

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu



Terénní vyšetřování anaerobního prahu u rychlostních kanoistů

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Milan Bílý

Vypracovala: Hana Švarcová

Praha, 2008

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla veškerou použitou literaturu.

V Praze.....

Podpis.....

Osobní poděkování PhDr. Milanovi Bílému za trpělivé vedení diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat pracovníkům z vědeckého a servisního pracoviště tělesné výchovy a sportu Casri. Zvláštní poděkování patří i všem zúčastněným sportovcům za jejich ochotu při poskytování jinak nenahraditelných dat.

1. Abstrakt

Název práce: Terénní vyšetřování anaerobního prahu u rychlostních kanoistů

Cíle práce: Cílem práce je stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě Conconiho testu a tzv. laktátové křivky tj. exponenciální průběh koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci a jejich porovnání.

Metoda: Využití Conconiho testu a tzv. laktátové křivky tj. exponenciální průběh koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci pro zjišťování anaerobního prahu u rychlostních kanoistů.

Výsledky: Výsledky ukazují, že anaerobní práh na základě Conconiho testu v rychlostní kanoistice stanovit nelze.

Klíčová slova: rychlostní kanoistika, anaerobní práh, Conconiho test, laktátová křivka

1. Abstract

Title: Field research of flat water canoeist's anaerobic threshold

Aims: The main aim of the research is to set the field condition anaerobic threshold based on the Conconi test and to set the lactate curve, i.e. an exponential process of a blood lactate concentration depending on the speed of paddling, the heart rate and relation between these two factors.

Methods: The usage of Conconi test and the lactate curve, i.e. an exponential process of a blood lactate concentration depending on the speed of paddling, the heart rate and a relation between these two factors.

Outcomes: The Conconi test is not a convenient method for setting an anaerobic threshold in a flatwater canoeing.

Keywords: flat water canoeing, anaerobic threshold, Conconi test, lactate curve

Obsah

1. Abstrakt	
2. Úvod.....	3
3. Rešerše literatury.....	5
4. Východiska práce.....	6
4.1. Cíl práce.....	6
4.2. Pracovní hypotéza.....	6
4.3. Úkoly práce.....	6
5. Funkční energetická náročnost disciplín v rychlostní kanoistice.....	7
5.1. Zóny metabolického energetického krytí.....	7
5.1.1. Alaktátový neoxidativní (anaerobní) způsob hrazení energie.....	7
5.1.2. Laktátový neoxidativní (anaerobní) způsob hrazení energie.....	8
5.1.3. Oxidativní (aerobní) způsob hrazení energie.....	9
6. Anaerobní práh.....	10
6.1. Intenzita zatížení na úrovni ANP.....	11
7. Tepová frekvence.....	11
7.1. Maximální srdeční frekvence.....	12
7.2. Klidová srdeční frekvence.....	12
8. Laktát.....	13
8.1. Hodnocení zatížení metabolismu.....	13
8.2. Vztah laktátu a tepové frekvence.....	14
9. Metody stanovení ANP.....	14
9.1. Invazivní metody stanovení ANP.....	14
9.2. Neinvazivní metody stanovení ANP.....	15
10. Laktátová křivka	15
11. Conconi test	16
11.1. Podmínky nutné pro stanovení anaerobního prahu z kinetiky TF.....	18
12. Sportovní trénink v kanoistice.....	18
12.1. Rozvoj vytrvalosti v kanoistice.....	19
12.2. Intenzita zatížení na úrovni anaerobního prahu.....	19
12.2.1. Metoda tréninku na úrovni ANP.....	20
12.3. Roční tréninkový cyklus v rychlostní kanoistice.....	21
13. Metodika práce.....	26

13.1. Výzkumné metody.....	26
13.2. Postup při vlastním testování – laktátová křivka.....	27
13.3. Postup při vlastním testování – Conconiho test.....	28
13.4. Technické vybavení.....	30
13.4.1. Sporttester.....	30
13.4.2. GPS.....	31
13.5. Charakteristika souboru.....	32
13.6. Zpracování výsledků.....	32
14. Výsledky.....	33
14.1. Výsledky laktátové křivky.....	33
14.2. Výsledky Conconiho testu.....	42
14.2.1. Hodnocení výsledků Conconiho testu.....	52
14.2.2. Hodnocení výsledků Conconiho testu – tzv. ideální křivka.....	68
14.3. Porovnání výsledků	69
15. Diskuse.....	70
15.1. Stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě laktátové křivky.....	70
15.2. Stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě Conconiho testu s využitím GPS navigace.....	72
15.3. Porovnání výsledků měření.....	73
16. Závěr.....	74
17. Seznam použité literatury.....	75
18. Přílohy.....	77

2. Úvod

Kanoistika je tradičním olympijským sportem, který byl poprvé představen, jako ukázkový sport, na Olympijských hrách v Paříži v roce 1924. Od Olympijských her v Berlíně, v roce 1936, je kanoistika pravidelně zařazovaným sportem do programu OH. V minulosti naši závodníci dosahovali výborných výsledků. Olympijskými vítězi se stali Brzák, Syrovátka, Mottl, Škrland, Holeček, Čapek, Kudrna a Doktor. V současné době však bohužel nedosahujeme takových výsledků jako v letech minulých.

Rychlostní kanoistika je bezkontaktním, individuálním sportem, provozovaným v přírodě na přirozených, nebo uměle a účelně vytvořených vodních plochách – kanálech.

Závodníci se pohybují na kajacích (označení K), nebo kanoích (označení C) pomocí dvoulistých, či jednolistých pádel na rovné trati příslušné délky. Cílem sportovního výkonu v rychlostní kanoistice je co možná nejrychleji projet stanovenou trať v souladu s pravidly tak, aby výsledný čas byl rychlejší, než výsledný čas soupeřů.

V rychlostní kanoistice se závodí na krátkých tratích – 200, 500, 1000 metrů, přičemž trať 200 metrů není olympijskou disciplínou. Dále se závodí na dlouhých tratích – 3 km, 5 km a v kanoistickém maratonu. Rozlišujeme individuální posádky K1 a C1 a hromadné posádky K2, C2, K4 a C4 (tabulka 1).

Tabulka 1 (Bílý, Kračmar, Novotný, 2001): Olympijské disciplíny a disciplíny mistrovství světa.

Trať	muži		Ženy	
	OH	MS	OH	MS
200 m	-	K1, K2, K4 C1, C2, C4	-	K1, K2, K4
500 m	K1, K2 C1, C2	K1, K2, K4 C1, C2, C4	K1, K2, K4	K1, K2, K4
1000 m	K1, K2, K4 C1, C2	K1, K2, K4 C1, C2, C4	-	K1, K2, K4

Kanoistika je rychlostně - vytrvalostní sportovní odvětví patřící mezi cyklické sporty. Sportovní výkon v rychlostní kanoistice je ovlivněn mnoha faktory, které více či méně ovlivňují celkový výsledek. Jedním z faktorů je aktuální funkční připravenost závodníka. Z fyziologického pohledu se jedná o fyzickou aktivitu, kde závodníci musí vynikat silou,

rychlostí i vytrvalostí. Lze je charakterizovat vysokým rozvojem kardiorepiračního systému, vysokou schopností přenosu a využití kyslíku i tvorbu energie prostřednictvím anaerobního metabolismu (Bílý, Heller, Vodička, Süß, 2006).

Rozvoj kondičních předpokladů, spolu s technikou, hraje klíčovou roli ve výkonnostním růstu kanoistů. Úkolem každého trenéra je využít poznatky z teorie a aplikovat je na každého sportovce. Osoba trenéra, která řídí tréninkový proces, musí především správně stanovit velikost zatížení, jeho druh a rozložení v čase. Při řízení sportovního tréninku v rychlostní kanoistice je třeba pro efektivní zvyšování trénovanosti, a tím i sportovní výkonnosti, řídit trénink na základě objektivizovaných údajů získaných jako odpověď organismu na fyzické zatížení. Pro kvalitní trénink je důležité znát hodnotu anaerobního prahu. Hodnota anaerobního prahu slouží, jak k individualizaci tréninkových intenzit, tak k posouzení účinnosti předchozí tréninkové přípravy.

V této studii bych chtěla ukázat na možnosti zjišťování anaerobního prahu u rychlostních kanoistů.

3. Rešerše literatury

Pro diplomovou práci čerpáme informace z české i zahraniční literatury. Existuje mnoho studií, které se zabývají problematikou stanovení anaerobního prahu v terénu s využitím kinetiky tepové frekvence. (Conconi, Ferrari, Ziglio, Codeca, 1982, Droghetti, Borsetto, Casoni, Cellini, Ferrari, Paolini, Ziglio, Conconi 1985, Cellini 1986, Bunc 1989, Bunc 1990, Probst, 1993, Jones, Doust, 1995 atd.)

Dále se tímto problémem zabýval Němec (Němec, 2007), který se pokusil vytvořit a ověřit neinvazivní test na stanovení hodnot anaerobního prahu.

Hnízdil (Hnízdil, 2006) ve své disertační práci poukazuje na problematiku Conconiho testu, zejména volbou zátěžového protokolu, jeho modifikace, zabývá se otázkou reliability a validity a vztahem k laktátovému anaerobnímu prahu a ventilačnímu anaerobnímu prahu.

Veber (Veber, 2000) se ve své diplomové práci zabýval hodnotou anaerobního prahu triatlonistů v plavání. Hlavní náplní této diplomové práce bylo rozšíření poznatků o změnách výkonnosti na úrovni anaerobního prahu triatlonistů v plavání v etapě specializované sportovní přípravy a porovnání s anaerobním prahem v běhu. Hlavním úkolem bylo zrealizování testů na stanovení anaerobního prahu v plavání širšího reprezentačního výběru triatlonistů České republiky v ročních tréninkových cyklech 1998 - 1999 a 1999 - 2000, vytvoření základní matematicko-statistické charakteristiky skupin triatlonistů, které se staly modelovými hodnotami pro další hodnocení výkonnosti na úrovni anaerobního prahu.

Přichystal (Přichystal, 2008) se zabýval sledováním fyziologických faktorů běžkyň na střední tratě.

Hlavním úkolem bylo testování výkonnosti a funkčních faktorů na běhátku pomocí modifikovaného Conconiho testu.

Lehnertz, Martin (Lehnertz, Martin, 1988) se zabývali uplatňováním dvou koncepcí stanovení anaerobního prahu ve výkonnostní diagnostice a řízení tréninku, pomocí laktátové křivky a Conconiho testu.

Šebek (Šebek, 1995) se ve své diplomové práci zabýval využitím hodnot anaerobního prahu v tréninku a testování veslařů. Pokusil se vytvořit jednoduchý test na stanovení hodnot anaerobního prahu prostřednictvím kinetiky tepové frekvence u veslařů na veslařském trenážeru.

4. Východiska práce

4.1. Cíl práce

Cílem práce je stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě Conconiho testu a tzv. laktátové křivky tj. exponenciálního průběhu koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci a jejich porovnání.

4.2. Pracovní hypotézy

1. Předpokládáme, že lze na základě Conconiho testu s využitím GPS navigace stanovit anaerobní práh.

2. Předpokládáme, že hodnoty anaerobního prahu, zjištěné pomocí Conconiho testu a metodou exponenciálního průběhu koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci jsou totožné.

4.3. Úkoly práce

- Podrobně prostudovat doporučenou a dostupnou literaturu.
- Sestavit testovaný soubor.
- Stanovit anaerobní práh v terénu na základě laktátové křivky u rychlostních kanoistů.
- Vytvořit zátěžový protokol Conconiho testu.
- Stanovit individuální anaerobní práh v terénu na základě Conconiho testu u rychlostních kanoistů.
- Vyhodnotit laktátové křivky.
- Vyhodnotit grafy Conconiho testu.
- Provést porovnání naměřených hodnot anaerobního prahu z laktátové křivky a Conconiho testu.
- Vyvodit závěry výzkumu.

5. Funkční energetická náročnost disciplín v rychlostní kanoistice

Při překonávání závodních tratí 500 a 1000 metrů, které nás nejvíce zajímají, je energetická spotřeba sportovce zabezpečována prostřednictvím tří postupně se zapojujících zdrojů:

1. kreatinfosfátového mechanismu
2. anaerobní glykolýzy
3. aerobního (oxidativního) krytí energie (Issurin, Kaverin, Nikanorov, Raklo, 1986)

Podíl anaerobního a aerobního hrazení energie na tratích 500 a 1000 metrů ukazuje tabulka 2.

Tabulka 2. (Havličková, 1993): Poměry hrazení energie v průběhu překonávání závodních tratí 500 a 1000 m v rychlostní kanoistice.

	aerobně	anaerobně
500 m	40 – 50 %	45 – 60 %
1000 m	60 – 70 %	30 – 40 %

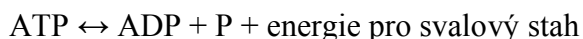
5.1. Zóny metabolického energetického krytí

Při uvolňování energie pro svalovou činnost dochází k specifickému uplatňování jednotlivých zón metabolického energetického krytí (Havličková, 2003).

5.1.1. Alaktátový neoxidativní (anaerobní) způsob hrazení energie

Svalová činnost maximální intenzity s trváním do 10 – 20 s uvolňuje energii z pohotové zásoby makroergních fosfátů ve svalové tkáni ATP, CP (zpětné doplnění zásoby ATP, CP se předpokládá za 2 – 3 min). Celkové množství energie v této zásobě je malé, pouze mezi 21 – 22 kJ. Při těchto krátkodobých činnostech, bez dostatečné účasti kyslíku a zároveň bez vzestupu kyseliny mléčné v krvi hovoříme o tzv. alaktátovém neoxidativním (anaerobním) způsobu hrazení energie (Havličková, 2003).

Biochemické reakce zde probíhající vypadají následovně:



Podkladem pohybové činnosti v laktátové zóně je aktivita tzv. rychlých glykolytických vláken kosterního svalu, které zabezpečují vysokou intenzitu stahu, ale rovněž rychlou únavu. Předpokladem vysoké výkonnosti je rovněž zvýšení plochy příčného průřezu svalu (hypertrofie svalu, hlavně rychlých vláken). Aktuální laktátovou neoxidativní kapacitu nepochybně spoluvytváří i zvýšená aktivita enzymů myokinázové a Lohmannovy reakce (myokináza resp. kreatinkináza), což je charakteristické zvláště pro rychlá glykolytická svalová vlákna (Havlíčková, 2003).

V rychlostní kanoistice neexistuje závodní trať, která by byla hrazena pouze alaktátovým neoxidativním způsobem. Tento způsob hrazení energie je využíván pouze v rámci tréninku při rozvoji rychlostních schopností (návlek startu, 10 – 20 s úseky). Na nejkratší trati 200 metrů se ještě na metabolickém energetickém krytí rovněž spolupodílí laktátový neoxidativní anaerobní systém (Borkovcová, 2005).

5.1.2. Laktátový neoxidativní (anaerobní) způsob hrazení energie

Při pohybových činnostech submaximální intenzity s trváním 45 – 90 s, event. delších činnostech s nedostatečnou dodávkou kyslíku, převažuje laktátový neoxidativní (anaerobní) systém hrazení energie, charakterizovaným vzestupem koncentrace kyseliny mléčné a jejích solí (laktátu) v krvi, jako důsledek anaerobní glykolýzy, neoxidativního odbourávání svalového glykogenu event. glukózy. Celková kapacita tohoto systému je přibližně 120 – 420 kJ, energetický zisk je tudíž malý (Havlíčková, 2003).

Schematicky lze reakci vyjádřit:



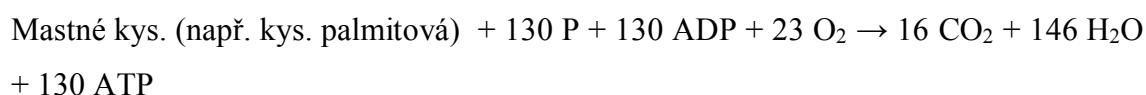
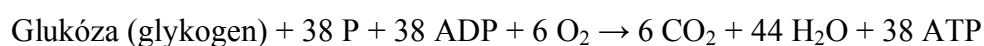
Z hlediska intenzity pohybové činnosti je nevýhodné, že rychlost uplatnění ATP získaného odbouráváním svalového glykogenu v přímém energetickém zabezpečení svalového stahu je v laktátové zóně metabolického krytí dvakrát pomalejší, než v zóně alaktátové. Důsledkem je snížení intenzity pohybové činnosti, též v souvislosti s vyplaveným laktátem.

Celková kapacita využití laktátové zóny metabolického krytí je omezena subjektivní schopností tolerovat nepříjemné důsledky zátěžové metabolické acidózy. Podkladem pohybové činnosti jsou rychlá glykolytická vlákna, zabezpečující intenzivní svalový stah s rychle nastupující únavou. Za reprezentativní ukazatel laktátové anaerobní kapacity organismu se považuje hladina laktátu v krvi (Havličková, 2003).

Špičkoví závodníci zvládají 500 metrovou trať v rozmezí 80 až 110 s, využívají tedy při překonávání této tratě převážně laktátový neoxidativní způsob hrazení energie.

5.1.3. Oxidativní (aerobní) způsob hrazení energie

Při pohybových činnostech střední či mírné intenzity s trváním činnosti nad 90 s a déle, hovoříme o oxidativním (aerobním) způsobu hrazení energie, s převažující dostatečnou dodávkou kyslíku pro potřeby činného kosterního svalstva. Při výlučném oxidativním energetickém krytí spotřeby energie nedochází ke zvýšení hladiny kyseliny mléčné v krvi. Kapacita oxidativního systému je teoreticky neomezená, avšak limitem jeho využívání je typ pohybové činnosti i rychlost schopnosti oxidativního systému dodávat makroergní fosfáty činným svalům (Havličková, 2003):



Jak vyplývá z výše uvedeného vyčíslení v rovnicích, je oxidativní způsob přibližně 13 – 19 x účinnější, avšak pomalejší. Oxidativní způsob energetického krytí má rozhodující význam pro rychlé doplňování zásob ATP a CP na maximální výchozí úroveň, nezbytnou pro intervalovou činnost objektivně maximální intenzity. Podkladem pohybové činnosti je aktivita především pomalých vláken kosterního svalu, jichž mají vytrvalci procentuální převahu. Vyčerpání svalového glykogenu (především právě z pomalých vláken) předpokládá až 48 h trvající období regenerace (Havličková, 2003).

Tento systém hrazení energie se uplatňuje při závodech na olympijské trati 1000 metrů a při tréninku na rozvoj vytrvalostních schopností (převažuje v přípravném a předzávodním období) či v závodním období k urychlení regenerace.

6. Anaerobní práh

Anaerobní práh (ANP) je v současnosti základním kontrolním i současně řídicím parametrem v tělesném tréninku, hlavně pak tréninku pro rozvoj vytrvalosti (Bunc, 1990, Davis, 1985)

Anaerobní práh je nejvyšší možnou intenzitou konstantního zatížení, při níž k úhradě energie nestačí pouze aerobní procesy, ale výrazně se uplatňují i procesy anaerobní. Celý metabolický systém je však ještě v rovnováze. Je to tedy maximální možná intenzita při zachování rovnovážného stavu (Dovalil, 1986).

Ve skutečnosti se nejedná o určitý bod či práh, ale pásmo určité intenzity, po jehož překročení nastávají kvalitativní a kvantitativní změny v organismu. Intenzita zátěže při ANP se nejčastěji vyjadřuje v absolutních hodnotách spotřeby O_2 , nebo v % VO_2 max. U netréovaných jedinců se pohybuje mezi 50–70 % VO_2 max., u trénovaných 80–90 % VO_2 max. K praktickému využití těchto hodnot, je třeba hledat odpovídající vyjádření intenzity prostřednictvím tréninkových ukazatelů či tepové frekvence. Tepová frekvence odpovídající intenzitě ANP se pohybuje u trénovaných jedinců okolo 90% TF max. i více (Dovalil, 1986).

Zatížení o intenzitě anaerobního prahu se považuje za individualizovaně účinný prostředek rozvoje vytrvalostních aerobních schopností. I malé zvýšení intenzity zatížení nad úroveň anaerobního prahu vede v důsledku kumulace laktátu k předčasnému přerušení pohybové činnosti, naopak nižší, tj. podprahová intenzita má menší stimulační účinek na rozvoj adaptačních změn, které by směřovaly k zlepšování aerobních schopností organismu (Heller, 1996).

Pro potřeby tělesného tréninku se jako nejvhodnější jeví tato definice: Anaerobní práh je maximální intenzita konstantního zatížení, při kterém je jedinec schopen pracovat v blízkosti setrvalého stavu (Bunc, 1990).

Hodnota anaerobního prahu vyjadřující okamžik nelineárního nárůstu kumulování kyseliny mléčné v krvi v závislosti na intenzitě zatížení je individuálně charakteristická a představuje hodnotu kyseliny mléčné přibližně $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ v krvi (Havlíčková, 1991).

6.1. Intenzita zatížení na úrovni ANP

Ve sportovním tréninku je považována za základní intenzitu pro rozvoj specifických vytrvalostních schopností, právě oblast na úrovni ANP. Od vytrvalostních schopností se odvíjí další schopnosti pro podání maximálního sportovního výkonu. Intenzitou na úrovni ANP rozumíme takové zatížení, při kterém jsou kladeny vysoké nároky na aerobní systém, ale zároveň je minimalizována aktualizace LA systému. Tato intenzita je velice vhodným a účinným zdrojem rozvoje funkčních systémů organismu (Dovalil, 1986).

7. Tepová frekvence

Pravděpodobně nejjednodušším a v praxi nejčastěji používaným způsobem pro posouzení stupně adaptace na fyzické zatížení nebo k posouzení funkční zdatnosti kardiorepiračního systému je stanovení reakce tepové frekvence (TF) v průběhu nebo po skončení fyzického zatížení. Na základě reakce TF na daný typ fyzického zatížení je možné hodnotit stupeň adaptace na toto zatížení nebo posuzovat cirkulační zdatnost organismu (Astrand, 1977).

Srdeční frekvence, na periférii hodnocena jako tepová frekvence (TF), se nemění pouze při vlastním výkonu. Dynamiku změn můžeme pozorovat před výkonem a po výkonu. Podle Bartůňkové (Bartůňková, 1991) pohybové zatížení provázejí tři fáze změn srdeční frekvence:

1. fáze úvodní – představuje zvýšení srdeční frekvence před výkonem vlivem podmíněných reflexů a emocí. Zvýšenou aktivitu primárního centra v sinusovém uzlíku vyvolávají impulsy z kůry mozkové, podkorových oblastí a sympatikotonické dráždění.

2. fáze průvodní – pokračováním změn již při vlastním výkonu. Srdeční frekvence zprvu stoupá rychle (část iniciální), později se zpomaluje, až se ustálí na hodnotách, odpovídajících podávanému výkonu (část homeostatická). Jde o setrvalý stav, steady – state.

3. fáze následná – představuje návrat srdeční frekvence k výchozím hodnotám. Křivka návratu je nejdříve strmá, později pozvolnější. Rychlost návratu závisí na převaze jedné či druhé části vegetativního systému. U vagotoniků je návrat ke klidovým hodnotám rychlejší.

