 minutou. Záleží však na individuální fyziologii každého jedince. Bielik (2014) publikuje, že v případě vysoce intenzivního výkonu, je možné naměřit laktát později. Čím déle dokáže jedinec pracovat na kyslíkový dluh, tím později dochází k maximální kumulaci laktátu v krvi. Ještě více

zřetelnějším problémem byl ConcT. Linearní křivka tepové frekvence nestačila vystoupat na hranici zlomu, a proto jsou výsledky u této skupiny nadhodnoceny. Tuto problematiku popisuje Bourgois a Vrijens (1998). Ti testovali IANP právě z ConcT na kontrolním 30-minutovém testu. Výsledek byl neúspěšný pro šest veslařů, kteří kvůli vysokému zatížení tento test nedokončili. Dokončili ho čtyři veslaři, ale jejich laktát neodpovídal ANP, byl příliš vysoký. S tímto výsledkem musíme souhlasit, jelikož ConcT je v této diplomové práci nadhodnocen o propastných 30 wattů. Další autoři, kteří toto potvrzují jsou Grasgruber a Cacek (2008). Ve svých výzkumech uvádí vysoké nadhodnoty mezi výsledkem ConcT a invazivními metodami laktátových křivek pro určení anaerobního prahu. Clementis a Schickhofer (2014) ve své práci taktéž popisují 5ČPLK, který je vysoce nadhodnocený, a to o 15,6 wattu v průměru. Tento protokol máme společný, ale výsledek v této diplomové práci vyšel v průměru o 12 wattu nadhodnoty. Dalším tématem do diskuze je velký rozptyl hodnoty IANP v hodnotě laktátu. V naší práci máme tyto hodnoty rozdílu vyčísleny u 4ČPLK podhodnotu 0,6 mmol/l, což je 11% z 20KT. Opět se zde potvrzuje Shepardova (2000) publikace. Stejný výsledek můžeme vidět i u 5ČPLK, který je podhodnocený o 0,3mmol/l, což je o 7% méně než u kontrolního tetu.

U TVANP pozorujeme vysokou korelaci u tepové frekvence, ovšem t-test nám oznamuje, že $p \leq 0{,}05$ je tedy statisticky významný rozdíl hodnot. Mnoho autorů popisuje, že se nelze řídit jen tepovou frekvencí, která je velmi snadno ovlivnitelná např.: teplotním prostředím, nadmořskou výškou, teplotním diskomfortem, okolní vlhkostí, stravou, dehydratací atd. Navíc při striktním dodržení tepů hned od začátku kontrolního testu by se jednalo o vysoké nadhodnoty výkonu již v samém počátku. Každému jedinci individuálně trvá cca 5 – 8 min dle trénovanosti, než se tepová frekvence ustálí na hodnotě IANP.

Určení IANP může mít význam z hlediska strategie taktiky závodění. Především pak na začátku 6000 m dlouhého závodu

Naše zkušenosti u nadhodnocení výkonu IANP byly pouze u mužské populace. Máme také malý vzorek dat od reprezentačního trenéra žen, který podrobil svou skupinu veslařek k porovnání SČPLK a 5ČPLK. Výsledky nejsou tak zřetelné jako u mužů. Tato situace se dá vysvětlit tím, že ženy nedosahují takových hodnot výkonu a metoda vyhodnocení lineární regrese nepracuje s tak velkými rozptyly hodnot na škále. Nutno dodat, že to jsou individuální výsledky, které nejsou statisticky vyjádřeny žádnou metodou.

Diplomová práce Bílého a Busty (2015) se věnovala porovnání funkčních hodnot fyziologických ukazatelů na kajaku a klikové ergometrii. Výsledky práce ukazují na minimální rozdíly v hodnotách fyziologických ukazatelů (TF, VO_2peak, Vmax, VT) přesně 4,43%. Bylo by velmi zajímavé srovnání SČPLK realizovat na vodě i trenažéru. Bílý a Busta (2015) dodává proč výsledky realizované na vodě byly menších hodnot, je tomu kvůli použití mnohonásobně více svalů a řešení rovnováhových schopností, které probandy dříve unavily.

