

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2010

Matěj Rašovský

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



**Vliv krátkodobého odpočinku v průběhu zatížení na tepovou
frekvenci biatlonisty a běžce na lyžích**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

PaedDr. Tomáš Gnad

Vypracoval:

Matěj Rašovský

Praha, srpen 2010

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Praze, dne

.....

podpis

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Velice bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu PaedDr. Tomáši Gnadovi, který mně poskytl nemálo svého času a předal mnoho cenných rad, dále pak panu PaedDr. Pavlu Levorovi, jež i přes jeho velmi vytížený pracovní proces mně instruoval ohledně biatlonu a poskytl mně důležitou literaturu, panu Mgr. Petru Graclíkovi, který mně předal řadu cenných kontaktů. Také bych rád poděkoval trenérům panu Kovačičovi a Bořutovi, kteří mi poskytli svůj drahocenný čas a své reprezentanty, abych mohl provést výzkumné měření.

Abstrakt

Název: Vliv krátkodobého odpočinku během zatížení na tepovou frekvenci biatlonisty a běžce na lyžích.

Cíle: Cílem této práce bylo zjistit změny v intenzitě zatížení srdečního oběhu, vyjádřené tepovou frekvencí, v průběhu krátkodobého odpočinku u lyžaře běžce a biatlonisty.

Metody: V práci jsme použili metodu komparativní případové studie. Biatlonistům a běžcům na lyžích jsme v průběhu jednoho dne na jednom místě zjišťovali vývoj jejich TF během zatížení s odpočinkem. Stanovili jsme index rychlosti klesání TF. Pomocí aritmetických průměrů jsme porovnávali jednotlivé sportovní disciplíny. Vytvořili jsme grafy, abychom mohli porovnat výsledky.

Výsledky: Bylo potvrzeno, že biatlonistům klesá TF rychleji než běžcům na lyžích. Biatlonistům klesá TF až o 21,9% rychleji než běžcům na lyžích a to především díky specializovanému tréninku obou skupin.

Klíčová slova: tepová frekvence, zotavení, odpočinek, intervalový trénink

Abstract

Title: Effect of short-term rest on the biathletes and cross country skiers heart rate.

Objectives: The aim of this study was to detect changes in the intensity of the burden of heart circulation, expressed as heart rate, during a short rest for cross country skiers and biathletes.

Methods: In this work we used the method of comparative case studies. Biathletes and cross country skiers we have during one day at one point asked the development of their heart rate during loading with rest periods. We set the index of speed sinking heart rate. Using arithmetic averages, we compared the different sports disciplines. We have created graphs, we can compare results.

Results: It was confirmed that heart rate decreases to biathletes faster than to cross country skiers. Biathletes decreases heart rate up to 21.9% faster than the runners on skis, especially through specialized training.

Keywords: heart rate, recovery, rest, interval training

Obsah

1	Úvod	10
2	Teoretická východiska	11
2.1	Charakteristika běhu na lyžích	11
2.1.1	Pohybová charakteristika	11
2.1.2	Fyziologická charakteristika	13
2.1.3	Dechová frekvence DF	15
2.1.4	Psychologická charakteristika	15
2.1.5	Morfologická charakteristika	16
2.1.6	Charakteristika běžecké techniky – bruslení	17
2.1.7	Druhy závodů v běhu na lyžích pouze bruslení (dospělí)	19
2.2	Charakteristika biatlonu	20
2.2.1	Charakteristika výkonu v biatlonu	21
2.2.2	Komplexní trénink biatlonu	22
2.2.3	Výkon na střelecké položce	24
2.3	Funkční anatomie srdce	24
2.4	Tepová frekvence, charakteristika	26
2.4.1	Změny organismu na začátku práce a při maximální zátěži	27
2.4.2	Vliv chladu	28
2.5	Únava, zotavení	28
2.6	Funkční vyšetření sportovce	30
2.6.1	Tělesný tuk	31
2.6.2	Spiroergometrie	32
2.6.3	Anaerobní práh (ANP, laktátový práh)	34
3	Cíle a úkoly práce, hypotéza	37
3.1	Cíle práce	37
3.2	Úkoly práce	37
3.3	Hypotéza	37
4	Metodika práce	38
4.1	Charakteristika sportovců	38
4.1.1	Běh na lyžích	38
4.1.2	Biatlon	39