Tepová frekvence je důležitým ukazatelem stavu organismu při zatížení i v klidovém stavu. Je to jeden z nejdůležitějších parametrů pro stanovení tréninkových zón, a tím pro optimální řízení sportovního tréninku. Krajními hodnotami tepové frekvence jsou klidová a maximální tepová frekvence. Důležitý je rovněž bod zlomu, který zhruba odpovídá

anaerobnímu prahu. Klidovou tepovou frekvencí a bodem zlomu je definována takzvaná aerobní kapacita, čili použitelný rozsah tepové frekvence pro práci organismu v komfortním aerobním prostředí (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

7.1. Maximální srdeční frekvence

Počet srdečních tepů za minutu představuje užitečný ukazatel trénovanosti sportovce. Vlivem trénovanosti se maximální srdeční frekvence nemění nebo se může mírně snižovat. Maximální hodnoty při zátěži překračují většinou $180 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Dle Soumara (Soumar, 2000) HRmax záleží na typologii jedince resp. na vlivu jeho sympatické či parasympatické soustavy. Jedinci s převahou parasympatické soustavy mají maximální srdeční frekvenci kolem $180\text{-}190 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, kdežto jedinci s převahou sympatiku mají maximum kolem $200\text{-}210 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$.

7.2. Klidová srdeční frekvence

Netrénovaný člověk má klidovou HR v rozmezí $70 - 80 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Vytrvalostním tréninkem se klidová HR postupně snižuje až na $40\text{-}50 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, jsou však známy i případy s HR pod $30 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Ženy mají klidovou HR asi o $10 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ vyšší než muži, což platí i pro maximální HR (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

Ranní klidová frekvence je též ukazatelem aktuálního stavu organismu po náročném předchozím tréninku. Pokud je zvýšena o více jak $10 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, oproti obvyklým hodnotám, je nutno uvažovat o nedostatečné regeneraci z předchozího dne nebo o nastupující onemocnění (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

8. Laktát

Laktát je solí kyseliny mléčné. Vzniká při intenzivní svalové práci ze spotřebovaného svalového glykogenu nebo z glukózy transportované krví. V těle je stále tvořeno malé množství kyseliny mléčné, tzv. klidový laktát, jehož hodnota se pohybuje od 0,5 do přibližně 1,5 mmol . l⁻¹. Podobné hodnoty vykazuje organismus při čistě aerobním zatížení (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

Fyzická zátěž vyvolává v závislosti na své délce a intenzitě určitou odezvu v metabolismu sportovce. Podle jeho typu hovoříme v praxi o aerobním, aerobně - anaerobním nebo převážně anaerobním zatížení. V této souvislosti hovoříme též o aerobním a anaerobním prahu. Intenzivní, a po určitou dobu trvající, zatížení tedy vede ke zvýšené produkci laktátu. Laktát je kyselé povahy, a proto dochází ke změnám vnitřního prostředí organismu, tzv. zakyselení. Sportovec vnímá subjektivně tento jev jako pocit bolesti ve svalech a je příčinou ztráty svalové síly, ztuhlosti, snížení koordinace, zhoršení techniky sportovního pohybu a podobně. Výsledkem je, že nelze dále pokračovat ve výkonu touto intenzitou, a je třeba buď intenzitu snížit, či dokonce výkon zcela ukončit (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

Hodnota laktátu je tedy odezvou organismu na zatížení, a proto vždy vyhodnocujeme a posuzujeme její úroveň ve vztahu k podávanému výkonu, případně tepové frekvenci (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

Ve sportu se úroveň koncentrace laktátu vyhodnocuje z kapilární krve ušního lalůčku. Pro vlastní určení existuje celá řada chemických metod, jejichž prostřednictvím se z 10 – 20 mikrolitrů krve stanoví hladina laktátu velice spolehlivě. V současné době převládají enzymatické metody určení laktátu z odebraného krevního vzorku (Neumann, Pfützner, Hottentrott, 2005).

8.1. Hodnocení zatížení metabolismu

Tréninkové zatížení vyvolává podle své délky, intenzity a patřičného sportovního odvětví rozdílnou odezvu v metabolismu sportovce. Podle typu metabolismu v praxi hovoříme o aerobním, aerobně – anaerobním a převážně anaerobním zatížení. O aerobním zatížení hovoříme při aktivitách do 2 mmol . l⁻¹ laktátu. K aerobně – anaerobním řadíme zatížení s hladinou laktátu 3 – 7 mmol . l⁻¹. S laktátem nad 7 mmol . l⁻¹ začíná převážně anaerobní

zatížení. S laktátem nad $7 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ začíná převážně anaerobní zatížení. Hranice laktátu $7 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ vychází z antilipolytického účinku laktátu (Neumann a kol., 1998).

Autoři dokládají, že při vytrvalostních zatíženích s laktátem přes $7 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ je zcela potlačeno spalování volných mastných kyselin a organismus získává energii jen ze sacharidů. Podle délky a intenzity zatížení se sacharidy spalují aerobně a anaerobně (glykolýza). Pro rozvoj speciální závodní rychlosti jsou možná anaerobně – aerobní zatížení s koncentrací laktátu od $7 - 22 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Pojem anaerobně – aerobní metabolismus volíme proto, protože již 60 sekund intenzivní zatížení z 50 % aktivuje aerobní procesy (Neumann, Pfützner, Hottentrott, 2005).

8.2. Vztah laktátu a tepové frekvence

Tento vztah je základem při řízení tréninku u vytrvalostních sportů. Využívá se jednak pro okamžité řízení tréninku, jednak i pro získávání průběžných informací důležitých pro korekce dlouhodobých tréninkových plánů. Měření tepové frekvence a krevního laktátu patří mezi jednoduché metody zjišťování odezvy organismu na danou zátěž. Ve spojení se subjektivními pocity sportovce a sledováním trenéra dává poměrně kvalitní informace o stavu sportovce a odezvě organismu na zátěž. Vztah laktátu a tepové frekvence odečteme na laktátové křivce (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

9. Metody stanovení anaerobního prahu

9.1. Invazivní metody stanovení ANP

Stanovení ANP provádíme na základě změn LA nebo parametrů acidobazické rovnováhy v krvi při stoupající zátěži.

Invazivní metody v současnosti považujeme za nejvíce propracované a i nejpřesnější. Nevýhodou invazivního stanovení ANP je nutnost přerušit zatížení kvůli odběru, dále je třeba počítat s tím, že měříme hodnotu v krvi a nikoli ve svalu, kde změny vznikají (Bunc, 1989).

9.2. Neinvazivní metody stanovení ANP

Ke stanovení ANP využíváme změn některých respiračních parametrů nebo změn tepové frekvence v závislosti na stoupajícím zatížení nebo změn spotřeby kyslíku nebo nelineárních změn integrovaného elektromyografu, případně vhodně voleného motorického testu (Bunc, 1989).

10. Laktátová křivka

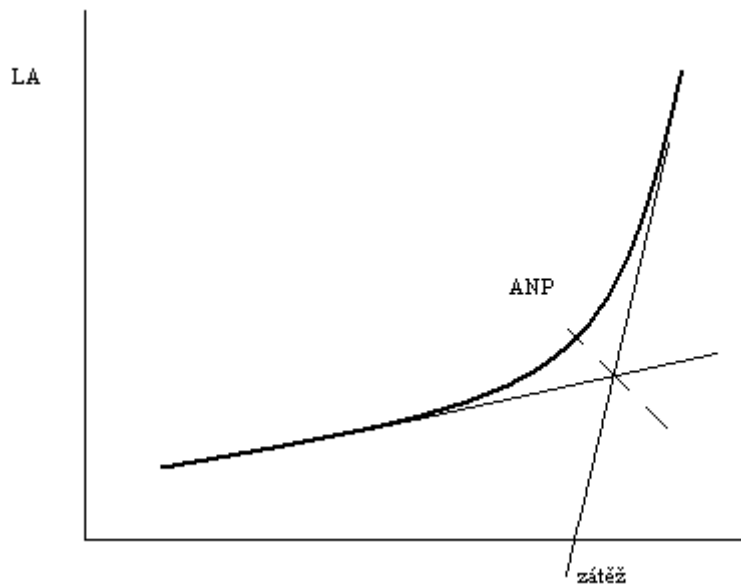
K rozšířeným metodikám terénních měření se řadí stanovení laktátové křivky s výpočtem laktátového (anaerobního) prahu, který slouží jak k individualizaci tréninkových intenzit, tak k posouzení účinnosti předchozí tréninkové přípravy. Krev potřebná ke stanovení koncentrace laktátu se odebírá ihned po ukončení každého stupně rovnoměrného zatížení. Vhodné jsou úseky 5 x 1000m jízdy konstantní rychlostí za průběžné kontroly frekvence pádlování a tepové frekvence. Intenzita zatížení se při každém úseku postupně zvyšuje, poslední úsek se jede na maximum. Bezprostředně po každém úseku změříme čas, tepovou frekvenci a odebíráme krev. (Mareš, 2003).

Exponenciální průběh koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci, vypočítaný pomocí metody nejmenších čtverců dovoluje stanovit pomocí dvou tangent křivky „bod zlomu“ laktátové křivky, tj. intenzitu zatížení, resp. tepovou frekvenci odpovídající okamžiku prudkého vzestupu koncentrace laktátu v krvi, tj. okamžiku, kdy procesy produkce a utilizace laktátu přestávají být v dynamické rovnováze. Laktátová křivka neposkytuje pouze informaci o úrovni laktátového prahu, ale posouzení jejího profilu v tzv. „aerobní“ a „anaerobní“ zóně, tj. úhly, které v těchto oblastech křivka svírá s osou „x“, vypovídají o poměru přírůstků rychlosti a přírůstků koncentrace laktátu v krvi. Čím jsou tyto úhly menší, tím je pracovní režim v odpovídající zóně metabolického krytí výhodnější, tj. přírůstek rychlosti je doprovázen nižším stupněm metabolické acidózy (Säcklová, 2006).

Obecně lze u koncepcí prahů, vyplývajících z laktátových křivek vycházet z následujících souvislostí: při stupňovitě narůstající intenzitě zátěže se vytváří pohotová energie nejprve aerobně. Dosáhne – li křivka laktátu $2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ (nazývané také aerobním prahem), vytváří se pohotová energie smíšeně aerobně – anaerobně, takže oblast mezi $2 - 4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ koncentrace

laktátu v krvi je také označováno jako oblast aerobně – anaerobního přechodu. V průměru 4 mmol . l⁻¹ (ojediněle níže nebo výše) dochází k druhému strmému nárůstu laktátové křivky. Tento bod je označován jako anaerobní práh (Lehnertz, Martin, 1988).

Obr. 1.: Laktátová křivka



11. Conconiho test

Conconiho test je neinvazivní terénní test pro detekci anaerobního prahu, vycházející ze vztahu srdeční frekvence a intenzity zatížení v průběhu stupňovaného zatížení (Hnízdil, 2006).

Conconiho test vychází z předpokladu, že srdeční frekvence (SF) stoupá se zvyšující se intenzitou zatížení lineárně pouze v oblasti středních stupňů zatížení, tj. v pásmu asi od 120 do 170 tepů . min⁻¹. Celá zátěžová srdeční křivka má přitom typický esovitý průběh. Conconi popsal jako první souvislost mezi horní odchylkou SF od linearity a laktátovým anaerobním prahem. Poté byla zjištěna i souvislost s úrovní ventilačního prahu (Bartůňková a kol., 1996).

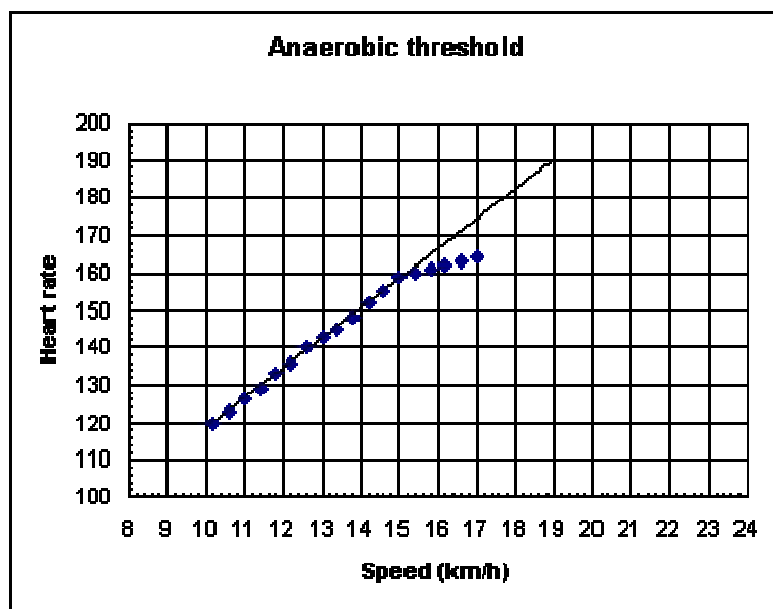
Měřením TF v závislosti na rychlosti běhu udává, že nelineární zvýšení TF se vysvětluje překonáváním anaerobního prahu. Bod určování se nazývá „deflection velocity“ kritická rychlost, ke které se přiřazuje kritická tepová frekvence (Veber, 2000).

Conconi test představil na Světovém kongresu tělovýchovného lékařství v roce 1982 ve Vídni, navrhl jednoduchý test stanovení ANP v testu pro běžce (Němec, 2007).

Již od počátku se vedou velmi živé diskuse o využitelnosti a reprodukovatelnosti této metody. Řada autorů prokazuje, že uvedený způsob stanovení anaerobního prahu není v praxi použitelný, na druhé straně existuje řada prací, které naopak prokazují životaschopnost této velmi jednoduché metody. Metoda je na protokol velmi citlivá a v případě nesplnění základních podmínek ideálního postupu zatěžování, často i v případě malého odchýlení od ideálního protokolu, již nejsme schopni nalézt porušení linearitu průběhu TF na stoupající intenzitě zatížení, tedy nejsme schopni stanovit anaerobní práh. I v případě splnění všech podmínek ideálního postupu je třeba počítat s tím, že zhruba 5 – 7 % všech případů nevede k požadovanému cíli (Bunc, 1990).

Hlavní předností stanovení ANP na základě kinetiky tepové frekvence (přes možné námitky, týkající se přesnosti měření, závislosti na řadě faktorů atp.) je jednoduchost a velká praktická využitelnost této metody v terénních podmínkách vlastního tréninkového procesu (Šebek, 1995).

Graf 1: Graf závislosti tepové frekvence a rychlosti běhu



11.1. Podmínky nutné pro stanovení anaerobního prahu z kinetiky TF

1. Počáteční intenzita zatížení musí být velmi nízká , zhruba na úrovni 50 – 60 % TF_{max} nebo nižší, důvodem je nutnost získání dostatečného počtu bodů k linearizaci průběhu změn TF pod úrovní ANP.
2. Doba trvání jednotlivých stupňů zatížení se musí pohybovat v rozmezí 40 – 140 s, přičemž kritická je hlavně dolní hranice.
3. Rozdíly v intenzitě zatížení mezi jednotlivými stupni zatížení musejí být alespoň 4 – 6 tepů . min^{-1} – důvodem je opět nutnost získání dostatečného počtu bodů k linearizaci průběhu.
4. Celkový počet stupňů zatížení by se měl pohybovat v rozmezí 7 – 12 stupňů, přičemž 5 – 9 stupňů zatížení se musí nacházet pod úrovní ANP. Dolní hranice je limitována dostatečným počtem bodů pro linearizaci průběhu, horní možností nástupu lokální únavy.

Jsou - li splněné uvedené podmínky, lze ANP stanovený na základě kinetiky TF využít přímo pro stanovení objektivizované intenzity zatížení pro sportovní trénink, bez nutnosti používat složité laboratorní metody (Bunc, 1990).

12. Sportovní trénink v kanoistice

Sportovní trénink je chápan jako plánovitě řízený pedagogický proces, který má promyšlenou činností sportovců a trenérů zajistit výkonnostní rozvoj. Systém sportovního tréninku lze chápat jako účelné, na základě určitých principů zdůvodněné uspořádání obsahu, prostředků a metod tréninku, jehož cílem je zajistit růst sportovní výkonnosti (Dovalil, 2002).

Cílem sportovního tréninku je dosahování individuálně nejvyšších výkonů na základě systematické, zpravidla dlouhodobé přípravy. Výzkumy bylo prokázáno, že na dosáhnutí špičkové výkonnosti sportovců se kromě talentů podílí i mnohaletá pravidelná a systematická příprava a stavba dlouhodobého tréninku (Dovalil, 2002).

Sportovní trénink v kanoistice, je stejně jako v ostatních sportovních odvětvích, tvořen čtyřmi složkami:

- kondiční příprava
- technická příprava
- taktická příprava
- psychologická příprava

Jak výše uvedená struktura kanoistického výzkumu naznačuje, největší důraz je kladen na technickou a kondiční přípravu, která je podstatná pro řešení námi zvolené problematiky.

Kondiční příprava je nejdůležitější složkou sportovního tréninku, neboť je zaměřena na vytváření základních tělesných předpokladů pro vysokou sportovní výkonnost. Její podstatu tvoří rozvoj pohybových schopností, a to jak v obecném, tak i ve speciálním zaměření. Je nutné si uvědomit, že obě složky (všeobecná i speciální kondiční příprava) se doplňují, prolínají a ovlivňují (Přichystal, 2008).

12.1. Rozvoj vytrvalosti v kanoistice

V kondiční přípravě kanoistů hraje významnou roli rozvoj vytrvalostních schopností. Při výkonu na závodní trati v rychlostní kanoistice pracuje organismus smíšenou aerobně anaerobní intenzitou, ale v tréninkovém procesu se používá zatížení všech intenzit. Při tréninku vytrvalostních schopností má určování intenzity zatížení mimořádný význam. Bez přesnější kvantifikace intenzity zatížení není možný systematický a plánovitý rozvoj trénovanosti.

Dělení vytrvalosti vychází z trvání výkonu dle Dovalila (Dovalil, 2002):

Rychlostní vytrvalost	do 20s	ATP + CP systém
Krátkodobá vytrvalost	20s – 2 min.	LA systém
Střednědobá vytrvalost	2 – 11 min.	LA + O ₂ systém
Dlouhodobá vytrvalost	11 – 30 min.	
	30 – 90 min.	O ₂ systém
	nad 90 min. trvání	

12.2. Intenzita zatížení na úrovni anaerobního prahu

Intenzita zatížení na úrovni ANP je považována za základní intenzitu zatížení pro rozvoj speciálních vytrvalostních schopností. Z ní odvozujeme další intenzity pro rozvoj dalších pohybových schopností nutných pro podání sportovního výkonu (Bunc, 1989).

Intenzitou na úrovni ANP rozumíme takové zatížení, při kterém jsou kladeny vysoké nároky na aerobní systém, ale zároveň je minimalizována aktualizace LA systému. Tato

intenzita je velice vhodným a účinným zdrojem rozvoje funkčních systémů organismu (Dovalil, 1986).

Intenzita zátěže při ANP se nejčastěji vyjadřuje buď v absolutních hodnotách spotřeby O_2 , nebo v % VO_{2max} . U netrénovaných jedinců se pohybuje mezi 50 – 70 % VO_{2max} , u trénovaných 80 – 90 % VO_{2max} i více. K praktickému využití těchto hodnot, je třeba hledat odpovídající vyjádření intenzity prostřednictvím ukazatelů, či tepové frekvence. Tepová frekvence odpovídající intenzitě ANP se pohybuje u trénovaných jedinců okolo 90 % TF max i více (Dovalil, 1986).

Při tréninku vytrvalosti, by optimálním tréninkovým podnětem byla tzv. kritická intenzita (tj. 100 % VO_{2max}) při zachování požadovaného objemu práce. Touto intenzitou je však možno pracovat bez přerušování 5-10 minut (výjimečně trénovaní vytrvalci až 20 min). Příčinou časového omezení práce schopnosti kritickou intenzitou je aktivace anaerobních procesů, které způsobují v organismu nežádoucí změny vnitřního prostředí organismu sportovce. Proto vznikly různé varianty intervalového tréninku, jejichž podstatou je cvičení intenzitou blízkou intenzitě kritické poměrně krátkou dobu s intervaly odpočinku, které neumožňují plné zotavení (Šebek, 1995).

Intenzitu tréninku lze řídit na základě konceptu dvou prahů, které ohraničují aerobně – anaerobní přechod. Aerobní práh vyznačuje horní hranici regenerační oblasti tréninku. Extenzivní vytrvalostní trénink se uskutečňuje dle typu sportu a doby zatížení od 70 % až těsně k 90 % anaerobního prahu, intenzivní vytrvalostní trénink a tempová vytrvalost mezi 90 % až 100 % anaerobního prahu. V zóně intenzivní vytrvalosti již dochází k patrnému nárůstu anaerobního hrazení energie, hodnota laktátu se u kvalitních sportovců pohybuje zpravidla mezi 3 - 5 mmol . l⁻¹. Intervalové programy se intenzitou odehrávají nad anaerobním prahem, přičemž mohou být dosahovány různé koncentrace laktátu v závislosti na intenzitě a délkách pauz mezi intervaly (Anaerobní práh, 2008).

Intenzita na úrovni ANP je velice účinným kompromisem, který je charakterizován takovou intenzitou zatížení a zároveň takovou dobou trvání tělesného cvičení, při níž je procento VO_{2max} co nejvyšší, ale současně produkce laktátu je co nejnižší. Tudíž negativní změny v organismu nejsou velké a cvičení je možné provádět déle vzhledem k potřebám působit na rozvoj aerobní kapacity (Šebek, 1995).

12.2.1. Využívaná metoda rozvoje výkonnosti na úrovni ANP

Tréninková metoda dlouhodobých intervalů působí zároveň na aerobní výkon i na aerobní kapacitu. Tréninkový podnět této metody se vyznačuje následujícími znaky:

Doba trvání cvičení: 8 – 20 min

Intenzita cvičení: na úrovni ANP

Interval odpočinku: 5 – 10 min

Charakter odpočinku: aktivní

Počet opakování: 2 – 6 dle úrovně trénovanosti sportovce (Choutka, Dovalil, 1991).

Intenzita zatížení na úrovni ANP se ukazuje jako nejvhodnější intenzita zatížení pro rozvoj speciálních vytrvalostních schopností. Hodnota ANP se může také využívat jako bazální údaj pro stanovení konkrétních charakteristik dalších intenzit zatížení, jejichž využití v tréninku je podmínkou kvalitního výkonu (Šebek, 1995).

12.3. Roční tréninkový cyklus v rychlostní kanoistice

Tréninkový cyklus v rychlostní kanoistice by měl respektovat zákonitosti přirozeného vývoje jedince v jednotlivých etapách sportovní přípravy. Růst sportovní výkonnosti je dlouhodobý proces, ve kterém by měly být dodržovány veškeré zásady plánování sportovní přípravy (Borkovcová, 2005).

V rychlostní kanoistice je roční tréninkový cyklus rozdělen na období na přípravné, předzávodní, závodní a přechodné (tabulka 3).

Tabulka 3: (Borkovcová, 2005): Schéma periodizace ročního tréninkového cyklu v rychlostní kanoistice.

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

Přípravné období I.

Přípravné období má vytvořit základy budoucího výkonu, zajistit předpoklady pro další růst výkonnosti, proto je z hlediska dlouhodobého růstu sportovní výkonnosti nejdůležitější (Dovalil a kol., 2002). V tomto období je charakteristický trénink velkých objemů. Trénink je zaměřen na vytváření všestranných a širokých základů sportovní výkonnosti. Sportovní příprava v obecné části je zaměřena především na rozvoj silových a vytrvalostních schopností. Jsou využívány z velké části prostředky tréninku, jako jsou plavání, posilování, běh, běh na lyžích, sportovní hry, atd.

V rychlostní kanoistice je jedním z rozhodujících úkolů v přípravného období utváření a zdokonalování aerobního základu, který tvoří podstatu obecné vytrvalosti. Toho je dosahováno tím, že do plánu jsou zařazovány objemově velké jak rovnoměrné, tak i střídavé tréninky, jejichž intenzita se zpravidla pohybuje v rozmezí 70 – 80 % intenzity maximální.