Diagnostika IANP v českých veslařských klubech je velmi zanedbávané téma. Trenéři tak pracují s nepřesnými informacemi z těchto diagnostik, které získali z laboratorních vyšetření. V současné době se již takřka denně setkáváme s vlastní úpravou intenzit tréninkových jednotek samotnými veslaři, jelikož vypočítaná intenzita je k udržení příliš vysoká. K tomu by měl sloužit právě tento sestupný časový protokol, jenž určuje reálnou hodnotu každého jedince. Dnešním trendem ve vrcholovém sportu je detekovat funkční parametry na jednotky wattů, nikoliv na ± 10-15 wattů, jak nám některé nejčastěji používané diagnostiky v ČR vyšly. Můžeme se inspirovat například v silniční cyklistice, kde lze vidět naprosto špičkovou diagnostiku parametrů daného jedince na jednotky wattů. Z našeho pohledu toto obecně ve veslování chybí.

Určení IANP může mít pozitivní význam z hlediska strategie plánování dlouhých závodů nebo tréninkových úseků např. kontrolní závody na 6000 m. Právě tehdy je největší riziko, že veslař vlivem emocí a snahou udržet se lepších závodníků přecení svoje síly.

Z této diplomové práce nelze vyvodit obecně platné závěry, jelikož je práce provedena na malém výzkumném vzorku a není zohledněn individuální anaerobní práh každého jednotlivce zvlášť. Může se tedy stát, že některému jedinci potvrdí velmi přesně IANP i tak nestabilní test jako je neinvazivní ConcT metoda.

7 Závěr

Diplomová práce si kladla za cíl porovnat nejpoužívanější metody diagnostiky anaerobních prahů na veslařském trenažéru. Respektive zjistit nejpřesnější diagnostiku na základě statistických dat. Toto testování 10 veslařů mělo cílený harmonogram v 15 dnech na veslařském klubu Bohemians Praha.

Do testu byli přijati veslaři na základě předem zvolených kritérií tak, aby se předešlo zdravotním komplikacím. Průměrný věk veslařů byl 25,2 let.

Bylo zjištěno, že při komparaci metod diagnostiky IANP je nejpřesnější sestupný protokol laktátové křivky, který již dříve testoval ve své diplomové práci Schickhofer a Clementis (2014) a bakalářské práci Schickhofer a Rédr (2016). Toto tvrzení však nestačí, a proto se opírá o statistiku, kterou můžeme vyjádřit přesnými čísly. Byly stanoveny 4 hypotézy:

H_1: Výsledek sestupného časového protokolu laktátové křivky bude vykazovat nejníže stanovený výkon na individuálním anaerobním prahu. Tato hypotéza se nám potvrdila. S průměrnou hodnotou výkonu 280 wattu byla nejmenší naměřenou hodnotou ze všech použitých diagnostik ANP a rozdíl k ostatním metodám byl statisticky významný na hladině významnosti $p \leq 0{,}01$.

H_2: Sestupný protokol laktátové křivky bude vykazovat u sledovaného souboru nejbližší funkční hodnoty ve všech sledovaných ukazatelích ke kontrolnímu podnětu v podobě 20minutového kontrolního testu. Znovu musíme uznat tuto druhou hypotézu platnou, jelikož ve všech hodnotách průměru byla nejblíže ke kontrolnímu testu. Konkrétně: u hodnoty wattu byla identická, u hodnoty tepu o 1 tep za minutu podhodnoty a 0,2 mmol/l laktátu nadhodnoty.

H_3: Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0{,}8$) mezi hodnotou tepové frekvence sestupného časového protokolu laktátové křivky a 20minutového kontrolního testu. Tuto hypotézu můžeme taktéž potvrdit. Tepová frekvence sestupného časového protokolu měla vysokou míru závislosti ($r = 0{,}8$) ke kontrolnímu testu.

H_4: Předpokládáme statisticky významný vztah ($r \geq 0{,}8$) mezi hodnotou laktátu sestupného časového protokolu laktátové křivky ke 20minutového kontrolnímu testu. Tato hypotéza se nám potvrdila z důvodu vysoké míry závislosti v hodnotě ($r = 0{,}9$) k hodnotě laktátu kontrolního testu.