5	Výsledky	45
5.1	Výsledky a hodnocení grafů TF	45
5.1.1	Srovnání běžců na lyžích s biatlonisty.....	45
5.1.2	Srovnání biatlonistů s běžci na lyžích.....	49
6	Diskuze	54
7	Závěry	57
	Seznam použité literatury	59
	Přílohy	61

Seznam zkratek

Ckm – cyklické kilometry

MS – Mistrovství světa

ME – Mistrovství Evropy

I – index rychlosti klesání TF

MED – Mistrovství Evropy dorostu

BL – Běh na lyžích

BIA – Biatlon

TF – tepová frekvence

1 Úvod

Vždy mě trénovat velice bavilo, a tak jsem všechny tréninky poctivě odchodil. Postupem času mě čím dál tím více zajímala spíš funkční stránka tréninku. Rád jsem s trenérem rozebíral funkční vyšetření, tepové a laktátové křivky aj. Když jsem se pak rozhodl pro studium na Univerzitě Karlově fakultě Tělesné výchovy a sportu, bylo mi jasné, že budu studovat specializace dvě – biatlon a běh na lyžích. Zde jsem se dozvěděl ještě mnohem více informací o struktuře výkonu sportovce a tak výběr tématu pro mou bakalářskou práci byl jednoznačný.

Jsem přesvědčen o tom, že tato bakalářská práce je velice zajímavá, jak pro sportovce laika, tak i pro sportovce profesionála, jelikož je velmi interesující zkoumat rozdíly mezi biatlonistou a běžcem na lyžích. Rozdíly jsou minimální, pokud nebereme ohled na faktor střelby, ale analýza tepové frekvence v průběhu zatížení a v odpočincích nám prozradí daleko více.

2 Teoretická východiska

2.1 Charakteristika běhu na lyžích

Běh na lyžích patří mezi nejstarší lyžařské disciplíny. Pro laika se může zdát, že běh na lyžích je pouze činností ryze závodního charakteru a že se s ní nelze nebo málo v běžném životě setkat. Omyl, běh na lyžích, nejen jako sport olympijský, je vyhledáván mnoha cílovými skupinami k závodnímu ale hlavně i k turistickému využití. Nespornou výhodou je, že tuto činnost lze provádět prakticky kdekoli, kde je dostatečná sněhová pokrývka, což v praxi znamená alespoň souvislá vrstva sněhu. Charakteristiku běhu na lyžích rozebereme z různých hledisek.

2.1.1 Pohybová charakteristika

Běh na lyžích patří mezi cyklické¹ sporty vytrvalostního charakteru. Je zajišťován pravidelnou prací dolních a horních končetin a svalstva trupu. Zapojení svalů k provádění běhu na lyžích je natolik komplexní, že rozvíjí všestranně a harmonicky funkční zdatnost organismu. Je potřebné, aby vzhledem k vynaloženému úsilí a únavě při déletrvající pohybové činnosti, byla technická úroveň pohybového projevu optimální a efektivní, vzhledem k měnícím se vnějším podmínkám, tj. skluzu, odrazu, kvalitě sněhu a stopy.

Velkou předností běhu na lyžích ať už v rekreační nebo závodní formě je, že nedochází k nadměrnému opotřebení pohybového aparátu vlivem gravitačního přetížení po odraze, k namožení a poškození svalových úponů a kloubních spojení pohybového aparátu (ILAVSKÝ, 2005). Jelikož běh na lyžích je realizován převážně v silově-vytrvalostním charakteru zatížení, nejsou kladeny příliš vysoké nároky. Při správné technice klasického běhu nedochází ke zvýšenému zatěžování bederní páteře, při bruslení dochází ke zvýšeným nárokům na pohyblivost kyčelního a kolenního kloubu. Běh na lyžích je zimní sport a je tedy velmi pravděpodobné, že se lyžař bude pohybovat v prostředí, kde budou klesat teploty až k -20°C , což má za následek zvýšené nároky na

¹ Cyklická tělesná cvičení – pohybové prvky se v cyklech opakují (cyklus je určitý strukturální celek), resp. pravidelně se opakuje táž struktura pohybu. U cyklických pohybů se pohybová struktura člení do dvou fází: hlavní fáze (časový úsek odpovídající plnění pohybového úkolu), mezifáze (doznívání pohybů a příprava na hlavní fázi) (ŠTOCHL, 2008).

dýchací systém. U vrcholových závodníků, kteří jsou nuceni v takto nízkých teplotách realizovat často svůj trénink se využívá speciální dýchací maska, díky níž se alespoň o pár stupňů vzduch oteplí než je vdechnut. Optimální tepelná ochrana organismu sportovce vůči podchlazení se při výkonu realizuje vhodným oblečením.