Aerobní oblast prahu (při cca $2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) je, jak se zdá, nejvhodnější intenzitou zátěže pro extenzivní vytrvalostní trénink (Kindermann, 1984).

V tomto období je využíváno zejména intenzity II., dále, v menší míře intenzity III. a k regeneraci intenzita I. (podle tabulky 4).

Přípravné období II.

Hlavním cílem tohoto období je převést vysokou obecnou trénovanost v trénovanost speciální, tj. využít ji jako potenciálu pro vysokou úroveň specializovaného sportovního výkonu (Choutka, Dovalil, 1991). Speciální tréninkové prostředky začínají převládat nad všeobecnými, které plní hlavně roli kompenzační a regenerační. Objem zatížení se postupně snižuje a zvyšuje se intenzita. Dále dochází ke snížení objemu rozvoje maximální síly a zvýšení objemu silově rychlostních schopností. V tomto období se vrcholoví závodníci připravují v tréninkových kempech v příznivějších klimatických oblastech.

Oblast anaerobního prahu je adekvátní oblastí identity pro „intenzivní“ vytrvalostní trénink s dostatečně vysokým podnětným účinkem na aerobní metabolismus svalových buněk (Kindermann, 1984).

V tomto období je využíváno intenzit III., v menší míře II., začínají se zařazovat tréninky v intenzitě IV. A k regeneraci je využíváno intenzity I. (podle tabulky 4.).

Předzávodní období

Předzávodní období, obvykle časový úsek 2 – 4 týdnů, předchází prvním startům v mistrovských soutěžích (Dovalil a kol., 2002). Trénink je zaměřen na rychlostní a krátkodobou vytrvalost, rychlost a výbušnost. Hlavním úkolem je dosáhnout vysoké sportovní formy. Ladění sportovní formy plynule navazuje na předchozí trénink v přípravném období. Dochází ke snížení objemu zatížení při současném udržení vysoké intenzity.

Při přechodu do období závodního je hlavním úkolem zaměřit se na rozvíjení rychlostní a speciální silové vytrvalosti, jejichž biochemickým základem jsou převážně anaerobní mechanismy produkce energie. Uplatňovány jsou však také rovnoměrné tréninky, jejichž úkolem je v tomto případě udržení dosažené úrovně speciální vytrvalosti (Maksimova, Čagovec, 1983).

Zde je již využíváno zejména intenzit IV., V., jako nácvik speciálního závodního tempa, ale i zde jsou uplatňovány tréninky v zóně intenzity III. Pro regeneraci je využíváno intenzity I. (tabulka 4.).

Závodní období

Do závodního období se soustřeďují soutěže, jeho hlavním cílem je zhodnotit předchozí přípravu a prokázat nejvyšší výkonnost. Soutěž svým způsobem představuje i jisté pokračování snahy o zvyšování sportovní výkonnosti. Kromě tzv. startů hlavních se také jako tréninkového prostředku využívá v závodním období startů pomocných, v nichž samotný výkon nemusí být prvořadý, ale slouží k dalšímu zdokonalení, ověření, kontrole apod. Obecným úkolem tréninku v závodním období je vytváření podmínek pro udržení, případně opakované vyladění sportovní formy. Snižuje objem tréninkového zatížení, ale udržuje se jeho intenzita. V závislosti na soutěžních startech dosahuje celková velikost zatížení poměrně značné úrovně. Ve stavbě tréninku se podle kalendáře soutěží využívá větších nebo menších sérií soutěžních mikrocyklů, podle potřeby se zařazují i mikrocykly regenerační, vyladovací, kontrolní a případně i rozvíjející (Dovalil a kol., 2002).

V závodním období jsou uplatňovány stejné tréninkové zóny intenzit jako v předzávodním období a jsou zařazovány podle potřeby a druhu mikrocyklů (tabulka 4.)

Přechodné období

Přirozená rytmičnost aktivity člověka vyžaduje, aby náročná pohybová činnost byla střídána fázemi odpočinku. Platí to nejen pro elementární cyklus sekvence tréninkových jednotek, ale i „ve velkém“, tj. v dimenzi ročního cyklu. Zde pak plní odpočinkovou funkci přechodné období (Dovalil a kol., 2002).

Přechodné období má především eliminovat kumulovanou únavu plynoucí z výkonnostních požadavků soutěží. Na přechodné období plynule navazuje úvodní mikrocyklus nového přípravného období. Hlavní pozornost se musí věnovat co nejdůkladnějšímu zotavení. Podstatně se snižuje velikost zatížení, tréninkových jednotek je méně a jsou kratší. Pokud je to nutné, trénink se i na několik dnů přerušuje. Většinou má však tréninková činnost povahu aktivního odpočinku. Převažuje nízká intenzita aerobních cvičení, z hlediska obsahu se zařazuje více cvičení nespecifických – doplňkové sporty včetně startů v těchto soutěžích. Nezbytné je sledovat pozorněji i psychickou stránku, tj. vyhýbat se monotónnímu tréninku. To lze zajistit jednak širším a pestřejším výběrem cvičení, jejich aplikací zábavnou emocionální formou, jednak variabilitou prostředí (ve větší míře lze využívat přírodu, les, hory, moře apod.). Mnohé regenerační a rehabilitační požadavky bývají řešeny také v lázních nebo v rámci dovolené (Dovalil a kol., 2002).

Tabulka 4: Zóny zatížení

Zóna	Cíle tréninku	Intenzita	Obvyklá doba trvání	TF	Hladina krevního laktátu	energetické krytí
I.	Regenerační	Nízká, hodně pod laktátovým prahem	30-45 min	~60-70% max	~1-2mmol/l pod prahem	Aerobní
II.	Dlouhodobá vytrvalost	Mírná	30-180 min+ setrvale nebo krátké přestávky	~70-75% max	~1-2mmol/l - pod prahem	Aerobní
III.	Intenzivní vytrvalost	Střední a vyšší	20-60 min (setrvale) 10 - 15min (s odpovídajícími intervaly)	~75-85% max	laktátový práh přibližně 4 mmol/l	Aerobní/Anaerobní
IV.	Dlouhá opakování	Vysoká	3-6 min (úplný odpočinek)	~90-95% max	~2-6mmol/l nad prahem	Aerobní/Anaerobní
V	Intenzivní opakování (dlouhé a krátké)	Velmi vysoká	Dlouhé - (opakované ús. 45-60 sec)	max	~10-20mmol/l nad prahem	Anaerobní

V současné době využíváme zóny zatížení uvedené v tabulce 4. k přípravě rychlostních kanoistů. V přípravném období I. činí podíl tréninku v intenzitě III. okolo 20 – 25 %. v přípravném období II. kolem 30 – 40 %, v předzávodním a v závodním období je intenzita v zóně III. využívána pouze k udržení vytrvalostní úrovně a činí přibližně 15 %. Podíl tréninku v zóně III. je samozřejmě ovlivněn délkou závodní trati, na kterou se závodník připravuje.

13. Metodika práce

Tato práce má charakter empirického výzkumu. Jde o kasuistickou studii, ve které má výzkum charakter asociační tzn., že požadovaná data získáváme metodou pozorování (Säcklová, 2006). Ve studii budeme sledovat příčinný vztah mezi nezávislými proměnnými (fyziologické parametry závodníků). Fyziologické parametry (srdeční frekvence a koncentrace laktátu v kapilární krvi, úroveň anaerobního prahu), budou zjištěny pomocí terénních testů.

Ke stanovení laktátového (anaerobního) prahu použijeme metodu terénního měření pomocí tzv. laktátové křivky tj. exponenciálního průběhu koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci.

Ke stanovení anaerobního prahu použijeme metodu terénního měření pomocí tzv. Conconiho testu vycházejícího ze vztahu srdeční frekvence a intenzity zatížení v průběhu stupňovaného zatížení.

13.1. Výzkumné metody

Laktátová křivka

Graf závislosti hladiny laktátu na intenzitě zatížení se nazývá laktátovou křivkou. Na svislé ose je vždy uvedena hladina laktátu v krvi (v $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$), na vodorovné ose potom je znázorněna velikost zátěže (rychlost lodě u kanoistů) a nebo velikost tepové frekvence, která odráží stupeň zátěže. Spojením čtyř nebo pěti bodů (jednotlivých zátěží) vznikne křivka.

Pro jednoznačné určení laktátové křivky v rovině je třeba znát nejméně tři navzájem různé body, jimiž křivka prochází. Abychom tuto závislost zjistili, musíme sportovce zatížit alespoň třemi zatíženími se stoupající intenzitou, které se musí dostatečně lišit. Pro vyšší přesnost je třeba použít alespoň čtyři stupně zatížení. Stupně je vhodné volit tak, aby první stupeň byl v čistě aerobní zóně, druhý a třetí ve smíšené zóně a poslední v anaerobní zóně, nebo okolo kritické rychlosti, odpovídající úrovni VO_2max (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

Doba trvání těchto zatížení by se měla pohybovat v rozmezí 5 – 7 min., nebo více. Může jít i o série kratších úseků s intervalem odpočinku, tedy zatížení charakteristické pro intervalový trénink. Z takto získaných bodů potom matematicky pomocí výpočetní techniky aproximujeme vlastní laktátovou křivku, na které je možné graficky stanovit bod, který

odpovídá ANP, nebo odečíst zatížení odpovídající koncentraci $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ (Soumar, Soulek, Kučera, 2000).

Krev potřebná ke stanovení koncentrace laktátu se odebírá ihned po ukončení každého stupně rovnoměrného zatížení. Pro rychlostní kanoisty jsou vhodné úseky $5 \times 1000\text{m}$ jízdy konstantní rychlostí za průběžné kontroly frekvence pádlování a tepové frekvence. Intenzita zatížení se při každém úseku postupně zvyšuje, poslední úsek se jede na maximum. Bezprostředně po každém úseku změříme čas, tepovou frekvenci a odebíráme krev. (Mareš, 2003).

Conconiho test

Na základě obecných zásad pro stanovení anaerobního prahu z kinetiky tepové frekvence jsme stanovili následující pravidla pro aplikaci do rychlostní kanoistiky.

Testovaná osoba provádí souvislé zatížení ve vzdálenosti 2 km stupňovanou intenzitou. Ta se konstantně zvyšuje každých 250 m.

Stanovení optimálních intenzit zatížení v jednotlivých 250 m úsecích je základním předpokladem správného testování a následného stanovení hodnot anaerobního prahu.

Při jejich stanovování vycházíme z již citovaných podmínek dle Bunce, které se dají shrnout následovně:

- pro stanovení kinetiky TF v závislosti na stoupajícím zatížení musí být absolvováno alespoň 7 různých zátěží, z nichž minimálně 3 – 4 musí být pod zlomem na křivce TF.
- doba trvání jednotlivých stupňů zatížení se musí pohybovat v rozmezí 40 – 140 s.
- počáteční intenzita zatížení musí být velmi nízká, zhruba na úrovni 50 – 60 % TF_{max} .
- rozdíly mezi jednotlivými stupni intenzit zátěží musí být na úrovni řádově 10 % $\text{VO}_2 \text{ max}$.

13.2. Postup při vlastním testování – laktátová křivka

Pro měření laktátové křivky bylo využito kanoistického kanálu v Račicích. Byly zvoleny čtyři jednokilometrové úseky, s obrátkou v polovině trati, jeté konstantní rychlostí s pauzou dvě minuty. Intenzita zatížení se při každém úseku postupně zvýšila, poslední úsek se jel na maximum. Krev potřebná ke stanovení koncentrace laktátu se odebírala ihned po ukončení

každého stupně rovnoměrného zatížení. Byla odebírána kapilární krev z ušního lalůčku. Byl změřen čas, tepová frekvence a frekvence pádlování v každém úseku, který byl absolvován na předem individuálně zvolené úrovni tepové frekvence. Stanovené hodnoty byly zapsány do předem připravené tabulky a byly využity pro vyhodnocování testu.

Probandé prováděli test ve skupinách, po čtyřech (tabulka 6). Startovali v jednominutovém intervalu za sebou. Testování předcházelo individuální rozsvičení a rozjetí. Probandé nahlásili hodnotu tepové frekvence změřenou na konci každého úseku, pomocí sporttesterů Polar S610i, RS800 (Polar Elektro, Kempele, Finland).

Odběry krve, výsledky testu a grafy laktátových křivek zpracovalo vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu Casri.

Na laktátových křivkách, které udávají vztah hladiny laktátu k tepové frekvenci, byly vyznačeny dvě důležité úrovně. Úroveň tepové frekvence při hladině laktátu $2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ a druhá úroveň při hladině $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Hladina $2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ je nazývána aerobním prahem a hladina $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ je nazývána anaerobním prahem.

Tabulka 5: Harmonogram jednotlivých skupin.

Testování proběhlo 1.7. 2008.

1. skupina 10:00	2.skupina 10:40	3.skupina 11:20	4.skupina 12:00
J.A. 1986	L.T. 1988	B.E. 1983	V.D. 1989
P.D. 1987	A.A. 1986	K.K. 1991	F.D. 1988
T.H. 1988	J.Š. 1983	L.M. 1989	T.H. 1986
P.Š.1985	K.B. 1983	H.Š. 1982	J.R. 1986

13.3. Postup při vlastním testování – Conconiho test

Vybraní probandé absolvovali test na kanoistické dráze v Račicích stupňovanou intenzitou. Délka testu byla stanovena na 2 km (omezena délkou závodního kanálu). Intenzita se konstantně zvyšovala každých 250 metrů. Dráha byla vybějkovaná po deseti metrech a na každých 250 metrech byla bójka odlišné barvy pro dobrou orientaci závodníků. Všechny testované osoby byly seznámeny s principem testování, jeho záměrem a využitím, přičemž jim byl dán prostor pro vyjasnění případných sporných momentů v průběhu testu.

Stanovení optimální rychlosti jízdy pomocí GPS v jednotlivých 250 m úsecích je základním předpokladem správného testování a následného stanovení hodnot anaerobního prahu. Rychlost jízdy prvního úseku byla stanovena individuálně, podle osobní výkonnosti na

250 m (tabulka 6). V této části testu musela osoba provádějící měření důkladně posoudit podmínky a kvalitu testovaného závodníka, aby došlo k správnému nastavení a udržení intenzity testu. Kanoisté a kajakářky volili počáteční rychlost jízdy 10,5 – 11 km . h⁻¹ a kajakáři 12,5 km . h⁻¹ (tabulka 7).

Tabulka 6: Volba počáteční rychlosti jízdy podle nejlepšího osobního času na 250 m.

nejlepší osobní čas na 250 m	> 57 s	54 - 56 s	51 - 53 s	50 - 49 s	< 48 s
	km . h ⁻¹	km . h ⁻¹	km . h ⁻¹	km . h ⁻¹	km . h ⁻¹
1. úsek	10,5	11	11,5	12	12,5
2. úsek	11	11,5	12	12,5	13
3. úsek	11,5	12	12,5	13	13,5
4. úsek	12	12,5	13	13,5	14
5. úsek	12,5	13	13,5	14	14,5
6. úsek	13	13,5	14	14,5	15
7. úsek	13,5	14	14,5	15	15,5
8. úsek	14	14,5	15	15,5	16

Tabulka 7: Rychlost jízdy, kterou zvolili kajakáři, kanoisti a kajakářky.

úsek	kajakářky, kanoisti (km . h ⁻¹)	kajakářky, kanoisti (km . h ⁻¹)	kajakáři (km . h ⁻¹)
1.	10,5	11	12,5
2.	11	11,5	13
3.	11,5	12	13,5
4.	12	12,5	14
5.	12,5	13	14,5
6.	13	13,5	15
7.	13,5	14	15,5
8.	14	14,5	16

Samotnému testování předcházelo důkladné rozcvičení, poté individuální rozjetí 10 – 15 min. Následovalo klidné vyjetí na vodě, cílem této fáze je zklidnění a snížení hodnot TF, před samotným testem. Probandé absolvovali test ve skupinách po dvou nebo po třech, podle nastavení počáteční rychlosti prvního úseku v období od 3.7. do 5.7. 2008. Start probíhal letmou formou, probandé najížděli do prostoru startu malou rychlostí a v době, kdy protuli startovní linii, spustili měřicí zařízení, které měli připevněné před sebou na lodi tak, aby mohli sami kontrolovat požadovanou rychlost jízdy. Jejich úkolem bylo zvýšit každých 250 metrů

rychlost jízdy o $0,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Při dobře stanovené počáteční rychlosti, by posledním úsekem měl být osmý 250 metrový úsek. Existují možnosti, že test bude ukončen dříve, když testovaná osoba nebude schopna udržet stanovenou rychlost. Vždy je však nutné, aby poslední započatý úsek byl dokončen, i když dojde k poklesu rychlosti. Poslední absolvovaný úsek by měl být proveden maximální rychlostí.

Po absolvování testu probandé vypnuli měřicí zařízení. V posledních úsecích testu podává sportovec výkon blížící se jeho maximu, je proto nezbytné důkladné vyjetí po skončení testu.

Záznam hodnot srdeční frekvence a jednotlivých mezičasů v průběhu testu byl prováděn za pomoci kardiotačometrů Polar S610i, RS800 (Polar Elektro, Kempele, Finland), v 5 sekundovém záznamovém režimu pro ukládání dat srdeční frekvence. Bylo využito GPS Forerunner 201 pro měření rychlosti jízdy a Forerunner 305 pro měření srdeční frekvence a měření rychlosti jízdy. Polar S610i byl použit v kombinaci s GPS Forerunner 201, Polar RS800 a GPS Forerunner 305 byly použity samostatně, jelikož obsahují měřič rychlosti jízdy i měřič tepové frekvence. Později byla získaná data převedena do počítače a následně zpracována a vyhodnocena pomocí software Polar Pro Trainer 5 a pomocí software Garmin Training Center.

13.4. Technické vybavení

Probandé absolvovali Conconiho test i test na zjištění anaerobního prahu z laktátové křivky na závodních rychlostních kajacích nebo kanoích. Testování se uskutečnilo na kanoistickém závodním kanále v Račicích.

13.4.1. Sporttester

Zařízení, které se používá pro dokumentaci srdeční frekvence se nazývá sporttester.

Pro testování jsme použili sporttester firmy Polar s označením S610 i a nebo RS800. Skládá se ze snímače tepové frekvence upevněného na hrudi sportovce, který přenáší vysílačem srdeční frekvenci do přijímače v náramkových hodinkách. V praxi je důležité, aby byl pás přesně umístěn pod prsními svaly, nebyl příliš utažen a nekomplikoval tak dýchání.

Přenos dat ze sporttesteru do počítače je v současné době možný více způsoby. Pomocí speciálního rozhraní kabelem – tzv. interface, dále bezdrátově přes infračervený port nebo pomocí mikrofonu.

Sporttester Polar S610 i zaznamenává aktuální TF každých pět vteřin, ale má i další funkce, jako je například nastavení volby požadovaného intervalu TF, ukazatel času, stopky, měřič spotřeby kalorií atd. Pro vyhodnocení mého testu je však nejdůležitější paměťová funkce, která zaznamenává hodnoty TF během zátěže.

Polar RS800 je jeden z nejnovějších typů sporttesterů, který se současným využitím senzoru Polar G3 poskytuje veškeré údaje o rychlosti a vzdálenosti na základě příjmu a vyhodnocení satelitního signálu GPS. Svou pozici porovnává s nejméně čtyřmi viditelnými satelity. Zjištěné hodnoty senzor G3 bezdrátovým přenosem na frekvenci 2,4 GHz posílá na další vyhodnocení do sporttesteru vzdáleného méně než 15 m. Dále Polar RS800 poskytuje údaje o: tepové frekvenci, variabilitě TF, maximální spotřebě kyslíku, o energetickém výdeji, o stavu zotavení organismu, atd.

13.4.2. GPS

Forerunner 305

Forerunner 305 patří do kategorie GPS sporttesterů, jenž nacházejí uplatnění pro vedení a vyhodnocení tréninku vrcholových sportovců. Model Forerunner 305 je vybaven snímačem tepové frekvence, což umožňuje provádět naše testování velmi jednoduchým způsobem.

Forerunner dokáže zaznamenat: celkový čas tréninku, tempo, vzdálenost, tempo na okruh, délku okruhu, čas okruhu, nejlepší a průměrná tempa, nadmořskou výšku a spotřebované kalorie. Umožňuje zadat intervaly tréninku a odpočinku a počet opakování atd.

Nabízí možnost stažení tréninkových dat do PC (USB port) pomocí software Garmin Training Center.

Forerunner 201

Forerunner 201 je GPS, který není vybaven snímačem tepové frekvence. Je vhodný pro vedení a vyhodnocení tréninku. Nabízí možnost propojení s PC pro zpracování a vyhodnocování tréninku. Forerunner 201 má tyto tréninkové funkce: zobrazení času tréninku, tempa, proběhlé/projeté vzdálenosti, tempa na okruh, délku okruhu, čas okruhu, nejlepší a

průměrná tempa, nadmořskou výšku a spotřebované kalorie. Umožňuje zadat intervaly tréninku, odpočinku a počet opakování. Pro naše testování je vhodný v kombinaci se sporttesterem.

13.5. Charakteristika souboru

Testovací skupina byla vytvořena z šestnácti členů kanoistického oddílu ASC Dukla Praha, jednalo se o sedm kajakářek, pět kajakářů a čtyři kanoisty. V testované skupině bylo patnáct seniorů, z toho jedenáct ve věku do 23 let a jedna v juniorském věku (tabulka 8).

Tabulka 8: Charakteristika skupiny

	jméno	ročník narození
1.	A.A.	1986
2.	K.B.	1983
3.	B.E.	1983
4.	K.K.	1991
5.	L.M.	1989
6.	J.Š.	1984
7.	H.Š.	1982
8.	J.A.	1986
9.	P.D.	1987
10.	T.H.	1988
11.	P.Š.	1985
12.	L.T.	1988
13.	V.D.	1989
14.	F.D.	1988
15.	T.H.	1986
16.	J.R.	1986

13.6. Zpracování výsledků

Na základě terénního měření pomocí tzv. Conconiho testu vycházejícího ze vztahu srdeční frekvence a intenzity zatížení v průběhu stupňovaného zatížení a pomocí tzv. laktátové křivky tj. exponenciálního průběhu koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci, jsme získali hodnoty anaerobního prahu, které jsme vzájemně porovnali.

14. Výsledky

14.1. Výsledky měření laktátové křivky

V této části naší práce jsou zařazeny tabulky hodnot a k nim příslušné grafy laktátových křivek jednotlivých probandů. Tabulky obsahují hodnoty koncentrace laktátu v krvi a tepové frekvence, přičemž hodnota anaerobního prahu je zvýrazněna tučně.