Vzhledem k potvrzení 4 stanovených hypotéz považujeme tento výzkum za vyhovující. V bakalářské práci jsem měřil tuto diagnostiku intra individuálně sám na sobě a měl jsem motivaci k tomu, realizovat toto měření na větším vzorku. V nynější diplomové práci jsou tedy prezentovány výsledky 10 probandů.

I když se tento výzkum na tak malém vzorku nedá zobecnit a nelze mu dát za pravdu, že je tento časový protokol nejpřesnější pro všechny, tak ho lze vyzdvihnout oproti ostatním metodám diagnostiky IANP. Tyto nadhodnoty totiž mohou následně zkreslit tréninkové zóny a znehodnotit tréninkové plány. Požadovaný výsledek je cenný z důvodů řízení vytrvalostního tréninkového plánu, všeobecně je vhodné dodržovat zatížení pod úrovní ANP, nikoli nad.

Výsledky naší studie naznačují, že sestupný časový protokol by mohl být pro přesnější diagnostiku individuálních anaerobních prahů nejvhodnější.

Seznam literatury

1) BAČA, J, CSc. 1968. *Veslovanie. prvé vydanie*. Bratislava: Rektorát Univerzity Komenského, 1968. s. 3

2) BARTÁKOVÁ, S. 1964. *Veslování, Praha: Státní pedagogické nakladatelství*, 1964

3) BIELIK, V., ANEŠTÍK, M., PETROVIČ, J., PELIKÁNOVÁ, J. 2006d. *Analýza laktátu v praxi.* Telesná výchova a sport, Roč. 16, č. 3, 2006. s. 5

4) BIELIK, V. – ANEŠTÍK, M. – PETROVIČ, J. – PELIKÍNOVÁ, J. – JAMRICHOVÁ, E. 2006. *Laktátová křivka – Teorie a praxe In Vědecký sborník Atletika* 2006: s.6-12 ISBN 80-89257-01-1

5) BIELIK, V. 2014. *Laktát v športovom tréningu. Bratislava.* Sportdiag team, 2014. ISBN 978-80-970342-2-1

6) BOURGOIS, J. A VRIJENS J.: 1998. *International Journal of Sports Medicine* 1998; 19(08): 553 – 559 DOI: 10.1055/s-2007-971959 Training & Testing The Conconi Test: A Controversial Concept for the Determination of the Anaerobic Threshold in Young Rowers

7) BROOKS, G. A. 1999. *Are arterial, muscle and working limb lactate Exchange data obtained on men at altitude consistent with hypothesis of an intracellular lactate shuttle? Adv. Exp. Med Biol.,* Vol. 474, pp. 185-204

8) BUSTA, J. 2015. Porovnání výsledků aerobní zátěžové diagnostiky při jízdě na slalomovém kajaku s výsledky klikové ergometrie horních končetin. Diplomová práce. Praha. FTVS UK. 2015

9) CLEMENTIS, M., 2014. *Výběr optimálního časového protokolu testu laktátové křivky ve veslování.* Diplomová práce. Bratislava. FTVŠ UK. 2014

10) DOVALIL, J., 2002. *Výkon a trénink ve sportu.* Praha: Olympia,

11) FORMÁNEK, J., HORČIC, J. (2003). *Triatlon*. Praha: Olympia, a. s. 2003

12) GASTIN, P. B. 2001. *Energy systém interaction and relative contribution during maximal exercise. Sport Med.,* Vol. 31, No.10,pp. 725-741

13) GLADDEN, L.B. 2004. *Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium.* J Physol 558, pp. 5-30.

14) GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, ISBN 978-802-5118-733

15) GREEN, J.M., PRITCHETT, R.C., CREWS, T.R., MCLESTER, J.R. JR, TUCKER, D.C. 2004. *Sweat lactate response between males with high and low aerobic fitness*. Eur J Appl Physiol. 2004, 91(1):1-6

16) HOWALD, H. *Training-induced morpological and functional changes in skeletal muscle*. Int. J. Sports. Med., 1982, 1, str 1-12

17) HAMAR, D., LIPKOVÁ, J.: 2008. *Fyziológia telesných cvičení*. Bratislava: UK 2008. ISBN 978-80-223-2366-6

18) HAVLÍČEK, I. a kol.: 1983. *Športová príprava talentovanej mládeže*. In: Zborník VMR SÚV ČSZTV. Bratislava: Šport, 1983.