Silové schopnosti – adaptační změny, podmiňující zvyšování úrovně silových schopností, se dotýkají všech limitujících biochemických, fyziologických, a morfologických činitelů. *Účinek silového tréninku* se tak spojuje se zvětšením příčné plochy svalu, se změnami energetických zásob svalu a jeho enzymatickou aktivitou. Silové působení svalu je rovněž důsledkem elastických složek svalu a šlachy. Uvažuje se rovněž o zmnožení (hyperplazii). Podstatnou roli hraje přizpůsobení nervového systému ve smyslu frekvence budivých vzruchů a rychlosti jejich vedení. Mění se tím nitrosvalová koordinace, počet aktivovaných motorických jednotek a různých typů svalových vláken. Každý, i ten nejjednodušší pohyb je výsledkem aktivity řady svalů i celých svalových skupin.

Rychlostní schopnosti – příznivé podmínky pro rozvoj rychlostních schopností se vyskytují už v dětském věku, kdy se ve 12-13 letech formuje nervový základ rychlostních projevů, tj. především pohyblivost, labilita a rychlost nervových procesů. Maxima rozvoje rychlostních schopností se většinou dosahuje v 18-21 letech. Stimulace schopností vyžaduje zaměřit se vymezeným zatížením a volbou vhodných cvičení na jednotlivé determinanty rychlostních schopností. Konkrétně na vytváření potřebných energetických rezerv kreatinfosfátu, na rychlost a pohyblivost nervových dějů podráždění a útlumu, na rychlost svalové kontrakce a relaxace, uplatnění silových schopností ve velmi krátkých časových intervalech, koordinaci svalových skupin.

Vytrvalostní schopnosti – ovlivnění vytrvalostních schopností nepatří k obtížnějším tréninkovým úkolům. Adaptabilita systémů, které tyto schopnosti podmiňují, je větší než u ostatních kondičních schopností, první změny lze očekávat za několik týdnů. Úroveň vytrvalostních schopností určuje především řada fyziologických funkcí. O úrovni vytrvalostních schopností rozhoduje především výkonnost dýchacího a srdečně-cévního systému při přijímání a transportu kyslíku a energetických zdrojů do činných svalů. Dále metabolismus – látková výměna a uvolňování energie ve svalu, vytváření optimálních zásob energie a jejich mobilizace a využívání za přístupu kyslíku i při jeho nedostatku, enzymatický systém svalu. Řídící roli sehrává nervový systém, jedná se především o optimální koordinaci zúčastněných agonistů a antagonistů. Řada

fyziologických funkcí spojených s projevy vytrvalostních schopností dosahuje hraničních hodnot (DOVALIL, 2002).

2.1.2 Fyziologická charakteristika

Při běhu na lyžích je charakteristické mnohonásobné opakování pohybových cyklů, které se u jednotlivých běžeckých způsobů odlišují svou pohybovou strukturou, tempem, funkční a metabolickou odezvou. Tato vytrvalostní zátěž, jež běh na lyžích vyžaduje, je s velkým výdejem energie právě z důvodů, že je do činnosti zapojeno velké množství svalových skupin. Ve výsledném efektivním pohybu se nejvíce podílí svalstvo dolních končetin jako je např. trojhlavý sval lýtkový (m. triceps surae), čtyřhlavý sval stehenní (m. quadriceps femoris), velký, střední a malý hýžděový sval (m. gluteus maximus, medius, minimus), m. iliopsoas a svaly bedro kyčlo stehenní. Ze svalstva horních končetin jsou nejvíce namáhány tyto svaly: trojhlavý sval pažní (m. triceps brachii), sval deltový (m. deltoideus), svaly předloktí. Také jsou zapojeny svaly zádové a břišní. Ve výsledném pohybu je potřeba, aby svaly jež jsou zapojovány, byly náležitě řízeny CNS (ILAVSKÝ, 2005).