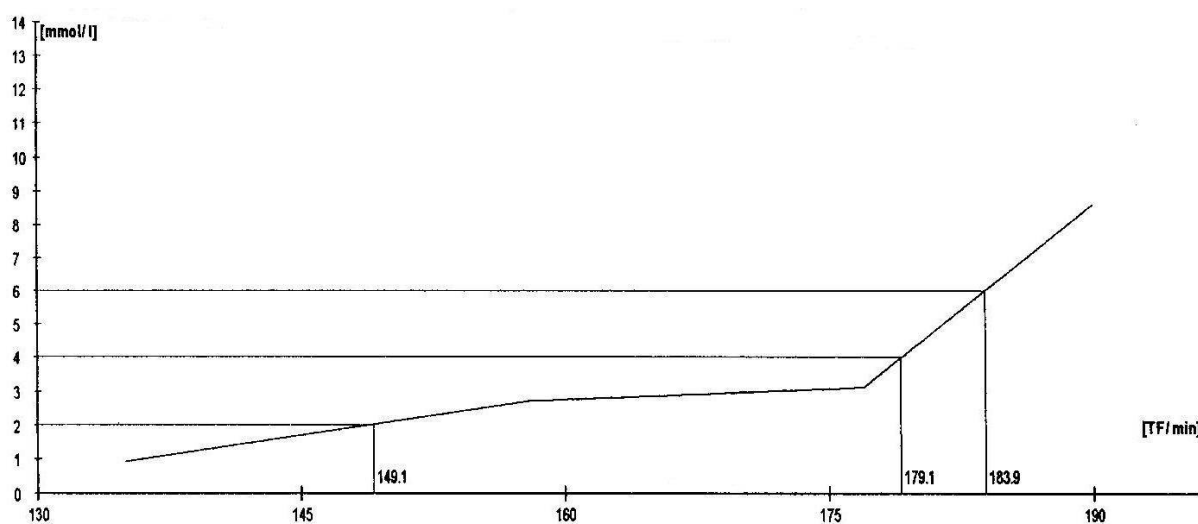
Testování proběhlo v Račicích 1.7. 2008. Odběry krve a výsledky testu zpracovalo vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu Casri.

1. A.A. 1986

Tabulka 9.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	149,1	
4 mmol . l⁻¹	179,1	ANP
6 mmol . l ⁻¹	183,9	

Graf 2.: Laktátová křivka



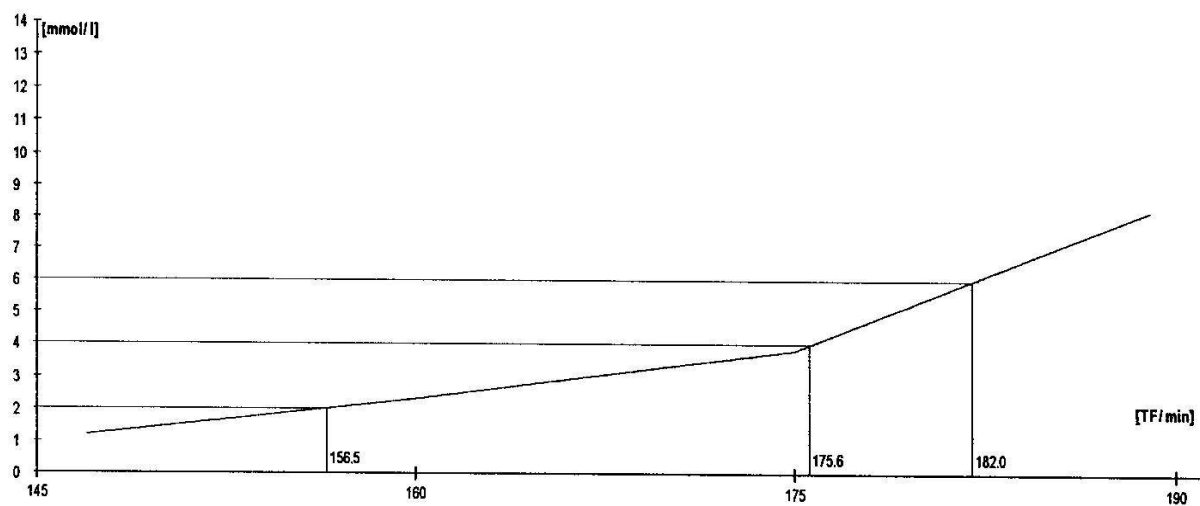
Zdroj: Casri

2. K.B. 1983

Tabulka 10.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	156,5	
4 mmol . l⁻¹	175,6	ANP
6 mmol . l ⁻¹	182,0	

Graf 3.: Laktátová křivka



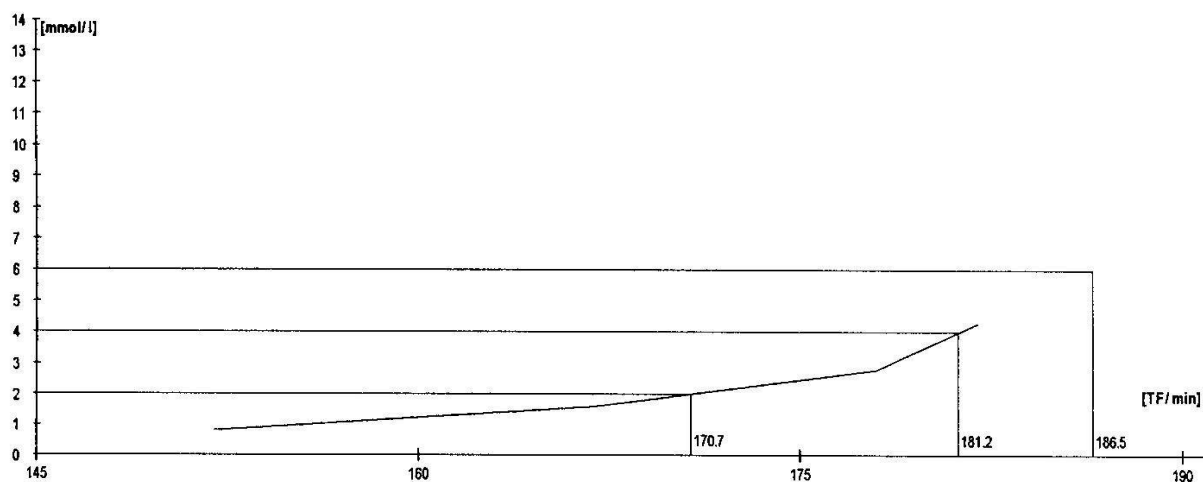
Zdroj: Casri

3.B.E. 1983

Tabulka 11.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	170,7	
4 mmol . l⁻¹	181,2	ANP
6 mmol . l ⁻¹	186,5	

Graf 4.: Laktátová křivka



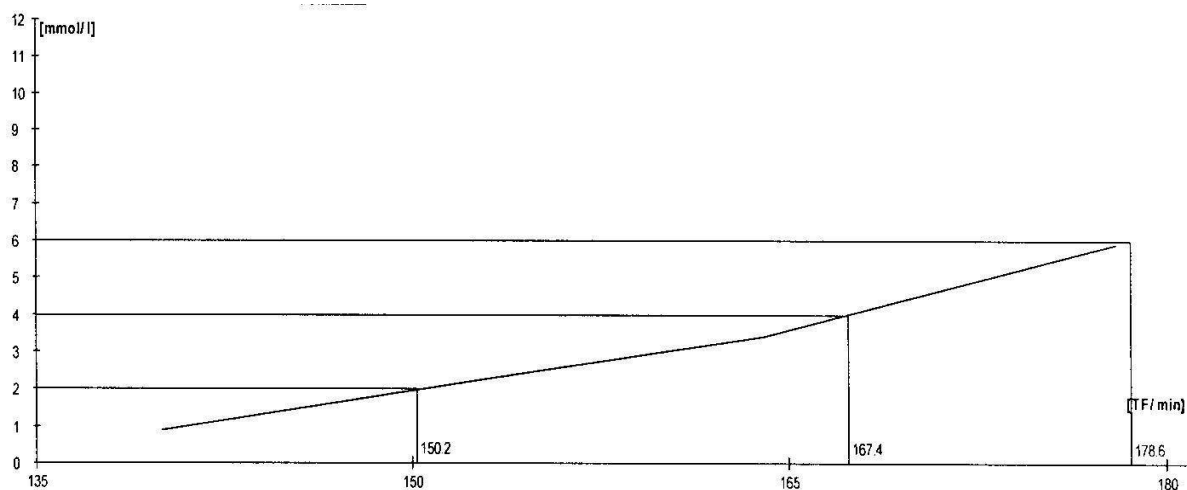
Zdroj: Casri

4. K.K. 1991

Tabulka 12.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	150,2	
4 mmol . l⁻¹	167,4	ANP
6 mmol . l ⁻¹	178,6	

Graf 5.: Laktátová křivka



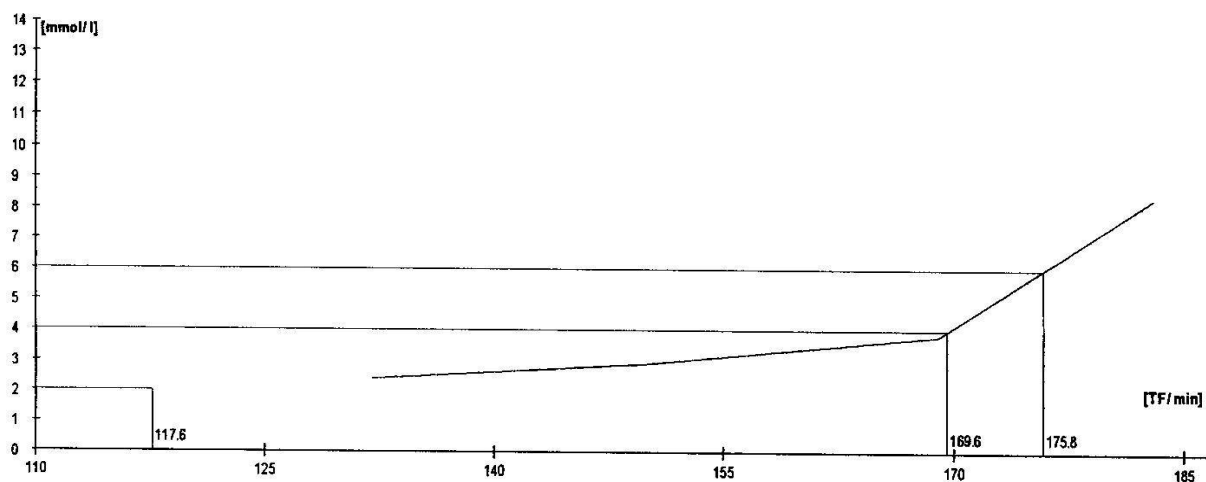
Zdroj: Casri

5. L.M. 1989

Tabulka 13.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	117,6	
4 mmol . l⁻¹	169,6	ANP
6 mmol . l ⁻¹	175,8	

Graf 6.: Laktátová křivka



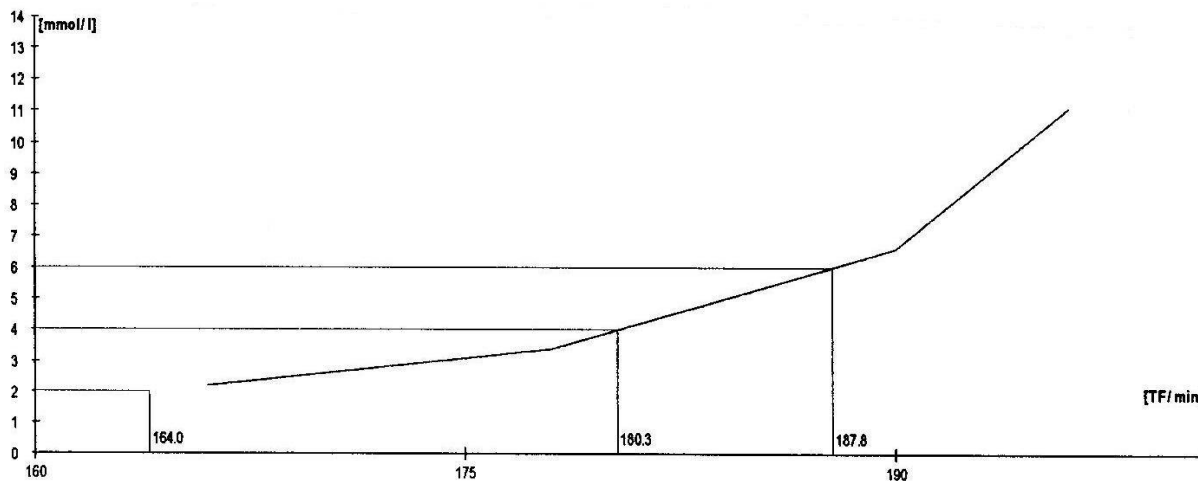
Zdroj: Casri

6. J.Š. 1984

Tabulka 14.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	164,0	
4 mmol . l⁻¹	180,3	ANP
6 mmol . l ⁻¹	187,8	

Graf 7.: Laktátová křivka



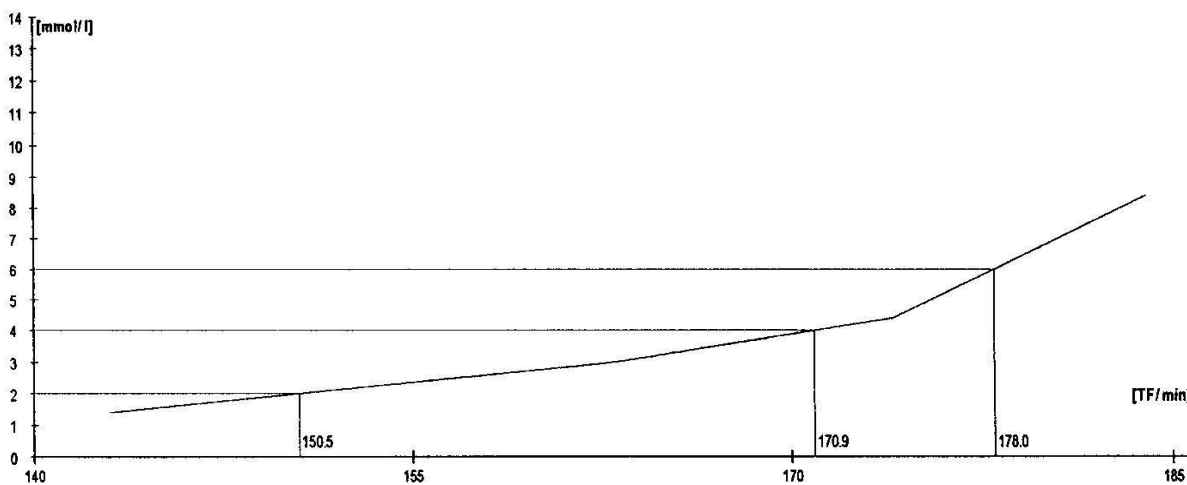
Zdroj: Casri

7. H.Š. 1982

Tabulka 15.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	150,5	
4 mmol . l⁻¹	170,9	ANP
6 mmol . l ⁻¹	178,0	

Graf 8.: Laktátová křivka



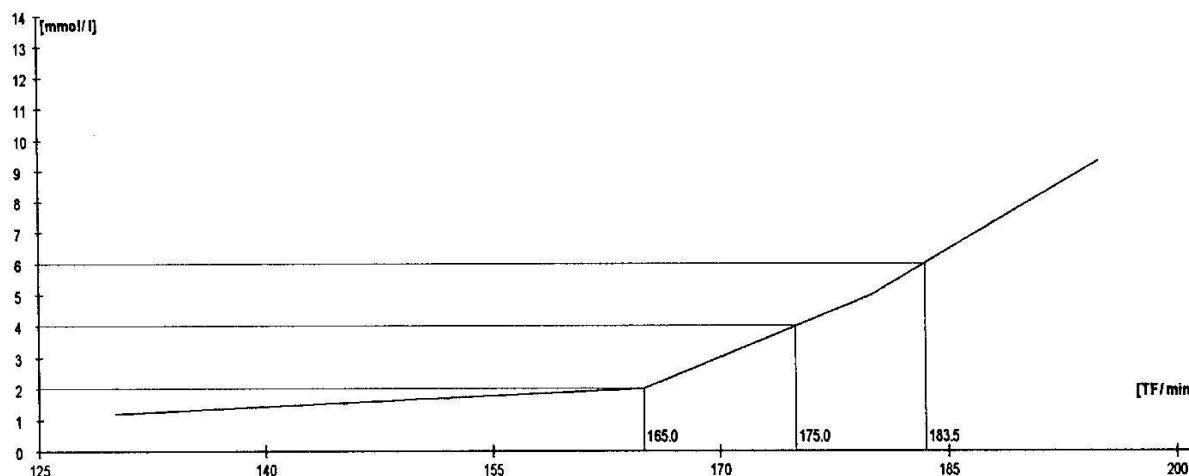
Zdroj: Casri

8. J.A. 1986

Tabulka 16.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	165,0	
4 mmol . l⁻¹	175,0	ANP
6 mmol . l ⁻¹	183,5	

Graf 9.: Laktátová křivka



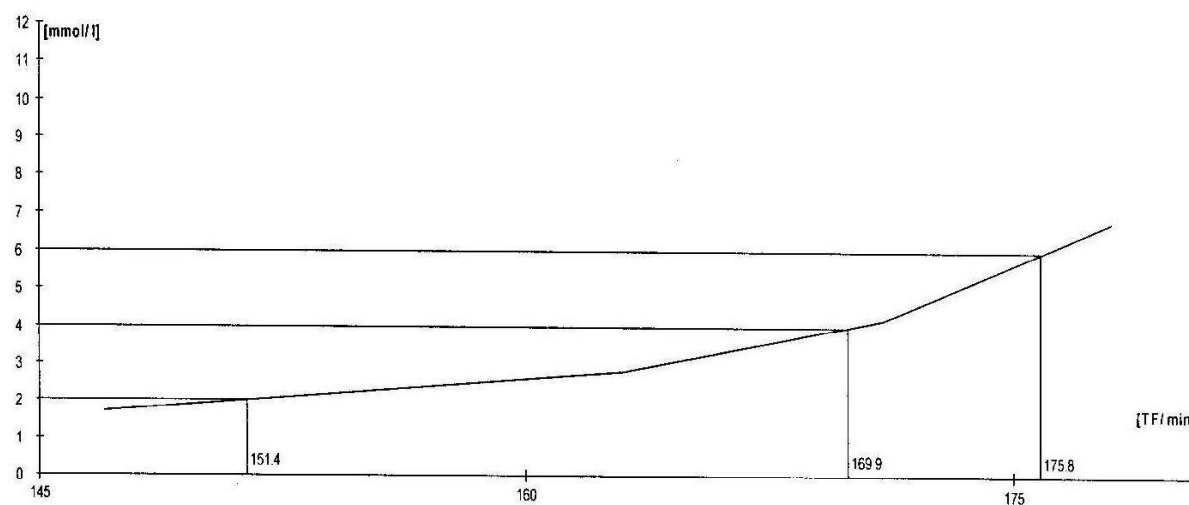
Zdroj: Casri

9. P.D.1987

Tabulka 17.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	151,4	
4 mmol . l⁻¹	169,9	ANP
6 mmol . l ⁻¹	175,8	

Graf 10.: Laktátová křivka



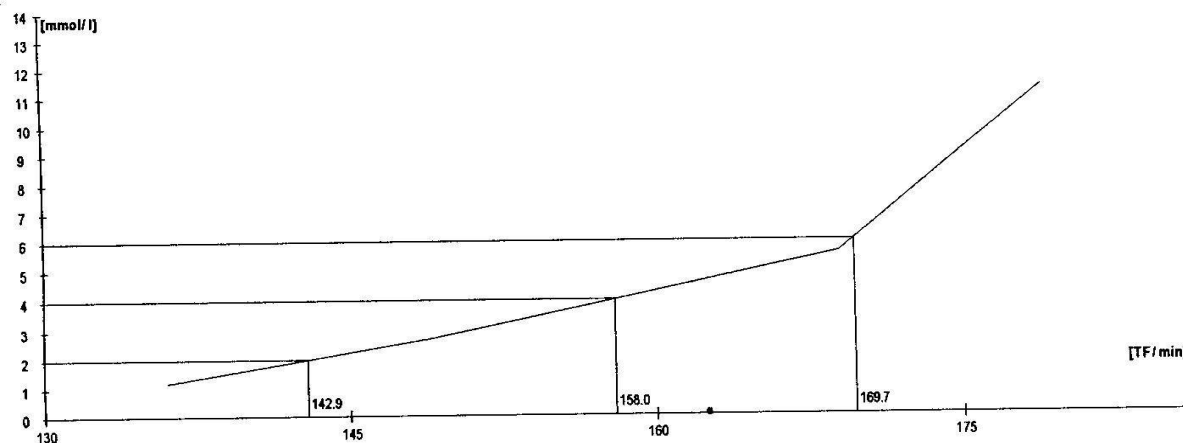
Zdroj: Casri

10. T.H. 1988

Tabulka 18.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	142,9	
4 mmol . l⁻¹	158,0	ANP
6 mmol . l ⁻¹	169,7	

Graf 11.: Laktátová křivka



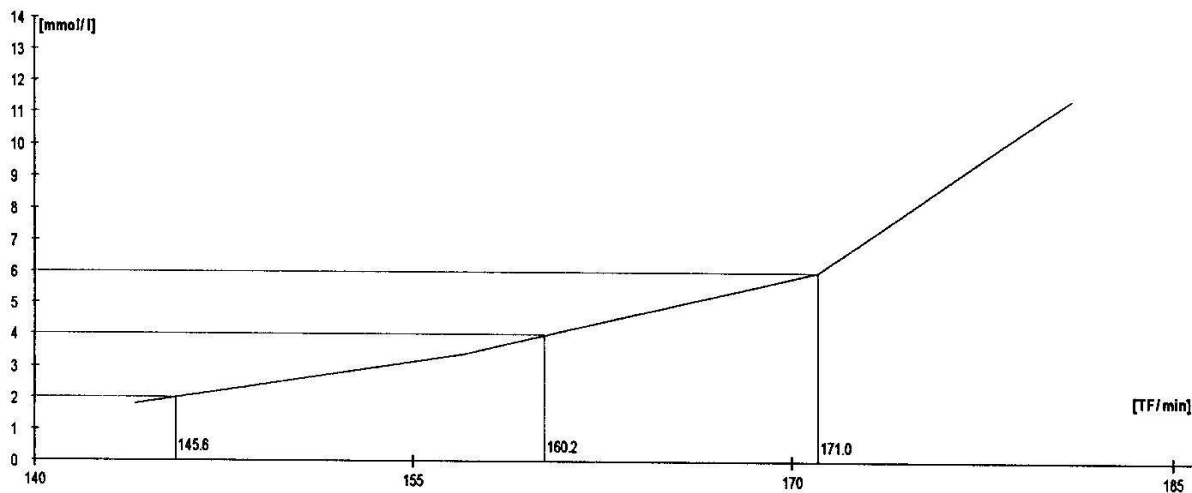
Zdroj: Casri

11. P.Š. 1985

Tabulka 19.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	145,6	
4 mmol . l⁻¹	160,2	ANP
6 mmol . l ⁻¹	171,0	