19) HENDL, J.: 2006. *Přehled statistických metod zpracování dat : analýza a metaanalýza dat / Jan Hendl. – Vyd.,2., opr.* – Praha: Portál, 2006. – 583 s

20) JANNSEN, P.: *Lactate Threshold Training. Champain*: Human Kinetics. 2001

21) KARAS, J. 2012. *Parametre aeróbnych a anaeróbnych schopností ako ukazovatele odozvy na tréningové zaťaženie cyklistov*. Dizertačná práca. Bratislava FTVŠ UK 2012

22) KACÍŘ, V., 2008. *Porovnání vlivu fyziologických faktorů na výkon ve veslování.* Dizertační

23) KASS, L., CARPENTER, R. 2009. *The effect of sampling time on blood lactate concentration ([Bla]) in trained rowers*. Int J Sports Physiol Perform. 2009 Jun, 4(2):218-28

24) KAMPMILLER, T., VANDERKA, V., LACZO, E., PERÁČEK. P. 2012. *Teória športu a didaktika športového tréningu* 1. vyd. - Bratislava : ICM Agency, 2012. ISBN 978-80-89257-48-5

25) KUČERA, V.; TRUKSA, Z. 2000. *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Olympia, 2000

26) LIPKOVÁ, J. 2011. *Základy biochémie pre študentov FTVŠ UK*, Bratislava: ICM AGENCY.2011

27) NOLTE, V., MCNEELY, E., KLESHNEV, V., BAKER, J.,SCHORER J., BALYI, I.,...WEIL, E.T. 2011. *Rowing faster*, 2.vydání. Spojené království, Stannigley: Human Kinetics

28) PANŮŠKA, P. 2001. *Veslařský trénink*. Praha: Český veslařský svaz, 2001.

29) PUPIŠ, M., ČILÍK, I., ŠTIHEC J. 2008. Odozva organizmu bežca na opakované vytrvalostné zaťaženie. In Atletika 2008. Nitra: S. 119-124

30) RÉDR, A., 2016. *Porovnání metod diagnostiky anaerobního prahu*. Bakalářská práce. Bratislava. FTVŠ UK. 2016

31) SHEPARD, R.J. 2000. *Anaerobic metabolism and endurance perfomerance*. In Shepard, R.J., Astrand, P.-O.: Endurance in sport- the ecyclopaedia of sport medicine, 2nd edition, an International Olympic comitee medical commission publication, pp.311

- 322p.

32) SCHICKHOFER, P. 2010. *Telesná výchova & šport*. - ISSN 1335-2245. - Roč.20, č.3 (2010), s. 25-27

33) SPRIED, L.L. 1995. *Anaerobic metabolism during high-intensity exercise.* In: Exercise Metabolism. Ed. Hargreaves M. Champaign : Human Kinetics: pp. 1-40.

34) STANLEY, WILLIAM C. 1991. *Myocardial lactate metabolism during exercise. Medicine and science in sports and exercise,* 1991, 23.8: 920-924

35) PAUGSCHOVÁ B.,PUPIŠ M., 2006. *Laktátová krivka ako indikátor rôznych foriem zaťaženia v príprave biatlonistky*. Banská Bystrica 2006

36) POOL A GASSER, 1985. *Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. 1985*

37) VILIKUS, Z., a kol., 2013. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2064-0

38) YEH M.P., GARNER R.M., ADAMS T.D., YANOWITZ F.G., CRAPO R.O. 1983. *„Anaerobic treshold" : problems of determinations and validations.* J Appl Physiol.1983. 55:1178 -1186

Elektronické zdroje:

1) Veslařské disciplíny pro MS a OH. Aktuální k roku 2020 [online]. [citované 2.12.2020]. http://www.worldrowing.com/events/2020-olympic-games-regatta/event-information

2) Proces glykolýzy. Aktuální k roku 2020 [online]. [citované 2.12.2020]. http://biochemie.lf2.cuni.cz/cesky/biox2zimni/prednasky/Glykolyza%20a%20glukoneogeneze%20[Re%C5%BEim%20kompatibility].pdf