Běh na lyžích chápeme jako vytrvalostní zátěž s velkým výdejem energie, který je závislý na délce, profilu i charakteru trati, na rychlosti i technice běhu. Z fyziologických předpokladů pro výkon je rozhodující aerobní kapacita, svalová síla a vysoká funkce analyzátorů (zrakového, statokinetického a somatotického vycházejícího z propriocepce) i nervosvalová koordinace. Menší význam se přikládá anaerobní kapacitě a antropometrickým předpokladům. Rozhodující význam má technika, psychická odolnost i taktika v průběhu závodu. Z faktorů prostředí ovlivňují rychlost lyžařského běhu zejména gravitace, odpor sněhu a odpor vzduchu. Bruslařské techniky umožňují zvýšit závodní rychlost jízdy o 15-30%. Příčinou je nižší energetická náročnost, nižší koeficient dynamického tření u bruslařských lyží, snížený odpor vzduchu při „bruslařské pozici těla“, vyšší využívání elastické energie a setrvačnosti i delší doba vyvíjení propulsivní odrazové síly při bruslařských technikách. Klasický střídavý běh navozuje asi o 19% vyšší spotřebu kyslíku (VO_2), o 5-6% vyšší srdeční frekvenci (SF), o 36% vyšší minutovou ventilaci (V) a o 16% vyšší ventilační ekvivalent pro kyslík než při jízdě stejnou rychlostí (14,2 km/h na rovině) technikou oboustranného dvoudobého bruslení. Při bruslařské technice běhu byl zjištěn i nižší

koeficient respirační výměny (R) a nižší koncentrace laktátu (LA) v krvi, to odpovídá šetření glycidových zásob v organismu lyžaře (HELLER, 1993).

Biopsie kosterního svalu prokázaly nejvyšší čerpání glykogenu z pomalých vláken. Srovnání biotických vzorků, odebraných před a po 80 km běhu klasickým stylem ukázalo, že v dolních končetinách dochází k významnému poklesu glykogenu, ale v horní končetině je v závěru závodu glykogen prakticky vyčerpán. Znamená to, že při jízdě volnou technikou může být obsah glykogenu a rychlost jeho čerpání v horních končetinách limitujícím faktorem lyžařských vytrvalostních výkonů (HELLER, 1993).

Lyžařský běh se vzhledem k délce svých tratí (1-50 km) řadí mezi výkony střední intenzity energetického metabolismu. Protože jsou při běhu současně činné jak svaly dolních, tak svaly horních končetin a trupu (zejména při bruslařské technice), nacházíme při lyžařském běhu jedny z nevyšších hodnot energetického výdeje. Energetický výdej odpovídá rychlosti běhu.

Náležitá hodnota energetického výdeje, která se udává při běhu na lyžích, se pohybuje okolo 1100 – 1900 % bazálního metabolismu, což je jedenácti až devatenáctinásobek výdeje energie v tělesném i duševním klidu, kdy se jedná o 100 % náležité hodnoty bazálního metabolismu. Tyto hodnoty jsou jedny z nejvyšších v porovnání s jinými sportovními odvětvími, vezmeme-li v úvahu, že se jedná o vytrvalostní disciplínu. Totiž při běhu na lyžích rychlostí 14 km/hod je spotřeba energie přibližně 1,4 kJ/min/kg. Oxidativní podíl energetické úhrady energie záleží na délce tratě a pohybuje se v rozmezí 80 až 100 % (ILAVSKÝ, 2005).

Schopnost aerobního krytí fyzické zátěže

Běh na lyžích je práci velké intenzity, jeho zabezpečení probíhá v podstatě za rovnovážného stavu (CHOUTKA, DOVALIL, 1987). Abychom uplatnili rozvoj vytrvalosti má mimořádný význam v této náročné disciplíně spojení mezi pohybovou složkou výkonu a funkčními orgány (VO_{2max}). Schopnost aerobního krytí je limitována viskozitou krve (průtok krve srdcem a pracujícími svaly). Kromě procentuálního krytí energie u vytrvalostního zatížení z 90-95 % aerobně, přeměny svalových vláken v pozitivním poměru aerobního metabolického štěpení udává i posun anaerobního prahu na úroveň 80-85 % VO_{2max} (LEVORA, 1985).