Graf 12.: Laktátová křivka



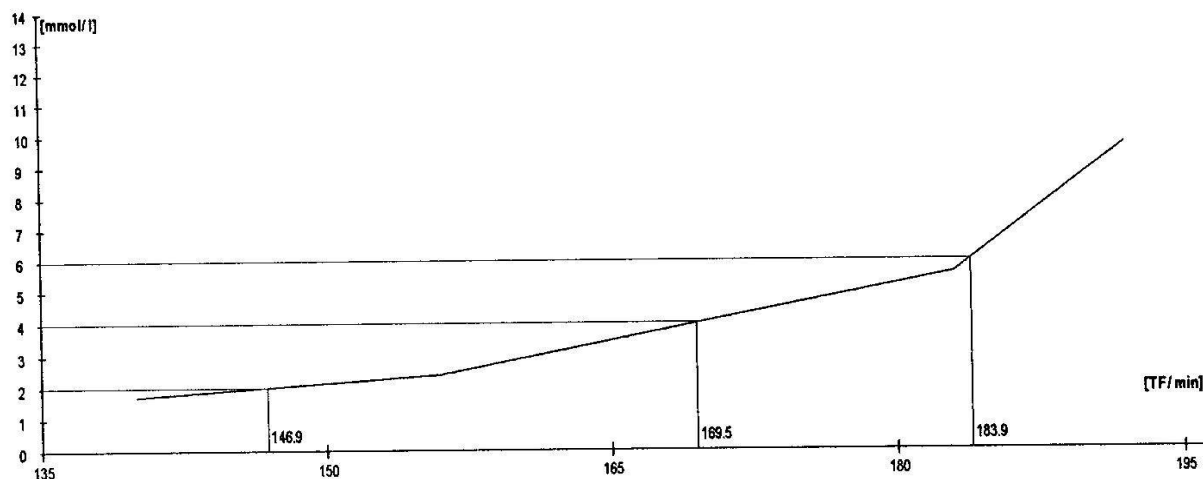
Zdroj: Casri

12. L.T. 1988

Tabulka 20.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	146,9	
4 mmol . l⁻¹	169,5	ANP
6 mmol . l ⁻¹	183,9	

Graf 13.: Laktátová křivka



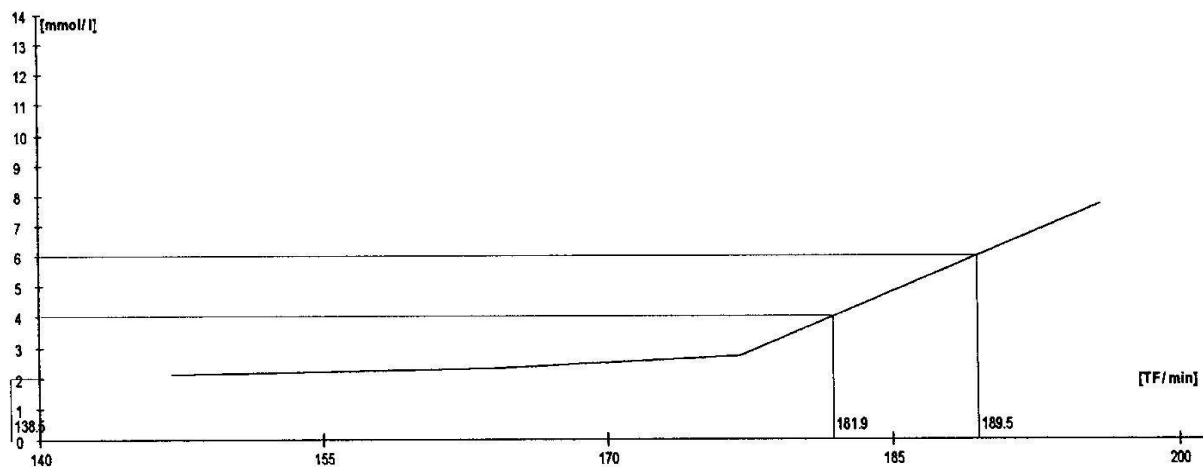
Zdroj: Casri

13. V.D. 1989

Tabulka 21.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	138,5	
4 mmol . l⁻¹	181,9	ANP
6 mmol . l ⁻¹	189,5	

Graf 14.: Laktátová křivka



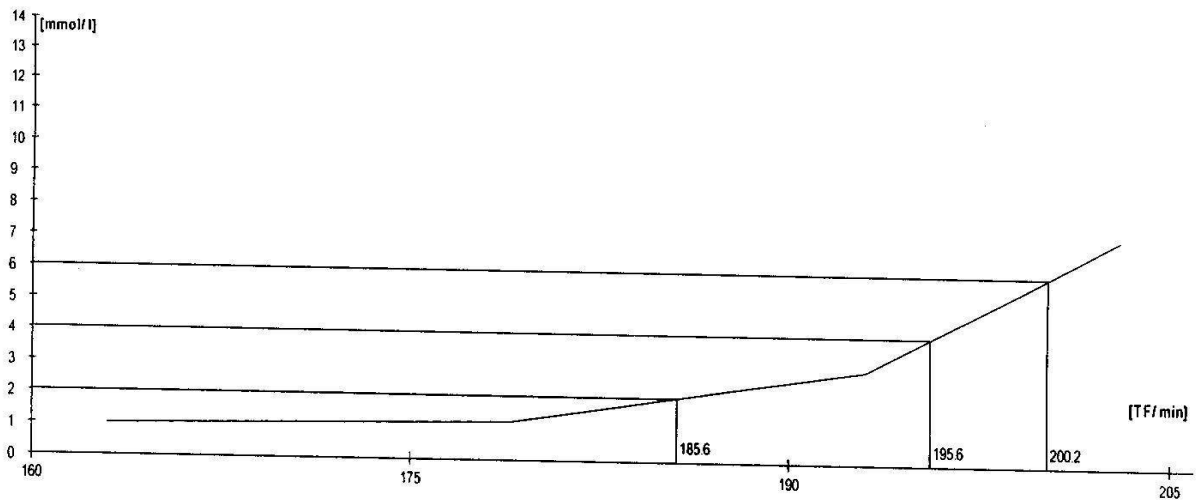
Zdroj: Casri

14. F.D. 1988

Tabulka 22.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	185,6	
4 mmol . l⁻¹	195,6	ANP
6 mmol . l ⁻¹	200,2	

Graf 15.: Laktátová křivka



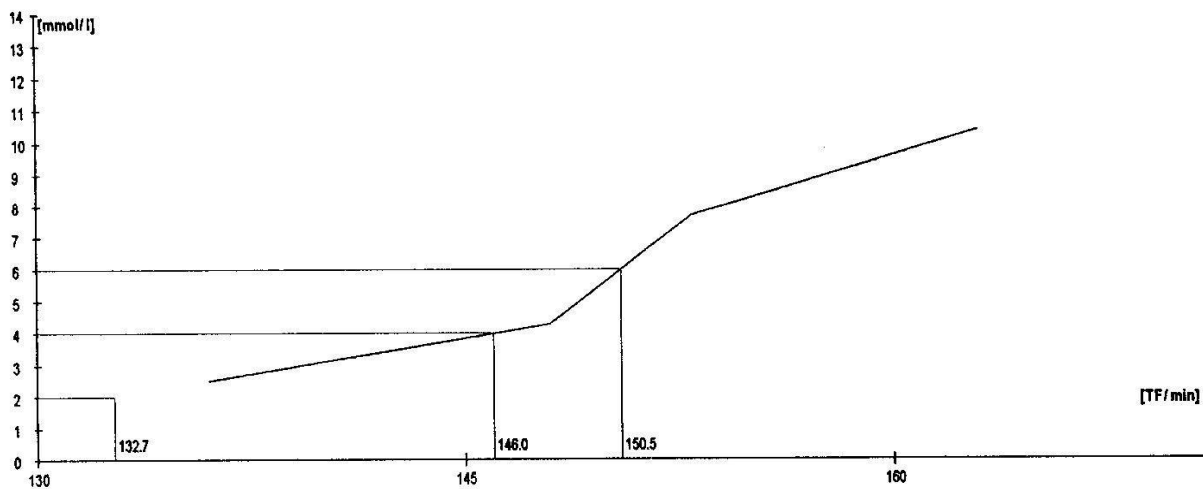
Zdroj: Casri

15. T.H. 1986

Tabulka 23.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	132,7	
4 mmol . l⁻¹	146,0	ANP
6 mmol . l ⁻¹	150,5	

Graf 16.: Laktátová křivka



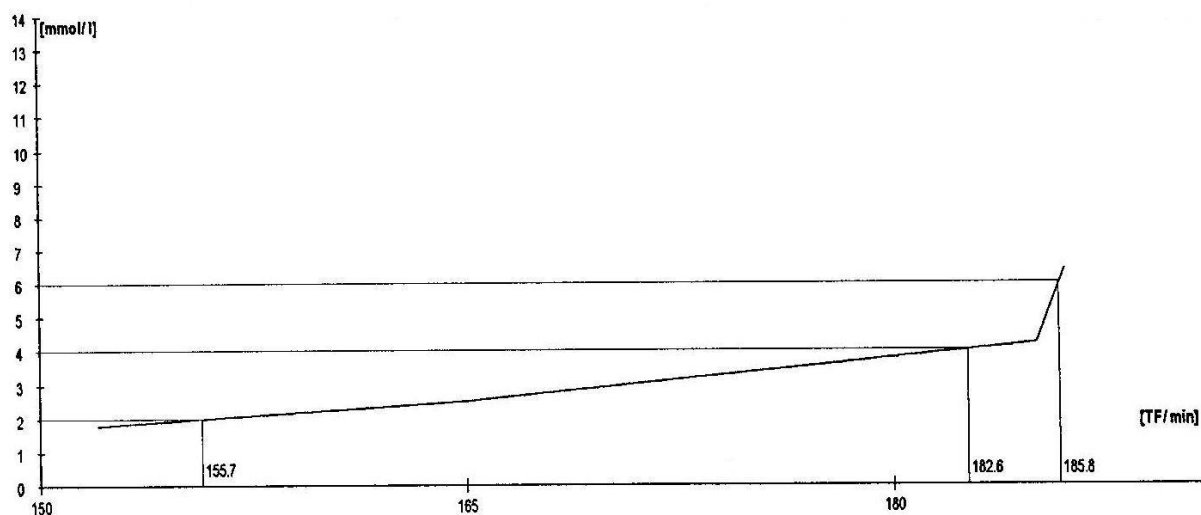
Zdroj: Casri

16. J.R. 1986

Tabulka 24.: Závislost koncentrace LA v krvi na TF.

LA	TF	
2 mmol . l ⁻¹	155,7	
4 mmol . l⁻¹	182,6	ANP
6 mmol . l ⁻¹	185,8	

Graf 17.: Laktátová křivka



Zdroj: Casri

Tabulka 25.: Stanovené ANP z laktátových křivek a příslušná rychlost odpovídající úrovni ANP.

	jméno	ANP (4 mmol . l ⁻¹)	v (km . h ⁻¹)
1.	A.A. 1986	179,1	12,6
2.	K.B. 1983	175,6	11,9
3.	B.E. 1983	181,2	11,8
4.	K.K. 1991	167	12
5.	L.M. 1989	169,6	11
6.	J.Š. 1984	180,3	11,9
7.	H.Š. 1982	170,9	12,1
8.	J.A. 1986	175	13,6
9.	P.D. 1987	169,9	13,3
10.	T.H. 1988	156	13,2
11.	P.Š. 1985	160,2	13,1
12.	L.T. 1988	169,5	13,4
13.	V.D. 1989	181,9	12
14.	F.D. 1988	195,6	11,7
15.	T.H. 1986	146	11,6
16.	J.R. 1986	182,6	12,1

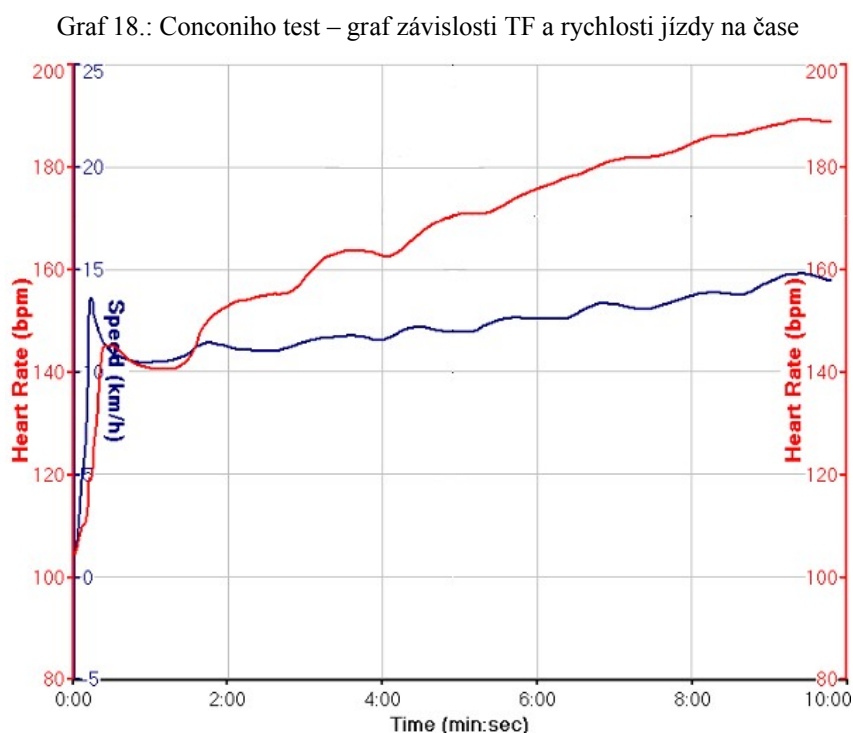
Z laktátových křivek (grafy 2. – 17.) jsme odečetli hodnoty tepové frekvence příslušející daným koncentracím laktátu. To znamená, že ke každé klíčové hodnotě laktátu známe konkrétní a zcela individuální hodnotu tepové frekvence (tabulky 9. – 24.). Dále jsme pomocí zaznamenaných údajů (tabulka 43.) vyhodnotili rychlost jízdy při dosažení anaerobního prahu (tabulka 25.).

14.2. Výsledky Conconiho testu

V této části naší diplomové práce jsou grafy závislosti TF a rychlosti jízdy na čase, které jsme získali zpracováním a vyhodnocením pomocí software Polar Pro Trainer 5 a pomocí software Garmin Training Center.

Testování bylo prováděno v Račicích v období od 3.7. do 5.7. 2008.

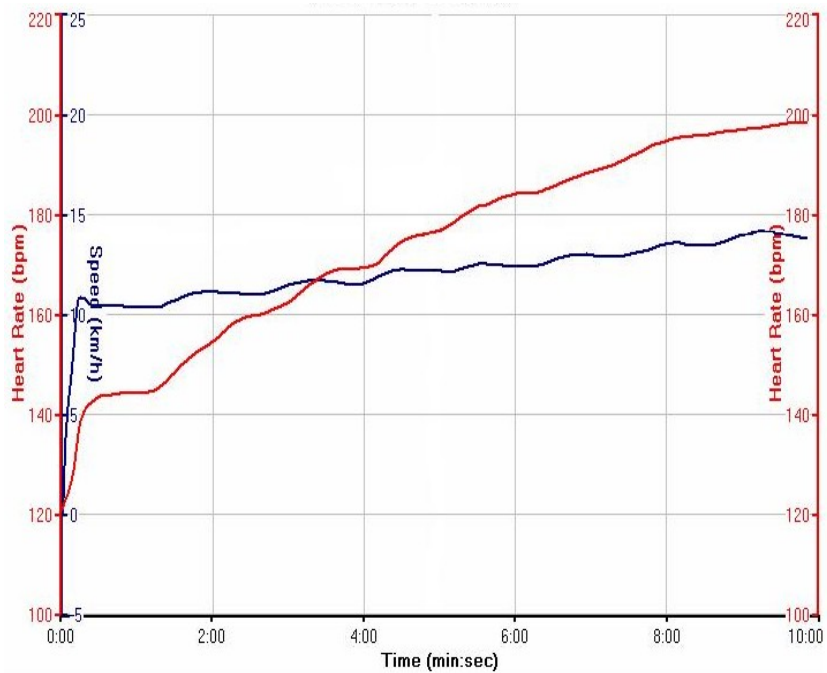
1. A.A. 1986



Pozn. software Garmin Training Center.

2. K.B. 1983

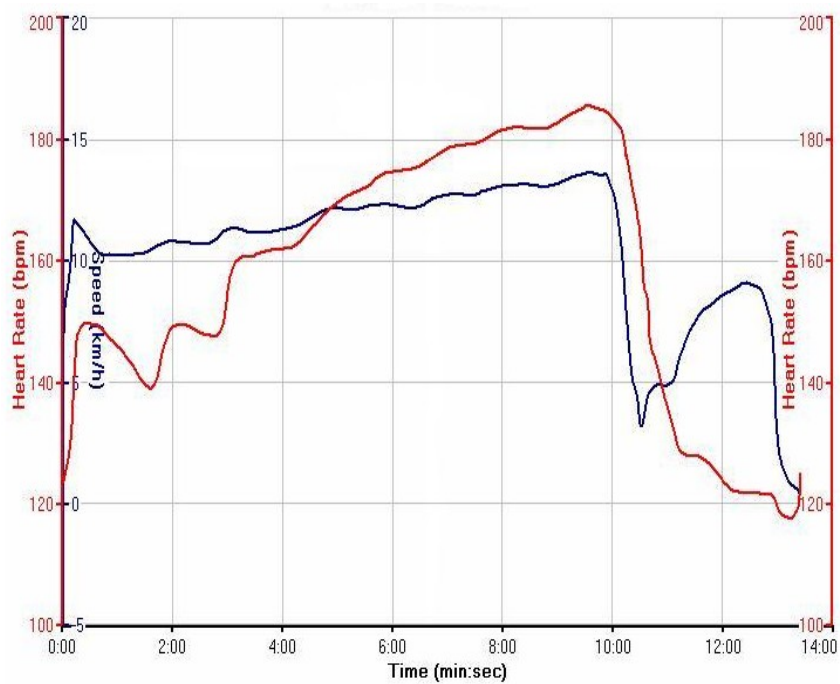
Graf 19.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

3. B.E. 1983

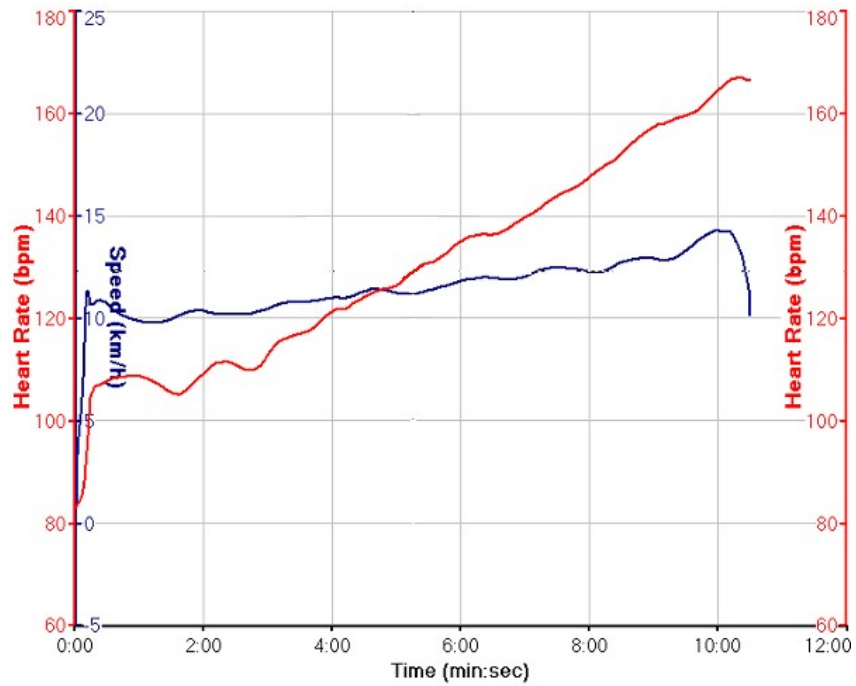
Graf 20.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

4. K.K.1991

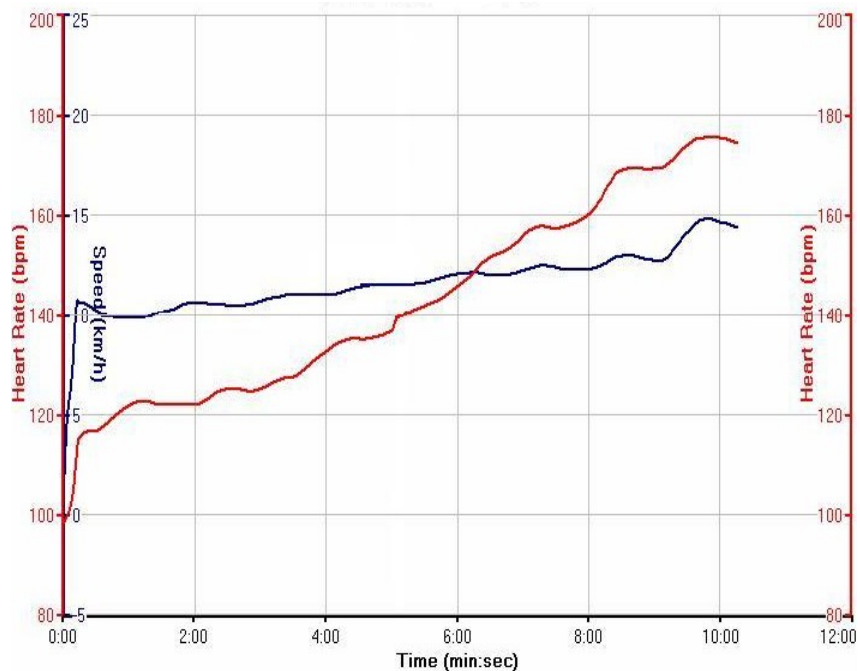
Graf 21.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

5. L.M. 1989

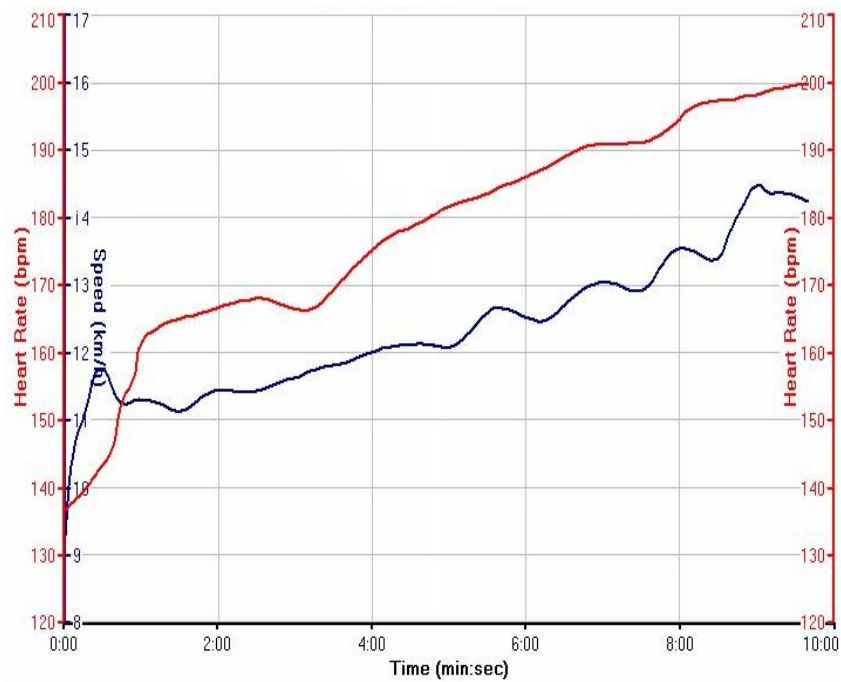
Graf 22.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