3) Bod zlomu v Conconiho testu. Aktuální k roku 2020 [online]. [citované 2.12.2020] https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/18-7-zatezove-testy.html

4) Veslařský trenažér Concept 2. Aktuální k roku 2020 [online]. [citované 2.12.2020] https://www.concept2.com/indoor-rowers/model-d

5) Garmin Fenix 6 Aktuální k roku 2020 [online]. [citované 2.12.2020] https://buy.garmin.com/cs-CZ/CZ/p/641530/pn/010-02159-14

6) Laktátoměr Lactate scout. Aktuální k roku 2020 [online]. [citované 2.12.2020] https://lactate.com/lactatescout.html

7) Charakteristika t-testu. Aktuální k roku 2020 [online]. [citované 2.12.2020] http://cit.vfu.cz

Přílohy:

Příloha č.1: Potvrzený formulář etickou komisí

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Porovnání výsledků časových protokolů diagnostiky laktátové křivky na veslařském trenažéru.

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: Únor 2020 – březen 2020

Předkladatel: Bc. Andre Rédr

Hlavní řešitel: Bc. Andre Rédr

Místo výzkumu (pracoviště): TJ Bohemians Praha, Modřanská 1107/51, 147 00 Praha 4 - Podolí

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

Popis projektu: Porovnání výsledků časových protokolů diagnostiky laktátové křivky na veslařském trenažéru. Výzkumná situace představuje porovnání IANP získaných z třech laktátových křivek různých časových protokolů. Následné porovnaní IANP vypočítaného s naším novým prodlouženým časovým protokolem testu laktátové křivky s hodnotou krevního laktátu naměřeného po 20 min zatížení na úrovni IANP z prodlouženého časového protokolu. Tím ověříme validitu prodlouženého časového protokolu. Cílem diplomové práce je porovnat a vybrat nejpřesnější časový protokol pro tréninkovou praxi. Typ studie je experiment.
Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaná účast na tomto výzkumu je cca 8 probandů ve věkovém rozhraní od 18 do 32 let, kteří budou mít platnou zdravotní prohlídkou a registraci na Českém veslařském svazu. Jedná se o výkonnostní klubové veslaře. Průměrná hmotnost je 75-85kg, tělesná výška 178-190cm. Všichni jsou aktivní sportovci, kteří soutěží v seniorských kategoriích. Každý z nich trénuje minimálně 6-krát do týdne. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.
Zajištění bezpečnosti: Rizika - invazivní metoda odběru krevního laktátu. Odběry (vzorek kapilární krve pro stanovení laktátu) provede kvalifikovaný zdravotník MUDr. Veronika Bartoňová ve stanovených časech v souladu s doporučenými standardy. Odběr kapilární krve, její analýza a likvidace bude provedena za standardních podmínek. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávána rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
Etické aspekty výzkumu:
Střet zájmů: Nejsem v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k organizaci, kde je výzkum prováděn.
Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: datum narození, výška, váha, sportovní věk, sportovní výsledky, tepová frekvence, hodnota výkonu (watt) a krevní laktát, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel.
Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána.
Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznam.
V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.
Text informovaného souhlasu: přiložen

Povinností **všech účastníků výzkumu na straně řešitele** je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na 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.

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

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: 26.2.2020 Podpis předkladatele:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 004/2020

dne: 27.2.2020

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

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

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č.2: Vzor informovaného souhlasu

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 biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné),* Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce na UK FTVS s názvem porovnání výsledků časových protokolů diagnostiky laktátové křivky na veslařském trenažéru prováděné na veslařském klubu TJ Bohemians Praha, Modřanská 1107/51, 147 00 Praha 4 – Podolí.