Schopnost anaerobního krytí (kyslíkový dluh)

K zapojení anaerobní glykolýzy dochází při neúplné úhradě kyslíku především při startu (než se organismus adaptuje), pakliže se naruší setrvalý stav běhu (zastavení na

střelnici, předjíždění, stoupání, finiš). Přitom neustále vzrůstá náročnost tratí a to znamená vyšší požadavky na vytrvalostní anaerobní glykolýzu (LEVORA, 1985).

2.1.3 Dechová frekvence DF

Počet vdechů za minutu při běhu na lyžích dosahuje hodnoty kolem 60. Objem vzduchu, který projde za 1 min výměnou v plicích (**minutová ventilace plic**), je přibližně 120 – 152 litrů. Dosti významným ukazatelem funkční adaptace je **maximální spotřeba kyslíku** tzv. **VO_{2max}**. Je to schopnost organismu využít při tělesné zátěži co největší množství kyslíku. I tady je evidentní, že běžci na lyžích dosahují jedny z nejvyšších hodnot – dospělí muži okolo 85 ml/min/kg a ženy přes 70 ml/min/kg. U nesportovní populace se tyto hodnoty pohybují daleko níže, okolo 40 ml/min/kg (GNAD, PSOTOVÁ, 2005).

Aerobní výkon (VO_{2max}) znamená nejvyšší možnou individuální hodnotu spotřeby kyslíku. Je dosažitelný při práci velkých svalových skupin, naměřené hodnoty se vyjadřují absolutně v litrech nebo relativně v mililitrech na kilogram hmotnosti za minutu. Zjišťování aerobního výkonu bývá standardní součástí funkčních laboratorních vyšetření (DOVALIL, 2002).

2.1.4 Psychologická charakteristika

Před i v průběhu jakékoliv pohybové činnosti se vyskytují psychické stavy osobnosti, které jsou ovlivňovány právě probíhající činností.

U běhu na lyžích hrají z psychologického hlediska významnou roli jednak faktory podmiňující sportovní výkonnost obecně – např. aktivační úroveň a schopnost její regulace, motivace, aspirační úroveň, frustrační tolerance atd., především ale schopnost odolávat únavě při dlouhotrvající pohybové činnosti, zvláště udržení rychlosti při vzrůstající únavě, odolnost vůči nepříznivým klimatickým podmínkám a jejich změnám, schopnost vyrovnat se s špatně namazanými lyžemi, či negativní změnou počasí, riskování pádu, zranění, nebo nasazení vysoké rychlosti na začátku tratě – přepálení závodu. Všechny sportovní výkony představují psychickou zátěž, která vyplývá z obavy před závodem, obavy z výsledku, z nepříznivého vylosování, neschopnosti snášet neúspěch, z obavy zklamání trenéra či diváků apod. Psychické výkony se tak dotýkají předstartovních, startovních i poststartovních stavů (ILAVSKÝ, 2005).

Předstartovní stavy se váží k nadcházejícímu závodem a zpravidla začínají konkretizací data příští soutěže. Hlavní příznaky předstartovních stavů jsou obavy o

výsledek, napětí z očekávání, předstartovní úzkost. Sportovec často přemýšlí o okolnostech závodu a nastoluje si řadu negativních hypotéz. To znamená, že sportovec má nutkání všechny informace o nadcházejícím závodě, o soupeřích, o počasí interpretovat jako pro sebe negativní a spojovat s nimi problematičnost svého vystoupení. O svých relativně malých šancích sportovec v předstartovním stavu náruživě přesvědčuje sebe i ostatní. Má tendenci hledat zdůvodnění pro eventuální neúspěch předem (odkaz na tréninkové manko, překonanou chorobu, problematické okolnosti přípravy apod.). Stav s přibližujícím se startem vrcholí. Z hlediska typologie předstartovních stavů mluvíme o *předstartovní horečce* a *předstartovní apatii*. Horečka je častější, je spojená s neklidem, *zimničnými stavy*, třesem, nervozitou a výbušností. Apatie se projevuje jako lhostejnost, rezignace předem, pasivita, poraženectví.