6. J.Š. 1984

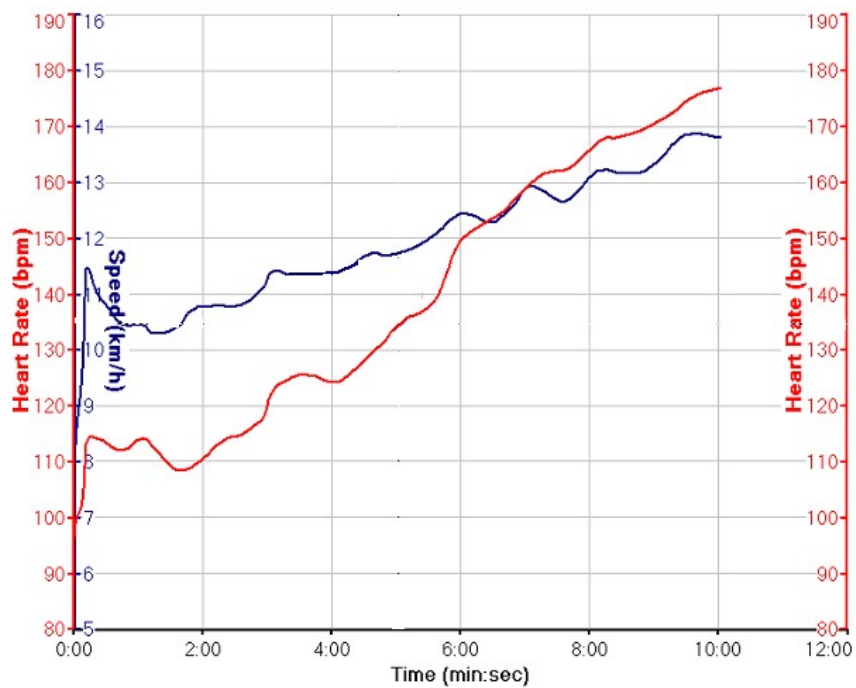
Graf 23.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

7. H.Š. 1982

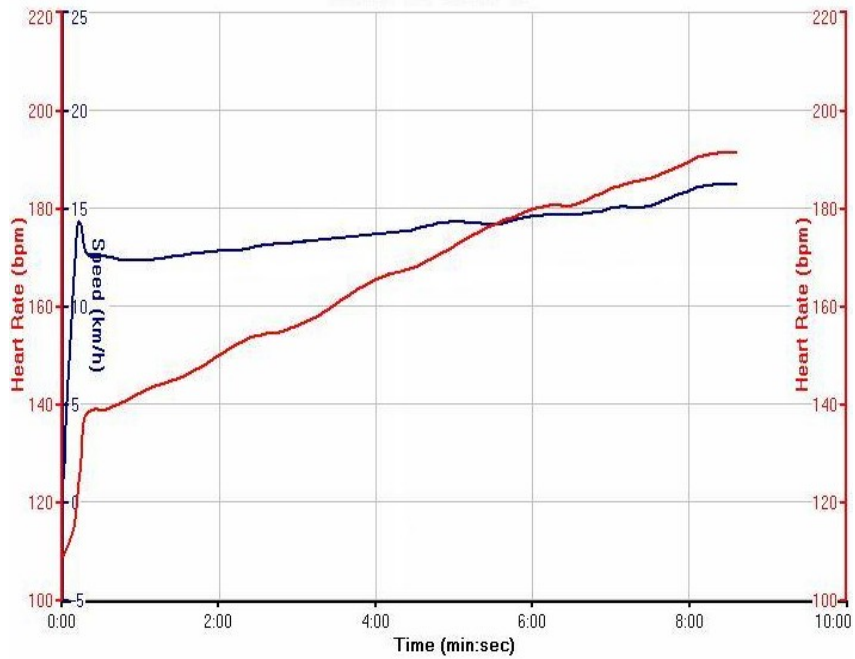
Graf 24.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

8. J.A. 1986

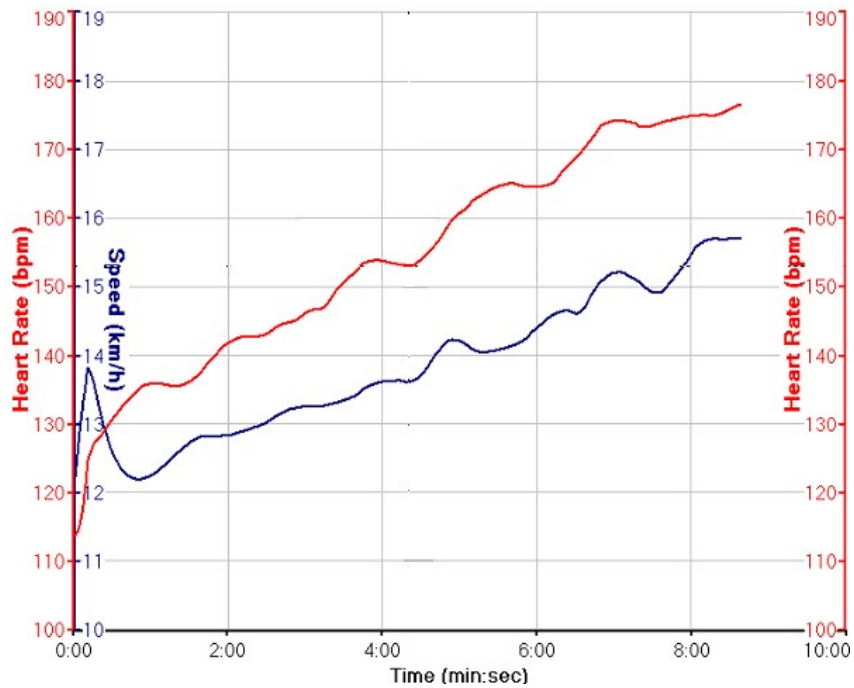
Graf 25.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

9. P.D. 1987

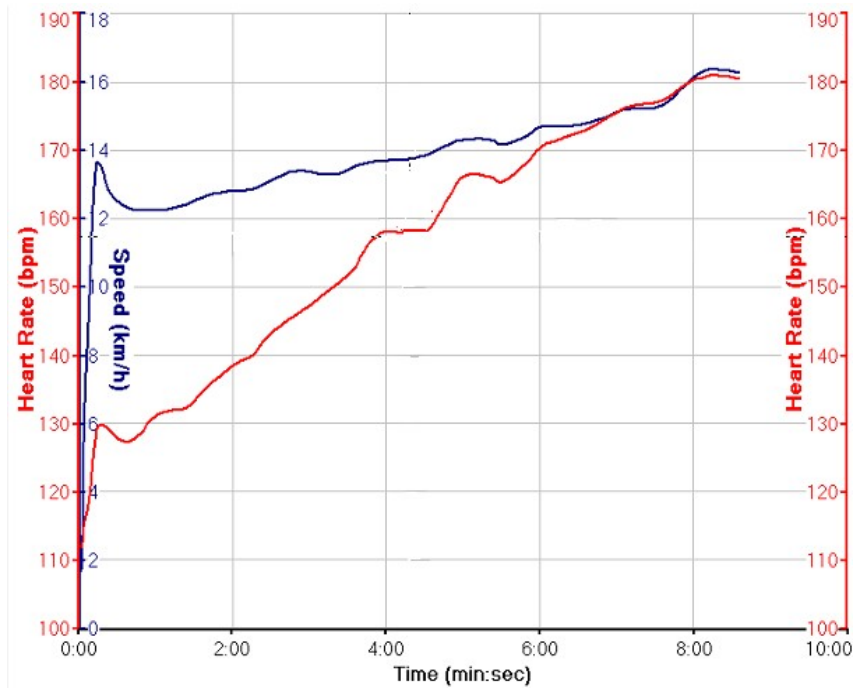
Graf 26.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy n čase



Pozn. software Garmin Training Center.

10. T.H. 1988

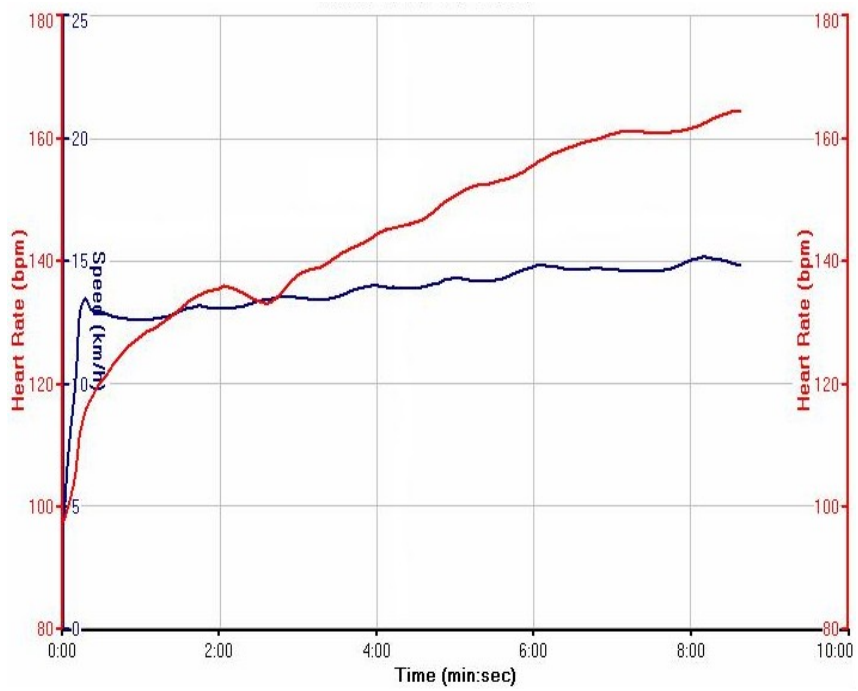
Graf 27.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

11. P.Š. 1985

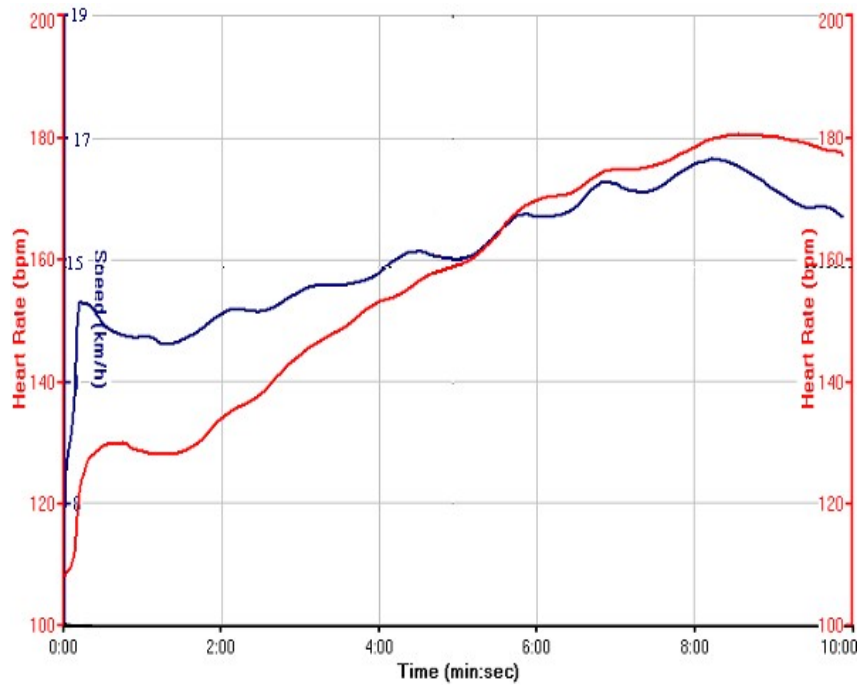
Graf 28.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

12. L.T. 1988

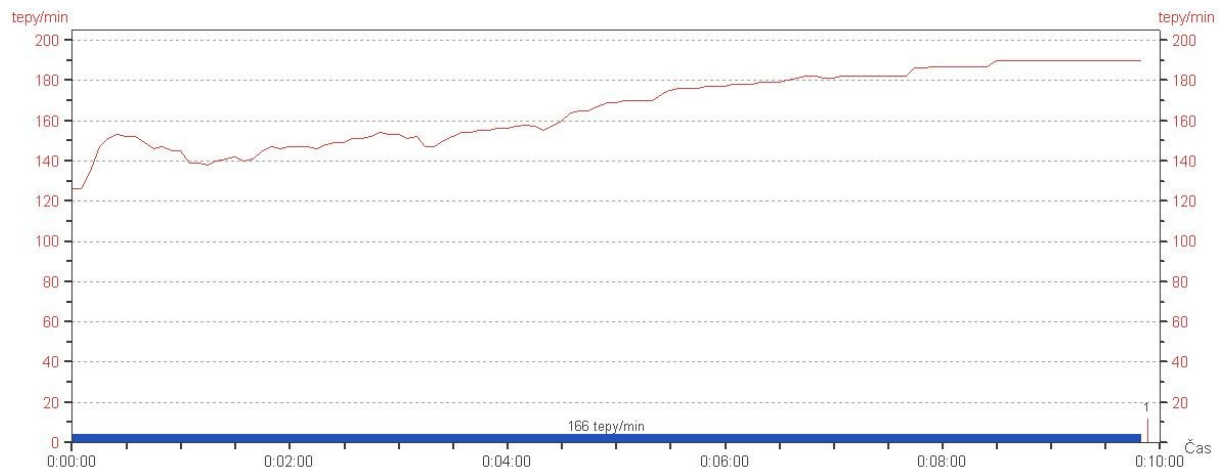
Graf 29.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

13. V.D. 1989

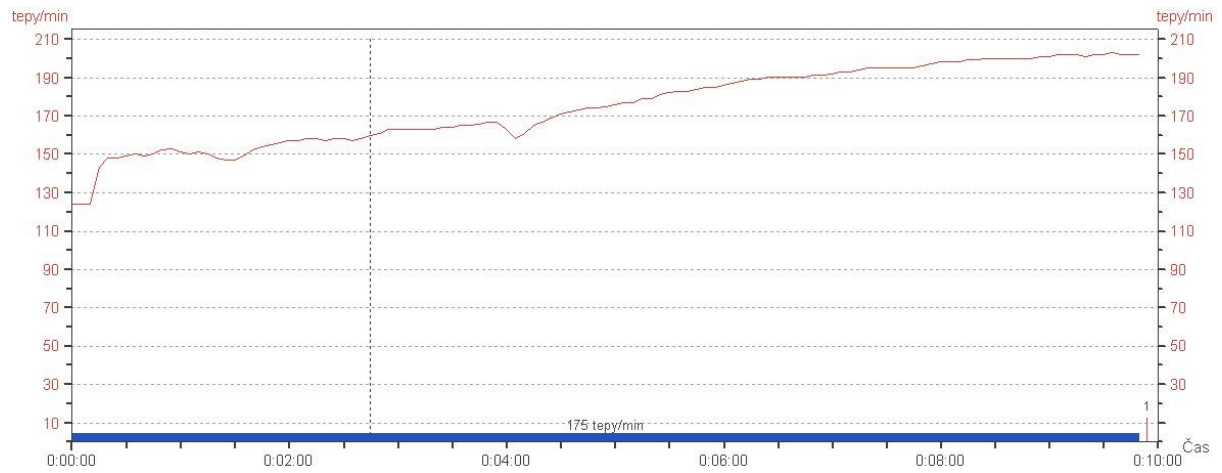
Graf 30.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Polar Pro Trainer 5

14. F.D. 1988

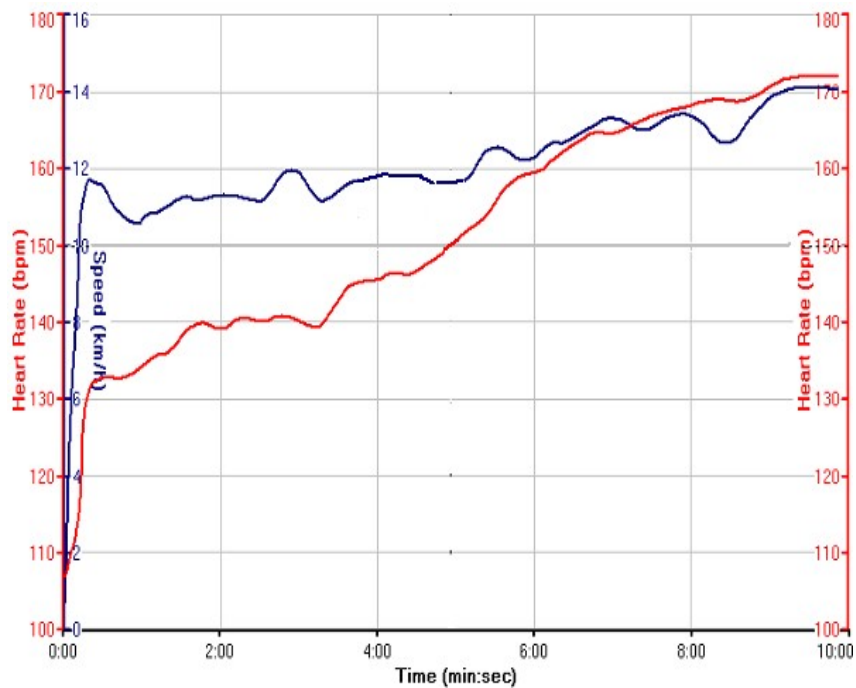
. Graf 31.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Polar Pro Trainer 5

15. T.H. 1986

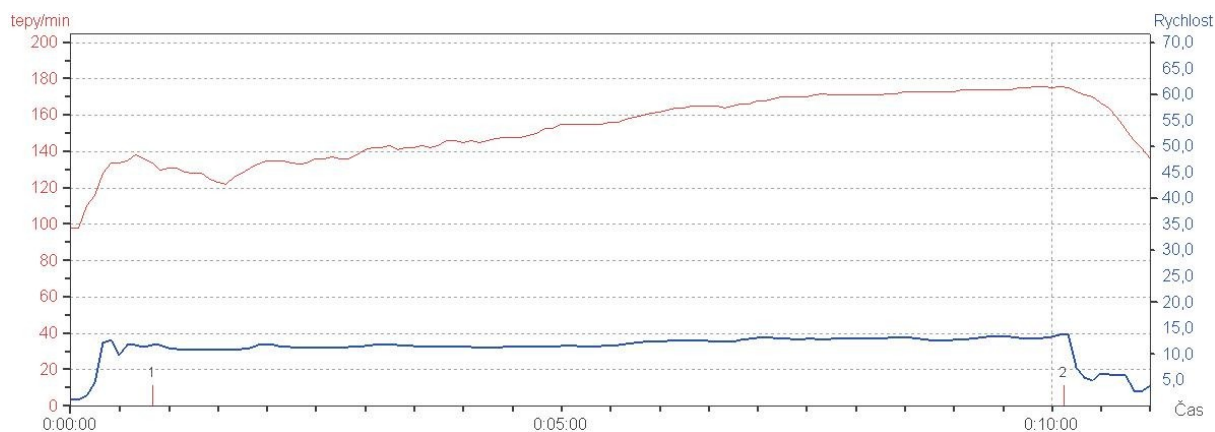
Graf 32.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Garmin Training Center.

16. J.R. 1986

Graf 33.: Conconiho test – graf závislosti TF a rychlosti jízdy na čase



Pozn. software Polar Pro Trainer 5

14.2.1. Hodnocení výsledků Conconiho testu

Stanovení anaerobního prahu z výše uvedených grafů Conconiho testu není možné. V grafech jsme nenalezli zlomy naznačující hodnotu anaerobního prahu.

Je zde několik faktorů, které hrají významnou roli při vyhodnocování křivek z kinetiky tepové frekvence.

Při podrobném zkoumání jednotlivých grafů jsme zjistili, že kolísání křivek tepové frekvence i rychlosti je příliš velké. To může být způsobeno různými vlivy. Hlavní roli hrají vlivy vnější. Zejména nevhodné povětrnostní podmínky, které nemůžeme předvídat. Poryvy nebo i slabý vítr z různých stran ovlivňuje rychlost jízdy na lodi a může nám znehodnotit celý test. S tím souvisí i tvorba vln na vodní hladině, která ztěžuje stabilitu a koordinaci pádlování a tím ovlivňuje rychlost jízdy i tepovou frekvenci.

Dalším faktorem je funkčnost zařízení GPS. Pro některé rychlostní kanoisty je velice těžké udržet rovnoměrné tempo a postupně ho zvyšovat pouze o $0,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že v tréninku pravidelně nepracují se zařízením GPS. GPS zpomalně reaguje na změny rychlosti a tím dochází ke značnému kolísání rychlosti jízdy i tepové frekvence.

Velkou úlohu zastupují vlivy vnitřní, jako je psychická stránka testované osoby, motivace atd. Vliv na variabilitu tepové frekvence má také únava, stres, strava atd.

To vše pravděpodobně ovlivnilo a zkreslilo výsledky našeho testování.

V důsledku nezdařeného stanovení hodnot ANP z grafů Conconiho testu (grafy 18. – 33.) jsme se rozhodli pro stanovení hodnot ANP pomocí Conconiho testu z tzv. ideální křivky. Tyto grafy vychází ze závislosti tepové frekvence na čase. V grafu jsou zaznamenány hodnoty tepové frekvence a mezičasu na konci každého 250 m úseku při „ideální“ rychlosti, tzn. rychlost odpovídající předem stanovené rychlosti na každý úsek. Jednotlivé body se propojují jednou přímkou.

Conconiho test vychází z předpokladu, že tepová frekvence stoupá se zvyšující se intenzitou zatížení lineárně pouze v oblasti středních stupňů zatížení. Bod, na kterém dochází k vychýlení od lineárního průběhu, se nazývá bod zlomu nebo také „Conconiho práh“. Tento bod se nachází v horní oblasti křivky a představuje hranici výrazně se zvyšujícího anaerobního metabolismu (Bartůňková a kol., 1996).

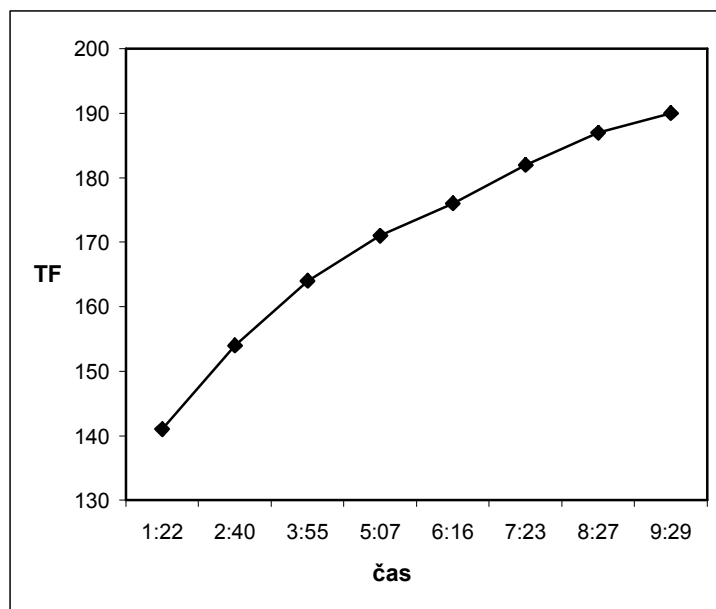
Pokud byl anaerobní práh stanoven, je vyznačen v příslušné tabulce i grafu.

1. A.A. 1986

Tabulka 25.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $m \cdot s^{-1}$	čas	TF
1.	11	1:22	141
2.	11,5	2:40	154
3.	12	3:55	164
4.	12,5	5:07	171
5.	13	6:16	176
6.	13,5	7:23	182
7.	14	8:27	187
8.	14,5	9:29	190

Graf 34.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase



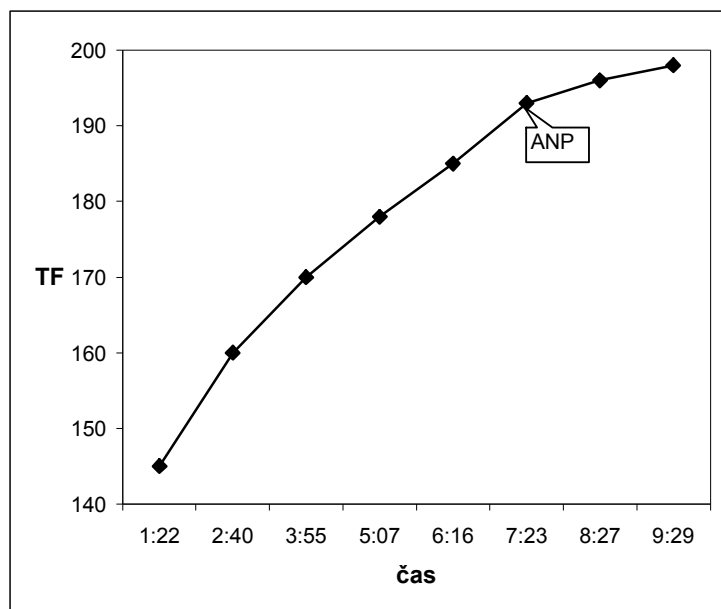
Nelze stanovit ANP.