Období realizace projektu: únor 2020 – červen 2020
Cílem této diplomové práce je zjistit, jaký časový protokol diagnostiky anaerobního prahu je nejpřesnější v hodnotě výkonu s ohledem na kontrolní podnět. Bude použita metoda měření v laboratorních podmínkách, testovat se bude laktátová křivka na dostupných přístrojích, zejména na veslařském trenažéru Concept 2, který se využívá k hodnocení výkonu, laktátoměru Lactate scout, který nám změří hodnoty laktátu a sporttesteru Garmin Fenix 6 s hrudním pásem, který nám změří tepovou frekvenci. Test na trenažéru je v podobě postupné zvyšující se zátěže do maximální hodnoty, na kterou je jedinec z běžného tréninku zvyklý. Jedná se o vysokou zátěž, na kterou jedinec musí být dostatečně odpočatý.
Měření a testování proběhne za standartních podmínek včetně zajištění bezpečnosti. Bezpečnost a dozor při testování bude zajištěna hlavním řešitelem a vedoucím práce. Předpokládaná časová náročnost je hodina a půl s rozcvičením na jeden časový protokol.
Rizika - invazivní metoda odběru krevního laktátu. Odběry (vzorek kapilární krve pro stanovení laktátu) provede kvalifikovaný zdravotník MUDr. Veronika Bartoňová ve stanovených časech v souladu s doporučenými standardy. Odběr kapilární krve, její analýza a likvidace bude provedena za standardních podmínek. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávána rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
Testování se nezúčastníte, pokud budete mít akutní onemocnění či úraz nebo budete v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.
Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.
Očekávaný přínos této práce je objasnění časových protokolů laktátových křivek pro širokou trenérskou veřejnost využitelnou v tréninkové praxi.
S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci, nebo e-mail adrese: redr.andre@gmail.com
Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: datum narození, výška, váha, sportovní věk, sportovní výsledky, tepová frekvence, hodnota výkonu (watt) a krevní laktát, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.
Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána.
Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznam.

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu Andre Rédr
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Andre Rédr 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. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku.** 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, datum .....
Jméno a příjmení účastníka .... Podpis: .....

Individuální výsledky probandů z jednotlivých metod IANP.

Příloha č. 3: Výsledky probanda č. 1.

Proband č. 1	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	180	138	1,8
4 min	220	148	3,3
4 min	260	157	3,3
4 min	300	171	5,5
4 min	340	180	8,4
4 min	382	187	10
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	288,272	161	4,83
Proband č. 1	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	200	132	2,0
5 min	250	155	2,7
5 min	300	170	6,1
5 min	350	181	12,6
5 min	385	187	18,2
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	303,23	160	6,52
Proband č. 1	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	200	138	2,1
15 min	240	157	3,2
10 min	280	169	6,2
5 min	330	171	8,5
5 min	370	187	11,5
IANP – sestupný protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	272,7	161	5,65
Proband č. 1.	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	150	125	
2 min	170	130	
3 min	190	135	
4 min	210	142	
5 min	230	150	
6 min	250	157	
7 min	270	164	
8 min	290	167	
9 min	310	170	
10 min	330	171	
11 min	350	178	

12 min	370	186
13 min	390	188
14 min	410	189
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP
	330	171
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP
		168,5

Příloha č. 4: Výsledky probanda č. 2.

Proband č. 2	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	170	114	1
4 min	210	126	2,1
4 min	250	144	4,2
4 min	290	161	6,9
4 min	330	176	12,8
4 min	350	177	13,1

IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	261,44	141	4,97
Proband č. 2	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	180	117	1,9
5 min	230	137	3,0
5 min	280	160	5,1
5 min	320	176	13,3
5 min	354	178	15,2
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	284,1	147	5,92
Proband č. 2	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	170	125	2,5
15 min	210	147	2,9
10 min	250	166	4,6
5 min	290	175	8,1
5 min	351	178	12
IANP – sestupný protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	262,3	157	5,68
Proband č. 2	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	130	105	
2 min	150	110	

3 min	170	114
4 min	190	120
5 min	210	128
6 min	230	136
7 min	250	144
8 min	270	151
9 min	290	155
10 min	310	164
11 min	330	173
12 min	350	176
13 min	370	177
14 min	380	178
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP
	290	155
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP
		157,5

Příloha č. 5: Výsledky probanda č. 3.