Soutěžní stavy jsou charakteristické usilováním, bojem. Záleží na průběhu činnosti, jejím zduhu či dílčích frustracích. Metou prováděcího stavu ve sportu je stav maximálního zaujetí, stav, kdy se daří, kdy je sportovec fascinován, stržen činností, pohroužen v ní, kdy se dostavuje výlev emocí v průběhu činnosti.

Pozávodní stavy jsou zásadně ovlivněny výsledkem činnosti, souladem s předchozí aspirační úrovní, která určuje emoce úspěchu a neúspěchu, tj. radosti a smutku. Paradoxně platí, že pocit únavy (dostat do těla) má eustresové účinky a je prožíván libě jako z tréninkové investice do rozvoje výkonnosti. Škodolibě se v této souvislosti mluví o sportovním masochismu. (HOŠEK, HÁTLOVÁ, 2009).

2.1.5 Morfologická charakteristika

Morfologické předpoklady sportovce jsou důležitým faktorem, které svým způsobem ovlivňují úspěšnost v daném druhu sportovní činnosti. Somatometrie se zabývá určováním tělesných typů člověka. Její podstatou je identifikace typických tělesných znaků, společných pro určité skupiny jedinců. Rozlišujeme tři typy: endomorfní (pyknický typ), mezomorfní (atletický typ) a ektomorfní (astenický typ). Běžcům na lyžích je na základě měření antropomotorických hodnot (výška postavy, hmotnost, množství tuku) přisuzován poměr komponent 2-6-2, což odpovídá atletické postavě se širšími rameny a poměrně vyspělou svalovou hmotou.

Jednotlivé morfologické znaky mající vztah ke tvaru a složení těla označujeme jako **somatotyp**. Somatotyp má empiricky definované 3 složky:

1. endomorfie vyjadřuje především relativní *podíl tělesného tuku* na tělesném složení bez ohledu na jeho distribuci; k jejímu stanovení se používá součtu tří kožních řas (triceps, suprailica, subscapularis)

2. mezomorfie vyjadřuje relativní *muskuloskeletální rozvoj* těla, robusticitu svalů a kostí; k jejímu stanovení se používá vzájemného vztahu mezi tělesnou výškou na jedné straně – šířkou epikondylů humeru a lemuru, objemu paže a objemu lýtky na straně druhé

3. ektomorfie vyjadřuje *relativní výšku a štíhlost* těla, gracilitu končetin; ke stanovení ektomorfie se používá poměru výšky a 3. odmocniny tělesné hmotnosti (NOVOTNÝ, 2004).

2.1.6 Charakteristika běžecké techniky – bruslení

Historie bruslení

Bruslení nebylo *vynalezeno* před dvaceti lety, jak se možná někdo domnívá. Bruslení jako způsob běhu na lyžích je starý jako lyžování samo. Nicméně revoluce, jejímž výsledkem byla změna pravidel lyžování a vznik nových běžeckých disciplín, začala na konci sedmdesátých let. V této době někteří lyžaři začali používat jednostranné bruslení na dlouhých, rovných úsecích při dílkových bězích. Jedním z prvních byl Američan **Bill Koch**, který v roce 1980 uviděl při závodech ve Švédsku Björna Risbyho odbruslovat. Kochovi se nápad zalíbil, přijal nový způsob běhu a v sezoně 1980-81 absolvoval jednostranným bruslením závod na 50 km na zamrzlém jezeře ve Vermontu. Již v této době se začalo jednostranné bruslení objevovat mezi závodníky Světového poháru a tím jednoznačně ukazuje přínos bruslařské techniky pro rychlost běhu. Sezoně 1984-85 se uskutečnilo historicky první a zároveň poslední mistrovství světa, kde se všechny závody jely bruslařskou technikou (SOUMAR, BOLEK, 2002).

Aby bylo zaručeno co nejefektivnějšího osvojení techniky běhu na lyžích, je potřeba aby nácvik techniky probíhal v souladu s biologickými a motorickými předpoklady v jednotlivých věkových obdobích. Motorická úroveň souvisí s dobrými tělesnými předpoklady, které vyplývají z rovnoměrného růstu a vyrovnaných běžeckých technik.