2. K.B.1983

Tabulka 26.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost m . s ⁻¹	čas	TF	
1.	11	1:22	145	
2.	11,5	2:40	160	
3.	12	3:55	170	
4.	12,5	5:07	178	
5.	13	6:16	185	
6.	13,5	7:23	193	ANP
7.	14	8:27	196	
8.	14,5	9:29	198	

Graf 35.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

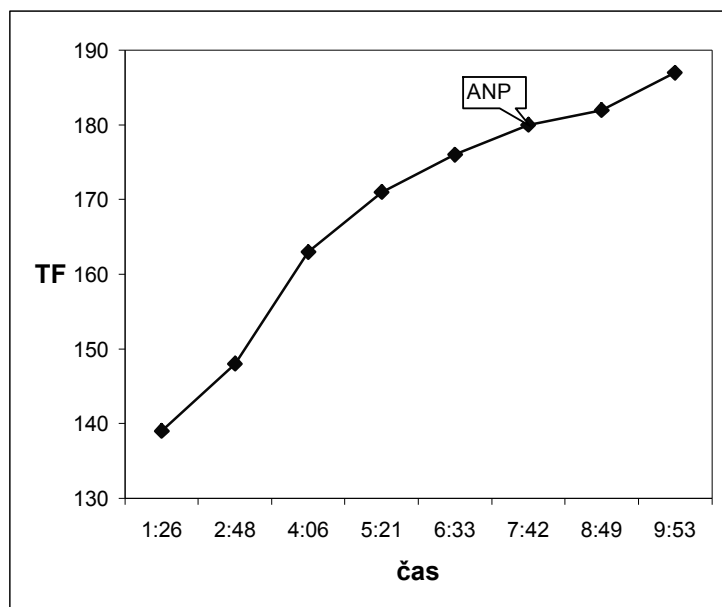


3. B.E. 1983

Tabulka 27.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	čas	TF	
1.	10,5	1:26	139	
2.	11	2:48	148	
3.	11,5	4:06	163	
4.	12	5:21	171	
5.	12,5	6:33	176	
6.	13	7:42	180	ANP
7.	13,5	8:49	182	
8.	14	9:53	187	

Graf 36.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

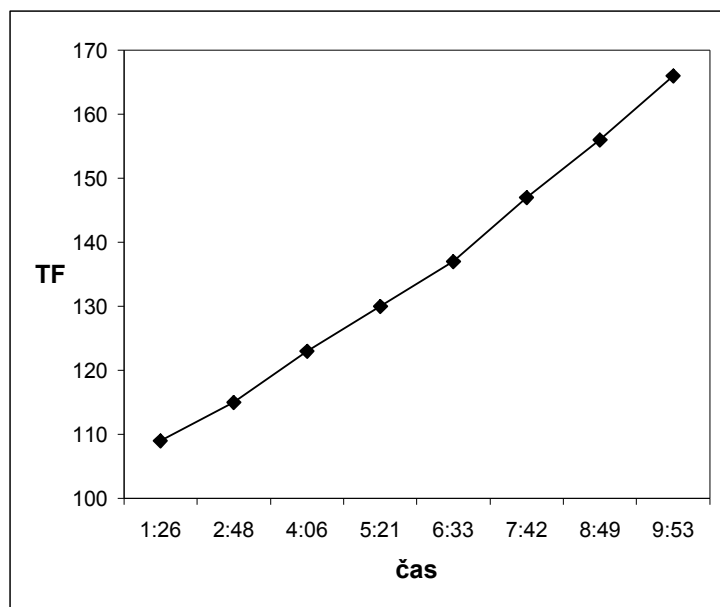


4. K.K. 1991

Tabulka 28.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $m \cdot s^{-1}$	čas	TF
1.	10,5	1:26	109
2.	11	2:48	115
3.	11,5	4:06	123
4.	12	5:21	130
5.	12,5	6:33	137
6.	13	7:42	147
7.	13,5	8:49	156
8.	14	9:53	166

Graf 37.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase



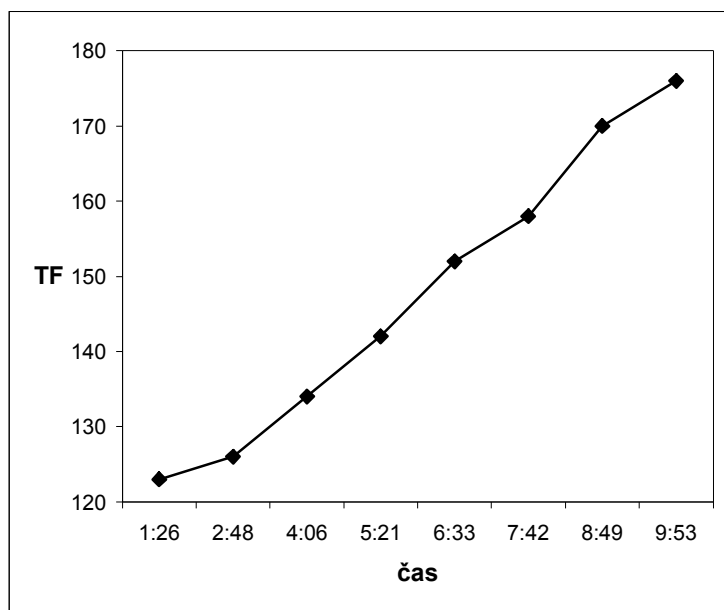
Nelze stanovit ANP.

5. L.M. 1989

Tabulka 29.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $m \cdot s^{-1}$	čas	TF
1.	10,5	1:26	123
2.	11	2:48	126
3.	11,5	4:06	134
4.	12	5:21	142
5.	12,5	6:33	152
6.	13	7:42	158
7.	13,5	8:49	170
8.	14	9:53	176

Graf 38.: Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase



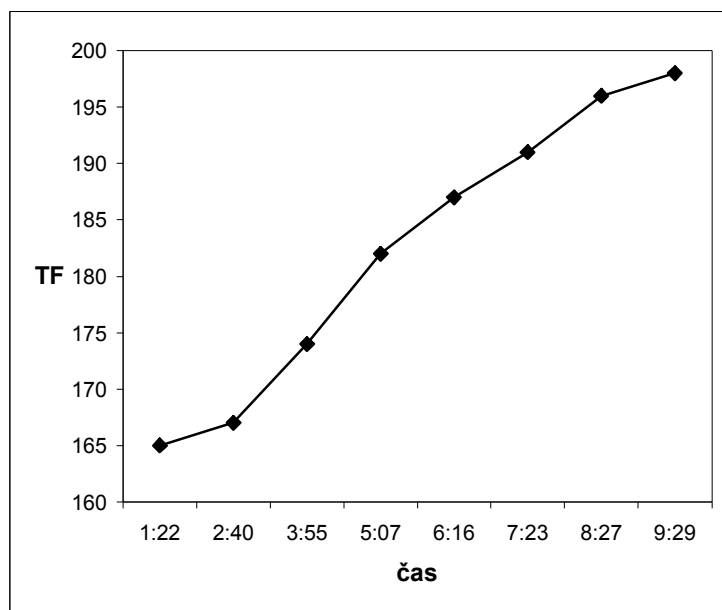
Nelze stanovit ANP.

6. J.Š. 1984

Tabulka 30.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $m \cdot s^{-1}$	čas	TF
1.	11	1:22	165
2.	11,5	2:40	167
3.	12	3:55	174
4.	12,5	5:07	182
5.	13	6:16	187
6.	13,5	7:23	191
7.	14	8:27	196
8.	14,5	9:29	198

Graf 39.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase



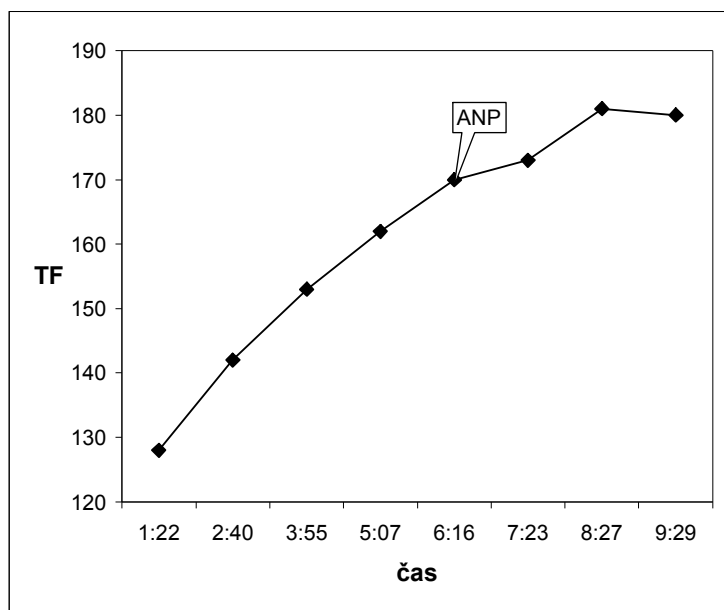
Nelze stanovit ANP.

7. H.Š. 1982

Tabulka 31.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	čas	TF	
1.	10,5	1:22	128	
2.	11	2:40	142	
3.	11,5	3:55	153	
4.	12	5:07	162	
5.	12,5	6:16	170	ANP
6.	13	7:23	173	
7.	13,5	8:27	181	
8.	14	9:29	180	

Graf 40.: Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

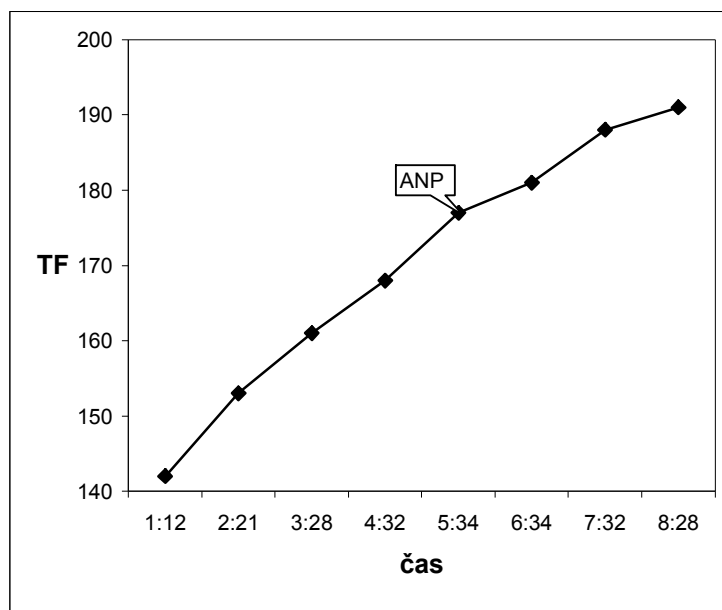


8. J.A.1986

Tabulka 32.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	čas	TF	
1.	12,5	1:12	142	
2.	13	2:21	153	
3.	13,5	3:28	161	
4.	14	4:32	168	
5.	14,5	5:34	177	ANP
6.	15	6:34	181	
7.	15,5	7:32	188	
8.	16	8:28	191	

Graf 41.: Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

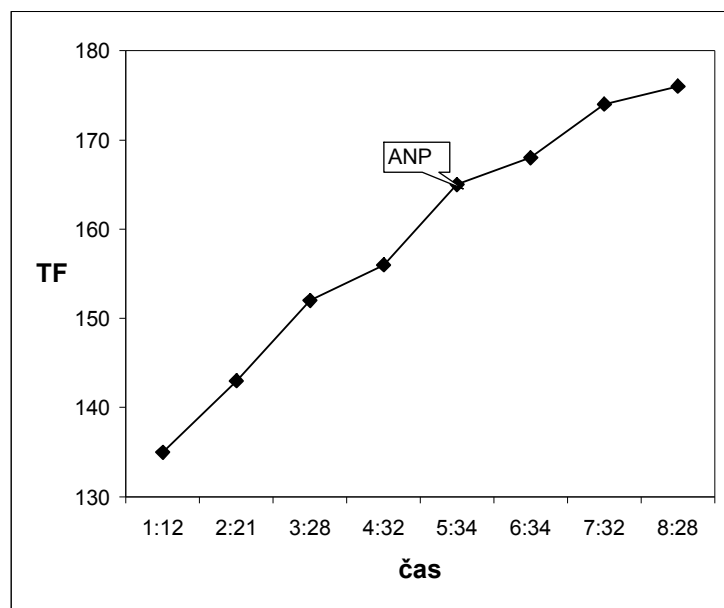


9. P.D. 1987

Tabulka 33.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost m . s ⁻¹	čas	TF	
1.	12,5	1:12	135	
2.	13	2:21	143	
3.	13,5	3:28	152	
4.	14	4:32	156	
5.	14,5	5:34	165	ANP
6.	15	6:34	168	
7.	15,5	7:32	174	
8.	16	8:28	176	

Graf 42.: Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

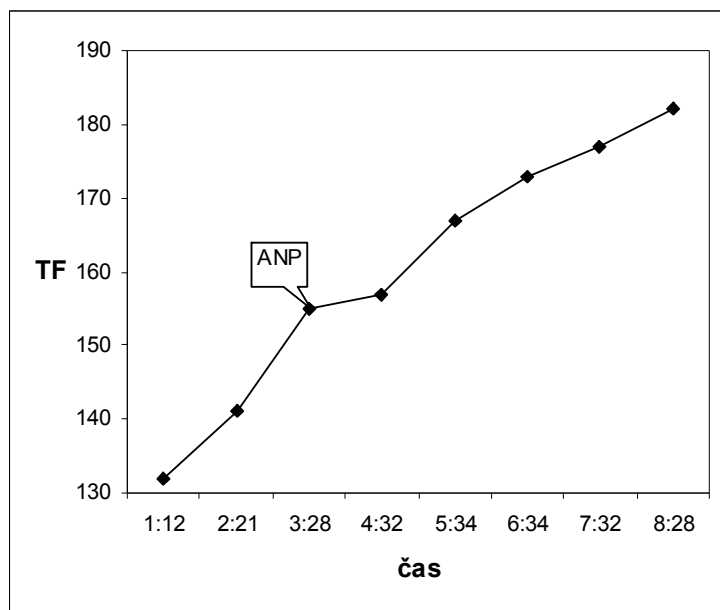


10. T.H. 1988

Tabulka 34.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	čas	TF	
1.	12,5	1:12	132	
2.	13	2:21	141	
3.	13,5	3:28	155	ANP
4.	14	4:32	157	
5.	14,5	5:34	167	
6.	15	6:34	173	
7.	15,5	7:32	177	
8.	16	8:28	182	

Graf 43.: Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

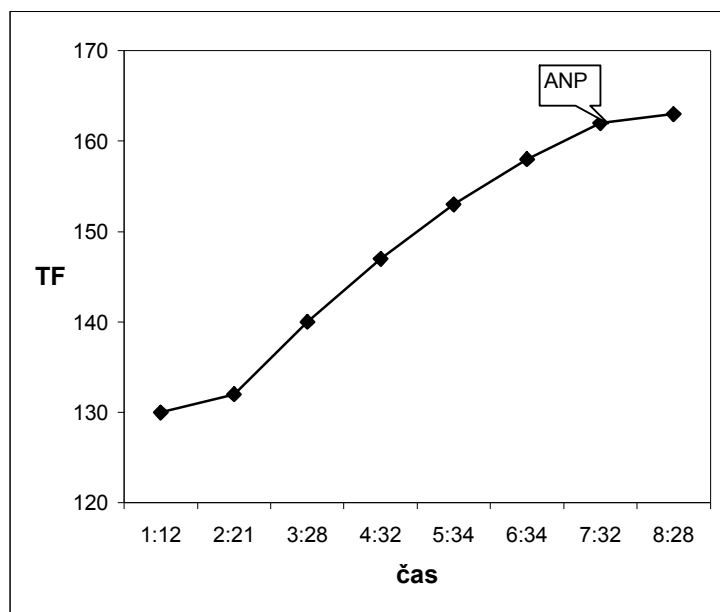


11. P.Š. 1985

Tabulka 35.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost m . s ⁻¹	čas	TF	
1.	12,5	1:12	130	
2.	13	2:21	132	
3.	13,5	3:28	140	
4.	14	4:32	147	
5.	14,5	5:34	153	
6.	15	6:34	158	
7.	15,5	7:32	162	ANP
8.	16	8:28	163	

Graf 44.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

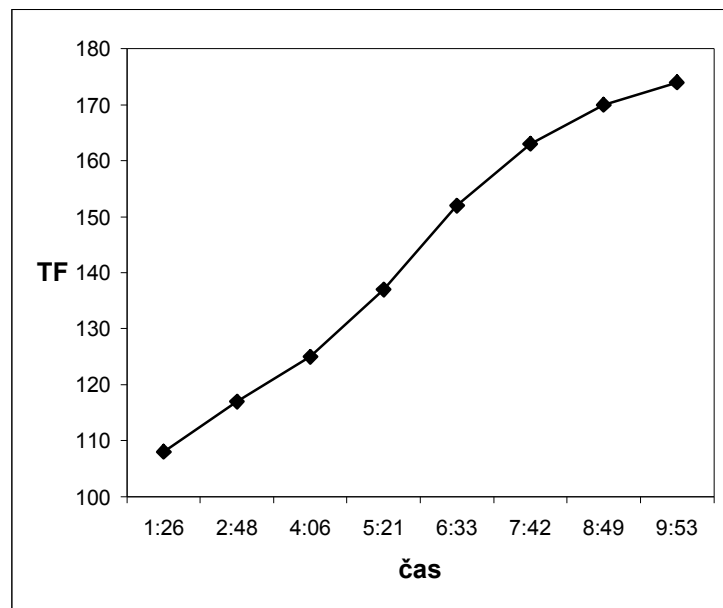


12. L.T. 1988

Tabulka 36.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost $m \cdot s^{-1}$	čas	TF
1.	12,5	1:12	108
2.	13	2:21	117
3.	13,5	3:28	125
4.	14	4:32	137
5.	14,5	5:34	152
6.	15	6:34	163
7.	15,5	7:32	170
8.	16	8:28	174

Graf 45.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase



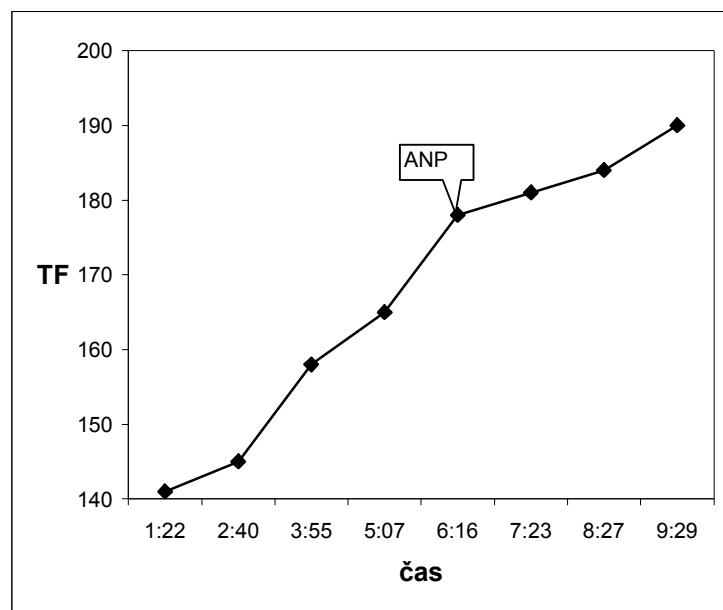
Nelze stanovit ANP.

13. V.D. 1989

Tabulka 37.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost m . s ⁻¹	čas	TF	
1.	11	1:22	141	
2.	11,5	2:40	145	
3.	12	3:55	158	
4.	12,5	5:07	165	
5.	13	6:16	178	ANP
6.	13,5	7:23	181	
7.	14	8:27	184	
8.	14,5	9:29	190	

Graf 46.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

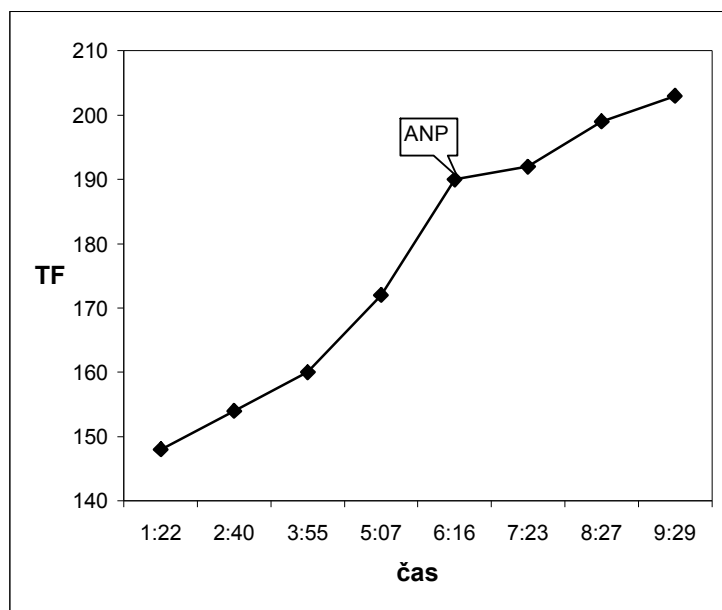


14. F.D. 1988

Tabulka 38.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost m . s ⁻¹	čas	TF	
1.	11	1:22	148	
2.	11,5	2:40	154	
3.	12	3:55	160	
4.	12,5	5:07	172	
5.	13	6:16	190	ANP
6.	13,5	7:23	192	
7.	14	8:27	199	
8.	14,5	9:29	203	

Graf 47.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

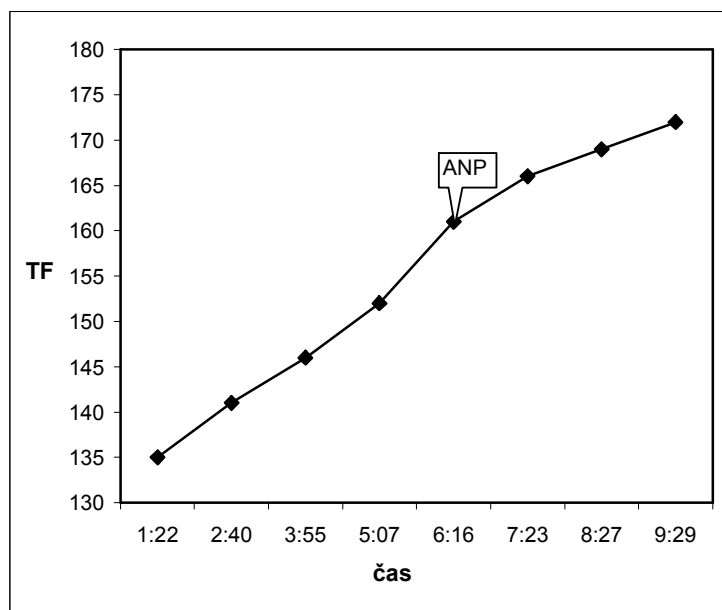


15. T.H. 1986

Tabulka 39.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost m . s ⁻¹	čas	TF	
1.	11	1:22	135	
2.	11,5	2:40	141	
3.	12	3:55	146	
4.	12,5	5:07	152	
5.	13	6:16	161	ANP
6.	13,5	7:23	166	
7.	14	8:27	169	
8.	14,5	9:29	172	

Graf 48.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase

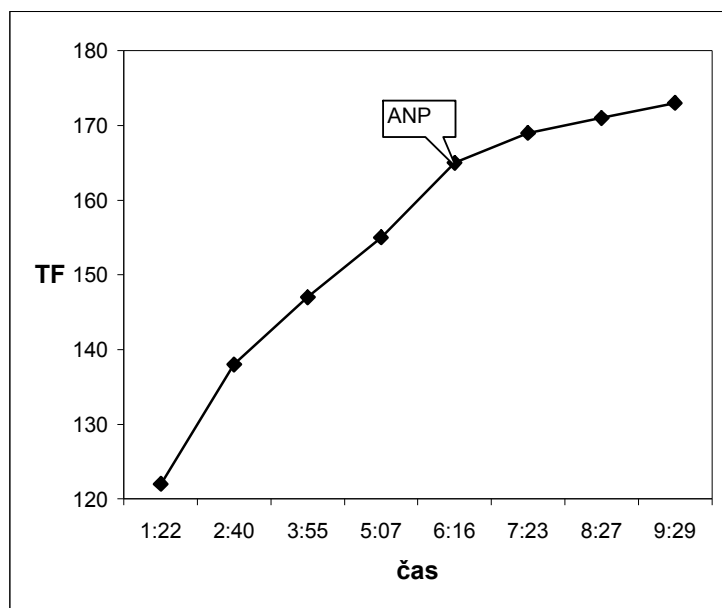


16. J.R. 1986

Tabulka 40.: Rychlost, čas a TF odpovídající jednotlivým úsekům.