Proband č. 3	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	190	135	1,8
4 min	230	150	2,2
4 min	270	161	3,8
4 min	310	172	7,8
4 min	350	185	11,5
4 min	391	191	16,2
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	292,5	162	6,04
Proband č. 3	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	200	136	1,5
5 min	250	155	2,7
5 min	300	164	5,1
5 min	350	180	9,2
5 min	390	188	12,9
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	300,7	160	5,16
Proband č. 3	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	200	138	1,4

15 min	250	160	2,8
10 min	300	172	6,5
5 min	350	178	11
5 min	381	191	15
IANP – sestupný protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	288,3	162	5,63
Proband č. 3	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	150	121	
2 min	170	128	
3 min	190	131	
4 min	210	135	
5 min	230	142	
6 min	250	149	
7 min	270	155	
8 min	290	161	
9 min	310	168	
10 min	330	170	
11 min	350	175	
12 min	370	181	
13 min	390	185	
14 min	410	189	
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	
	330	170	
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP	
		169,7	

Příloha č. 6: Výsledky probanda č. 4

Proband č. 4	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	200	130	1,6
4 min	240	153	2,1
4 min	280	173	3,4
4 min	320	184	6
4 min	360	193	8,1
4 min	400	200	15,6
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	310	169	5,34
Proband č. 4	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]

5 min	200	134	1,56
5 min	240	150	2,50
5 min	280	174	4,1
5 min	320	185	8,2
5 min	380	202	14
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	293,2	166	5,45
Proband č. 4	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	200	145	1,59
15 min	240	164	2,1
10 min	280	178	5,6
5 min	320	190	9
5 min	372	201	13,7
IANP – sestupný protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	278,7	172	5,50
Proband č. 4	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	150	124	
2 min	170	130	
3 min	190	134	
4 min	210	136	
5 min	230	145	
6 min	250	154	
7 min	270	163	
8 min	290	173	
9 min	310	184	
10 min	330	187	
11 min	350	191	
12 min	370	195	
13 min	390	197	
14 min	395	201	
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	
	330	187	
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP	
		185,5	

Příloha č. 7: Výsledky probanda č. 5.

Proband č. 5	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]

4 min	180	145	1,4
4 min	220	153	1,4
4 min	260	171	3,2
4 min	300	185	6,7
4 min	340	191	8,8
4 min	355	199	11,4
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	270,7	167	4,14
Proband č. 5	Hodnota výkonu (Watt)	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	210	161	1,4
5 min	240	170	2,1
5 min	270	179	3,1
5 min	300	187	6,1
5 min	351	198	12,0
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	284,7	178	4,54
Proband č. 5	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	180	142	1,9
15 min	220	160	2,1
10 min	260	179	4,0
5 min	300	190	5
5 min	346	197	10,2
IANP – sestupný protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	270,3	171	4,25
Proband č. 5	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	130	128	
2 min	150	130	
3 min	170	134	
4 min	190	145	
5 min	210	156	
6 min	230	161	
7 min	250	165	
8 min	270	171	
9 min	290	175	
10 min	310	185	
11 min	330	186	
12 min	350	189	
13 min	370	195	
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	

	290	175
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP
		185,3

Příloha č. 8: Výsledky probanda č 6.

Proband č. 6	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	180	150	1,1
4 min	220	164	1,8
4 min	260	169	3,1
4 min	300	174	4,4
4 min	340	185	7,3
4 min	362	189	12,7
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	291	169	4,11
Proband č. 6	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	180	153	0,9
5 min	220	165	1,5
5 min	260	173	2,5
5 min	300	181	4,6
5 min	355	187	8,8
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	275	170	3,26
Proband č. 6	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	180	147	2,2
15 min	220	167	3,3
10 min	260	179	4,2
5 min	300	187	7,7
5 min	357	191	11,6
IANP – sestupný protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	274,2	173	5,45
Proband č. 6	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	130	139	
2 min	150	145	
3 min	170	150	
4 min	190	157	

5 min	210	159
6 min	230	165
7 min	250	170
8 min	270	173
9 min	290	179
10 min	310	181
11 min	330	183
12 min	350	186
13 min	370	187
14 min	375	188
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP
	270	173
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP
		169,7

Příloha č. 9: Výsledky probanda č. 7.

Proband č. 7	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	180	140	0,9
4 min	210	155	1,2
4 min	240	163	2,1
4 min	270	172	3,6
4 min	300	180	5,3
4 min	336	190	8,9
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	262,4	164	3,22
Proband č. 7	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	200	144	1,1
5 min	230	157	1,9
5 min	260	169	2,6
5 min	290	178	4,4
5 min	327	189	7,7
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	270	165	3,22
Proband č. 7	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	180	151	2,2
15 min	220	162	3

10 min	260	175	4,5
5 min	300	182	6,1
5 min	321	190	9
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	256,9	169	4,39
Proband č. 7	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	100	115	
2 min	120	124	
3 min	140	131	
4 min	160	137	
5 min	180	143	
6 min	200	149	
7 min	220	156	
8 min	240	161	
9 min	260	168	
10 min	280	173	
11 min	300	175	
12 min	320	184	
13 min	340	190	
14 min	350	190	
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	
	280	170	
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP	
		176,9	

Příloha č. 10: Výsledky probanda č. 8.

Proband č. 8	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	160	132	1,1
4 min	200	144	1,6
4 min	240	156	2,5
4 min	280	172	3,2
4 min	320	183	4,5
4 min	370	197	8,1
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	281,3	162	325
Proband č. 8	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	180	136	1,7

5 min	220	150	2
5 min	260	169	4,1
5 min	300	187	6
5 min	365	200	11,8
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	274,3	166	4,78
Proband č. 8	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	180	150	2,2
15 min	220	162	3
10 min	260	175	4,9
5 min	300	182	6,9
5 min	355	200	12,1
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	271	172	5,46
Proband č. 8	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	100	127	
2 min	120	130	
3 min	140	134	
4 min	160	141	
5 min	180	148	
6 min	200	154	
7 min	220	165	
8 min	240	170	
9 min	260	175	
10 min	280	176	
11 min	300	184	
12 min	330	194	
13 min	350	195	
14 min	375	200	
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	
	280	176	
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP	
		186,9	

Příloha č. 11: Výsledky probanda č. 9.

Proband č. 9	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	210	130	1,4

4 min	250	147	1,9
4 min	290	162	2,2
4 min	330	174	3,9
4 min	370	186	6
4 min	437	195	8,9
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	328,9	164	3,85
Proband č. 9	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	220	134	1,1
5 min	260	150	1,1
5 min	300	168	1,8
5 min	340	176	4,4
5 min	430	195	7,7
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	319,5	163	3,07
Proband č. 9	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	200	141	2,4
15 min	250	155	3,4
10 min	300	174	4,1
5 min	350	182	5,9
5 min	419	195	9,5
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	322,2	168	4,90
Proband	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	200	130	
2 min	220	137	
3 min	240	144	
4 min	260	149	
5 min	280	154	
6 min	300	163	
7 min	320	170	
8 min	340	171	
9 min	360	175	
10 min	380	185	
11 min	400	190	
12 min	420	195	
13 min	445	195	
14 min			
Conconiho test		Hodnota tepové frekvence na IANP	

	Hodnota výkonu na IANP	
	340	171
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP
		181,3

Příloha č. 12: Výsledky probanda č. 10.

Proband č. 10	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
4 min	200	141	1,5
4 min	250	158	2,1
4 min	300	164	4,3
4 min	350	175	7,6
4 min	400	186	10,2
4 min	430	193	16,2
IANP – 4 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	319,6	165	5,59
Proband č. 10	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
5 min	220	142	1,5
5 min	270	157	2,9
5 min	320	170	6,5
5 min	370	183	9,7
5 min	422	191	14,3
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	310,9	164	5,85
Proband č. 10	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	Lact [mmol/l]
20 min	210	150	2,2
15 min	260	165	2,5
10 min	310	171	6,7
5 min	360	184	9
5 min	418	192	13,3
IANP – 5 min protokol	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP	Hodnota laktátu na IANP
	300,7	170	5,90
Proband č. 10	Hodnota výkonu [W]	Tepová frekvence [tf/min]	
1 min	200	135	
2 min	220	146	
3 min	240	150	

4 min	260	159
5 min	280	164
6 min	300	170
7 min	320	178
8 min	340	183
9 min	360	184
10 min	380	187
11 min	400	190
12 min	420	191
13 min	440	192
14 min		
Conconiho test	Hodnota výkonu na IANP	Hodnota tepové frekvence na IANP
	360	184
Teoretický výpočet ANP		Hodnota tepové frekvence na IANP
		173,8