250 m úsek	rychlost m . s ⁻¹	čas	TF	
1.	11	1:22	122	
2.	11,5	2:40	138	
3.	12	3:55	147	
4.	12,5	5:07	155	
5.	13	6:16	165	ANP
6.	13,5	7:23	169	
7.	14	8:27	171	
8.	14,5	9:29	173	

Graf 49.:Conconiho test – tzv. ideální křivka. Graf závislosti TF na čase



Tabulka 41.: Stanovené hodnoty ANP z Conconiho testu – tzv. ideální křivka.

Příslušná rychlost odpovídající úrovni ANP.

	jméno	ANP	v (km . h ⁻¹)
1.	A.A. 1986	-	-
2.	K.B. 1983	193	13,5
3.	B.E. 1983	180	13
4.	K.K. 1991	-	-
5.	L.M. 1989	-	-
6.	J.Š. 1984	-	-
7.	H.Š. 1982	170	12,5
8.	J.A. 1986	177	14,5
9.	P.D. 1987	165	14,5
10.	T.H. 1988	155	13,5
11.	P.Š. 1985	162	15,5
12.	L.T. 1988	-	-
13.	V.D. 1989	178	13
14.	F.D. 1988	190	13
15.	T.H. 1986	161	13
16.	J.R. 1986	165	13

14.2.2. Hodnocení výsledků Conconiho testu – tzv. ideální křivka

Výsledky měření Conconiho testu z tzv. ideální křivky jsou velice rozporuplné. U 11 grafů z 16 (69 %) jsme našli zlomy naznačující hodnotu anaerobního prahu. Je zde však mnoho faktorů, které ukazují, že objektivnost takového testu je nedostatečná. Největší roli hrají podmínky vnějšího prostředí, které významně ovlivňují rychlost lodi a způsobují velké odchylky od „ideální“ rychlosti.

14.3. Porovnání výsledků

Tabulka 42.: Stanovené hodnoty ANP z laktátové křivky a Conconiho testu a příslušné rychlosti odpovídající úrovni ANP.

	jméno	ANP (4 mmol . l ⁻¹)	v (km . h ⁻¹) při 4 mmol . l ⁻¹	ANP (Conconi)	v (km . h ⁻¹) při ANP (Conconi)
1.	A.A. 1986	179,1	12,6	-	-
2.	K.B. 1983	175,6	11,9	193	13,5
3.	B.E. 1983	181,2	11,8	180	13
4.	K.K. 1991	167	12	-	-
5.	L.M. 1989	169,6	11	-	-
6.	J.Š. 1984	180,3	11,9	-	-
7.	H.Š. 1982	170,9	12,1	170	12,5
8.	J.A. 1986	175	13,6	177	14,5
9.	P.D. 1987	169,9	13,3	165	14,5
10.	T.H. 1988	156	13,2	155	13,5
11.	P.Š. 1985	160,2	13,1	162	15,5
12.	L.T. 1988	169,5	13,4	-	-
13.	V.D. 1989	181,9	12	178	13
14.	F.D. 1988	195,6	11,7	190	13
15.	T.H. 1986	146	11,6	161	13
16.	J.R. 1986	182,6	12,1	165	13

15. Diskuse

Ke sledování našich cílů nám posloužilo terénní měření, které jsme prováděli během července roku 2008. V následujícím textu jsou komentovány, porovnávány a diskutovány výsledky, které se vztahují k následujícím tématům:

- Stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě tzv. laktátové křivky tj. exponenciálního průběhu koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci.
- Stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě Conconiho testu s využitím GPS navigace.
- Porovnání výsledků měření.

15.1. Stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě laktátové křivky

V této části diplomové práce jsme určili anaerobní práh pomocí laktátových křivek. Tato invazivní metoda je považována některými odborníky za velice spolehlivou.

Z laktátových křivek jsme určili hodnoty „laktátového“ anaerobního prahu. Pomocí zaznamenaných údajů (tabulka 43.) jsme vyhodnotili rychlost jízdy při dosažení anaerobního prahu (tabulka 25.).

Hodnota anaerobního prahu vyjadřující okamžik nelineárního nárůstu kumulování kyseliny mléčné v krvi v závislosti na intenzitě zatížení je individuálně charakteristická a představuje hodnotu kyseliny mléčné přibližně $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ v krvi (Havlíčková, 1991).

Zdá se, že hodnota $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ je totožná s individuálním anaerobním prahem. Individuální anaerobní práh může ležet pod i nad hodnotou $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Někdy, jako v našem případě, se hodnotí průběh křivky s pevně danými koncentracemi laktátu, to znamená, že se posuzuje rychlost a tepová frekvence při přesně stanovených hodnotách laktátu (např: $2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ a $6 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) (Neumann, Schueler, 1994).

Terénní měření je v rychlostní kanoistice velice problematické. Obecně při terénním měření bývá obtížné standardizovat podmínky měření a zajistit plnou reprodukovatelnost testu (schopnost test opakovat) i měřitelnost podstatných funkčních parametrů i charakteristik zatížení.

V našem testu byly zvoleny čtyři jednokilometrové úseky, s obrátkou v polovině trati, jeté konstantní rychlostí s pauzou 2 minuty. Test byl absolvován do obrátky, kvůli možnosti pouze jednoho místa pro odběr krve na laktát. Bylo velice důležité dodržení stálé intenzity jednotlivých úseků. To bohužel nebylo možné, vzhledem k tomu, že test byl proveden s obrátkou. Testovaná osoba ji musela vyjet o poloměru přibližně 30 m, tudíž došlo ke zpomalení a k poklesu tepové frekvence. Velkou roli zde hrály také povětrnostní podmínky, které se po obrátce v polovině trati měnily (např. jízda po větru, proti větru). V protivětru jedou závodníci silovějším záběrem s nižší frekvencí pádlování. To vede k většímu zakyselení organismu při nižší tepové frekvenci a ke zkreslení výsledků testu.

V naší diskusi se musíme zmínit o problematice určování „individuálního“ anaerobního prahu z laktátové křivky.

Při určování individuálního anaerobního prahu není stanovena žádná fixní hodnota, ale jde o průběh zakřivení křivky narůstajícího laktátu. Individuální strmota nárůstu laktátové křivky je kritériem individuálního anaerobního prahu (Neumann, Schueler, 1994).

Problémem určování „individuálního“ anaerobního prahu může být volba zátěžového protokolu, v našem případě 4 x 1 km, ze kterého nelze spolehlivě určit individuální anaerobní práh pro nízký počet zátěží (bodů) laktátové křivky. Vhodné by bylo použít osm zátěží (bodů) na vytvoření laktátové křivky. V rychlostní kanoistice je to bohužel téměř nemožné, protože na lodi nejsme schopni rozlišit tak malé rozdíly v rychlosti jednotlivých úseků.

Nejjednodušší možností je absolvovat test ověření ANP přibližně 48 hodin po testu stanovení ANP. Je vhodné si zvolit trať na 4 km a snížit rychlost jízdy o 0,5 km · h⁻¹ oproti hodnotám získaným v testu stanovení ANP z laktátové křivky. Hladina laktátu by po tomto testu měla odpovídat úrovni ANP.

Dále mohou nastat chyby v měření při určování laktátu, které závisí na jeho koncentraci a činí 5 – 15 %. Relativní chyba měření je při koncentraci pod 3 mmol · l⁻¹ principiálně větší než u vyšších koncentrací. Měřená hodnota laktátu je ještě dostatečně ovlivněna biologickými faktory, přičemž lze reálně vycházet z chyby 10 %. Teprve za tohoto předpokladu jsou změny naměřených hodnot statisticky výpovědní. Chyby měření a biologické vlivy se mohou překrývat a navzájem se měnit. K nejznámějším biologickým vlivům patří nedostatek glykogenu, vyšší svalové zatížení nebo změna nervového řízení pomalých a rychlých svalových vláken. Nedostatek glykogenu snižuje tvorbu laktátu v klidu a při zatížení (Neumann, Pfützner, Hottentrott, 2005).

Testy pro stanovení laktátové křivky by neměly být absolvovány ve stavu zotavení organismu, kdy má tělo velkou zásobu glykogenu. To podmiňuje v mnoha případech brzký

vzestup laktátu a individuální anaerobní práh bude ležet nad hranicí $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Z toho vyplývá, že intenzity zátěže budou odhadnuty příliš nízko a nevyvolají příslušné tréninkové účinky. Je – li naproti tomu test proveden při únavě a nedostatku glykogenu, pak jsou hodnoty prahu a intenzity zátěže pravděpodobně odhadnuty příliš vysoko.

Obecně lze říci, že metoda stanovení hodnot anaerobního prahu z laktátových křivek v terénu je velice nepřesná a je ovlivněna velkým množstvím faktorů, které zásadně zkreslují výsledky testu. Přesto je v rychlostní kanoistice pravděpodobně nejspolehlivější metodou stanovení anaerobního prahu v terénu.

15.2. Stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě Conconiho testu s využitím GPS navigace

Po vyhodnocení kinetiky tepové frekvence v průběhu testu pomocí software Polar Pro Trainer 5 a pomocí software Garmin Training Center se nám v příslušných grafech (grafy 19. – 34.) nepodařilo jednoznačně určit bod zlomu, který naznačuje hodnotu anaerobního prahu.

Při podrobném zkoumání jednotlivých grafů jsme zjistili, že kolísání křivek tepové frekvence i rychlosti je příliš velké a tudíž nelze jednoznačně určit bod zlomu.

Tento jev způsobuje mnoho faktorů. Hlavní roli hrají vnější vlivy. Zejména špatné povětrnostní podmínky ovlivňující rychlost jízdy na lodi, stabilitu a techniku jízdy.

Dalším faktorem je funkčnost zařízení GPS. Pro rychlostní kanoisty je velice těžké udržet rovnoměrné tempo a postupně ho zvyšovat pouze o $0,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. GPS zpomaleně reaguje na změny rychlosti a tím dochází ke značnému kolísání rychlosti jízdy a tepové frekvence. Velkou roli může mít i technická vyspělost závodníka. To jsou faktory ovlivňující zejména správné provedení testu po technické stránce (hlavně udržení stanovené rychlosti jízdy) a tím nepřímo způsobují zkreslení hodnot tepové frekvence.

Vliv na její variabilitu má také únava, stres, strava, prostředí, motivace, nálada atd.

Vzhledem k tomu, že se nám nepodařilo určit hodnotu anaerobního prahu z rozboru kinetiky tepové frekvence v průběhu testu pomocí software Polar Pro Trainer 5 a pomocí software Garmin Training Center, rozhodli jsme, že se pokusíme určit hodnotu anaerobního prahu pomocí tzv. ideální křivky.

Z šestnácti testovaných osob se zlom na křivce vycházející ze závislosti tepové frekvence na čase, tedy hodnota anaerobního prahu, podařilo nalézt u jedenácti probandů. U pěti probandů (A.A. 1986, K.K. 1991, L.M. 1989, J.Š. 1984, L.T. 1988) nebyl určen anaerobní práh (grafy 34. – 49., tabulky 25. – 41.).

Tato metoda stanovení anaerobního prahu je na protokol velmi citlivá, je možné, že jsme nespĺnili základní podmínky ideálního postupu zatěžování. Nejsme si jisti, zda jsme správně zvolili počáteční rychlost a délku jednotlivých úseků.

Zejména vzhledem k podmínkám vnějšího prostředí, které mohou významně ovlivnit rychlost loď, se ukázalo, že objektivnost takového testu je nedostatečná. Dle našich výsledků je Conconiho test v rychlostní kanoistice nepoužitelný.

15.3. Porovnání výsledků měření

Porovnání hodnot anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě Conconiho testu a tzv. laktátové křivky tj. exponenciálního průběhu koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci, je znázorněno v tabulce 42.

Porovnávali jsme mezi sebou hodnoty anaerobního prahu získané v terénu pomocí laktátové křivky při ANP ($4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) a hodnoty ANP získané Conconiho metodou. Dále jsme porovnávali dosažené rychlosti při hodnotách ANP získané v terénu pomocí laktátové křivky při ANP ($4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) a rychlosti dosažené při hodnotách ANP získané Conconiho metodou.

Hodnoty ANP získané Conconiho metodou jsme naměřili podobné (rozdíl do $3 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$) u pěti probandů (B.E. 1983, H.Š. 1982, J.A. 1986, T.H. 1988, P.Š. 1985). Hodnoty příslušných rychlostí se shodovaly pouze v jednom případě a to u T.H. 1988.

17. Závěr

Intenzita zatížení na úrovni anaerobního prahu je pro rozvoj specifických vytrvalostních schopností považována za nejúčinnější. Přesné stanovení hodnoty anaerobního prahu je velice důležité pro řízení a kontrolu tréninkového procesu. V naší diplomové práci jsme se snažili poukázat na problematiku stanovení anaerobního prahu v terénu u rychlostních kanoistů.

Cílem diplomové práce bylo stanovení anaerobního prahu v terénních podmínkách na základě Conconiho testu a tzv. laktátové křivky tj. exponenciálního průběhu koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci a jejich porovnání.

Výsledky nám dovolují učinit následující závěry:

- Předpoklad, že lze na základě Conconiho testu s využitím GPS navigace stanovovat anaerobní práh se v našem šetření **nepotvrdil**.
- Předpoklad, že hodnoty anaerobního prahu, zjištěné pomocí Conconiho testu a metodou tzv. laktátové křivky tj. exponenciální průběh koncentrace laktátu v krvi v závislosti na rychlosti jízdy a tepové frekvenci budou totožné se nám **nepotvrdil**.

Ukázalo se, že určit přesnou hodnotu anaerobního prahu v rychlostní kanoistice v terénu je velmi obtížné a problematické. V tréninkové praxi je ve sportovních centrech využívána metoda stanovení ANP z tzv. laktátové křivky, která ovšem není zcela přesná a navíc je relativně nákladná. Stejně problematické se projevilo stanovení hodnoty ANP na základě Conconiho testu a to i s použitím satelitní navigace pro přesné stupňování zátěže. Jako nejpřesnější metoda stanovení ANP dle našeho názoru zůstává stupňovaný zátěžový test do maxima na pádlovacím ergometru v laboratorních podmínkách, kde se určuje tzv. ventilační anaerobní práh. Nevýhodou tohoto testu ovšem je, že struktury pohybu na pádlovacím ergometru a kajaku se částečně liší.

17. Seznam použité literatury

1. BALLOVÁ, K. *Posouzení změn výsledků Wingate testu horních končetin v jednotlivých obdobích ročního tréninkového cyklu rychlostních kanoistů*. Diplomová práce. Praha :UK FTVS, 2007.
2. BARTUŇKOVÁ, S. a kol. *Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže*. Praha : Karolinum, 1996.
3. BÍLÝ, M., KRAČMAR, B., NOVOTNÝ, P. *Kanoistika*. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, spol. s r.o., 2001.
4. BORKOVCOVÁ, Š. *Porovnání zátěžových testů na klikovém ergometru s dosahovanými výsledky v rychlostní kanoistice*. Diplomová práce. Praha : UK FTVS, 2005.
5. BORSETTO, C., CASONI, I., CELLINI, M., FERRARI, M., PAOLINI, A.R., ZIGLIO, P.G., CONCONI, F. *Noninvasive determination of the anaerobic threshold in canoeing, cross – country skiing, cycling, roller, and iceskating, rowing, and walking*. Cattedra di Biochimica, Università degli Studi di Ferrara. : Italy, 1985.
6. BUNC, V. *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha : UK Praha, 1989.
7. BUNC, V. *Využití tepové frekvence pro stanovení „anaerobního prahu“*. Metodické a výzkumné statě. Praha : VÚT UK, 1990.
8. BUNC, V., HOFFMANN, P., LEITNER, H., GAISL, G. Verification of the heart rate threshold. *Eur J. Appl. Physiol.*, 70, 1995, s. 263-269.
9. CACEK, J. a kol. *Tréninkový Deník Sportovce* 1.vyd., Brno : Masarykova univerzita, 2006. ISBN 80-210-4114-5.
10. CELLINI, M. a kol. Noninvasive determination of the anaerobic threshold in swimming. *Int. J. Sports. Med.*, 7, 1986.
11. CONCONI, F., FERRARI, M., ZIGLIO, P., CODECA, L. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J. Appl. Physiol.*, 1982.
12. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha : Olympia, 2002.
13. DOVALIL, J. *Pohybové schopnosti a jejich rozvoj ve sportovním tréninku*. ÚV ČSTV, Praha, 1986
14. HAVLÍČKOVÁ, L. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha : Univerzita Karlova, 1991.
15. HAVLÍČKOVÁ, L. *Fyziologie tělesné zátěže II*. Praha : Univerzita Karlova, 1993.

16. HNÍZDIL, J. *Conconiho test – limity výpovědní hodnoty*. Disertační práce. Praha : UK FTVS, 2006.
17. CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha : Olympia, 1991.
18. ISSURIN, V. E., KAVERIN, V. F., NIKANOROV, A. N., RAKLO, L. J. *Speciální příprava kajakářů a kanoistů*. Special'naja podgotovka grabcov na bajdarkách i kanoe. Moskva : 1986.
19. JAKOVLEV, N. N. Biochemické základy tréninku kajakářů a kanoistů. In *Greblja na bajdarkach i kanoe*. Moskva : FIS, 1969.
20. JONES, A., DOUST, J. "Lack of reliability in Conconi's heart rate deflection point". *International Journal of Sports Medicine*, 1995, vol. 16, s. 541–544.
21. KOLEKTIV AUTORŮ *90 let kanoistiky v Českých zemích*. Praha : Olympia, 2003.
22. LEHNERTZ, K., MARTIN, D. Problémy koncepcí na bázi prahu při řízení tréninku v oblasti vytrvalosti. Probleme der Schwellenkonzepte bei der Trainingssteuerung im Ausdauerbereich. *Leistungssport*, 1988, s. 5-12.
23. NEUMANN, G., PFÜTZNER, A., HOTTENROTT, K. *Trénink pod kontrolou*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2005. ISBN 80-247-0947-3.
24. NĚMEC, R. *Stanovení hodnoty ANP v závislosti na kinetice tepové frekvence*. Závěrečná práce, Pardubice, 2007.
25. PROBST, H. Jaká srdeční frekvence je „přípustná“? Welche Herzfrequenz ist „zulässig“? *Läufer*, 1993.
26. PŘICHYSTAL, L. *Sledování fyziologických faktorů běžkyň na střední tratě*. Diplomová práce, Brno : MU FSS, 2008.
27. SÄCKLOVÁ, M. *Diagnostika speciální trénovanosti v rychlostní kanoistice*. Kreditní práce. Praha : UK FTVS Praha, 2006.
28. SOUMAR, L., SOULEK, I., KUČERA, V. *Laktát a tepová frekvence jako významní pomocníci při řízení tréninku* 1.vyd., Praha : CASRI, 2000.
29. ŠEBEK, O. *Využití hodnot ANP v tréninku veslaře*. Diplomová práce. Praha : Univerzita Karlova. Fakulta Tělesné výchovy a sportu, 1995.

URL: <[http:// www.ekondice.cz/Anaerobni_prah.htm](http://www.ekondice.cz/Anaerobni_prah.htm)> cit. [2008-02-08].

18. Přílohy

Tabulka 43.: Údaje v jednotlivých 1 km úsecích při měření laktátových křivek.

	jméno	1.úsek	v (km . h ⁻¹)	TF	2.úsek	v (km . h ⁻¹)	TF	3.úsek	v (km . h ⁻¹)	TF	4.úsek	v (km . h ⁻¹)	TF
1.	A.A. 1986	5:41	10,55	135	5:16	11,38	158	4:50	12,42	177	4:28	13,43	190
2.	K.B. 1983	5:36	10,73	147	5:33	10,8	160	5:04	11,84	175	4:47	12,53	189
3.	B.E. 1983	5:39	10,62	152	5:19	11,27	167	5:09	11,66	178	4:49	12,46	182
4.	K.K. 1991	5:36	10,73	140	5:07	11,7	153	4:56	12,17	164	4:45	12,64	178
5.	L.M. 1989	5:48	10,33	132	5:34	10,76	150	4:55	12,21	169	4:39	12,89	183
6.	J.Š. 1984	5:32	10,84	166	5:06	11,77	178	4:46	12,6	190	4:40	12,85	196
7.	H.Š. 1982	5:29	10,94	143	5:06	11,77	163	4:54	12,24	174	4:45	12,64	184
8.	J.A. 1986	4:54	12,24	130	4:39	12,89	165	4:19	13,9	180	4:02	14,87	195
9.	P.D. 1987	5:03	11,88	147	4:43	12,71	163	4:25	13,57	171	4:09	14,47	178
10.	T.H. 1988	5:02	11,92	136	4:40	12,85	149	4:25	13,57	169	4:04	14,76	179
11.	P.Š. 1985	4:56	12,17	144	4:39	12,89	157	4:25	13,57	171	4:05	14,69	181
12.	L.T. 1988	5:00	11,99	140	4:35	13,1	156	4:21	13,79	183	4:11	14,33	192
13.	V.D. 1989	5:40	10,58	147	5:23	11,16	164	5:05	11,81	177	4:46	12,6	196
14.	F.D. 1988	5:33	10,8	163	5:23	11,16	179	4:56	12,17	193	4:42	12,73	203
15.	T.H. 1986	5:13	11,48	136	5:10	11,63	148	4:48	12,49	153	4:44	12,67	163
16.	J.R. 1986	5:17	11,34	152	5:10	11,63	165	4:56	12,17	185	4:49	12,46	186