Běh na lyžích je pohybová činnost, která zahrnuje celý obsah a rozsah pohybových dovedností, potřebných pro kontrolovaný pohyb na lyžích v zasněženém terénu (ILAVSKÝ, 2005).

V rámci této bakalářské práce se budu zabývat jen bruslením, jelikož má pro tuto práci jednoznačně největší význam.

Charakteristika bruslení

– v průběhu skluzu na lyži nasměřované do odvratu dochází k překlopení lyže z plochy skluznice na její vnitřní hranu. Oporu pro provedení odrazu tvoří celá délka hrany, což umožňuje velice účinný odraz. Samotný odraz pak probíhá v závěru skluzu, lyže se *nezastavuje* a to umožňuje provedení odrazu po delší dobu. Prodloužení doby provedení odrazu je výhodné, protože se delší dobu využívají odrazové schopnosti. Využívá se poměrně mnoho svalových skupin při provedení odpichu pažemi se současným zapojením břišních svalů a svalů trupu. Svalová síla horních končetin, zapojená do odpichu odpovídá přibližně 50-60 % tělesné hmotnosti (GNAD PSOTOVÁ, 2005).

Oboustranné bruslení dvoudobé

Na jeden soupažný odpich připadají dva odrazy, tedy odpich oběma pažemi se provádí současně s jedním odrazem, a pak následuje odraz druhou nohou bez odpichu.

Výchozí polohou je stoj na jedné noze, druhá noha je v odvratu nad sněhem, paže jsou před tělem. Hmotnost spočívá na stojné (skluzové) noze. Druhá noha je pokrčena, lyže v odvratu se pohybuje vpřed. Odrazu krátce předchází zapíchnutí holí (případně se hole zapichují společně se zahájením odrazu). Odrazová noha směřuje vpřed, pokládá se na sněž a překlápí na hranu. Koleno odrazové nohy směřuje vpřed a dolů a současně s tímto pohybem začíná aktivní odraz, který končí napnutím dolní končetiny ve všech kloubech a propnutím špičky odrazové nohy. Současně s odrazem je realizován i odpich oběma pažemi. Nastavení trupu a ramen má za následek asymetrické nastavení paží a nedovoluje stejně intenzivní odpich oběma pažemi. Paže na straně odrazové nohy provádí mohutnější odpich, který je doprovázen předklonem trupu. V závislosti na dopředné rychlosti odpich končí dříve než odraz nebo současně s ním. Oboustranné bruslení se používá především v prudkých stoupáních, kde dopředná rychlost rychle klesá (SOUMAR, BOLEK 2002).

Oboustranné bruslení jednodobé

Na jeden odraz připadá jeden soupažný odpich. Pohyb si popíšeme od okamžiku, kdy hmotnost těla spočívá nad stojnou nohou, která se pohybuje, lyže je v odvratu. Paže jsou před tělem a pohybují se vpřed a vzhůru. V tuto chvíli je druhá noha nad podložkou nejbližší ke skluzové noze (tato situace nastává jen jednou za pohybový cyklus), lyže je vytočena vně. Ramena jsou otočená do směru budoucího skluzu nad nadlehčenou nohu.

Pohybový cyklus pokračuje symetrickým soupažným odpichem obou holí, na který navazuje odraz z vnitřní hrany odvrácené lyže se současným položením druhé lyže na plochu. Těžiště těla se během odrazu přesunuje z odrazové nohy nad skluzovou. Přenesení hmotnosti těla je dokončeno v okamžiku, kdy se lyžař narovná a přichází do polohy, která je zrcadlovou obdobou výchozího postavení (SOUMAR, BOLEK, 2002).

Bruslení prosté

Jeho význam je v udržení rychlosti, případně zvýšení rychlosti ve sjezdech. Prosté bruslení nepoužívá hole, avšak může být doplňováno příležitostným odpichem dle profilu trati. Případně můžeme při prostém bruslení zaujmout nízký sjezdový postoj zvaný *vajíčko*. Trup je předkloněn, čímž se snižuje odpor prostředí. Postoj je celkově nižší, nohy jsou více pokrčeny v kolenou. Nižší postoj a pokrčená kolena zvyšují stabilitu a schopnost reagovat na nerovnosti terénu (SOUMAR, BOLEK, 2002).

Zvýšení rychlosti běhu na lyžích dosáhneme podle GNADA (2010) těmto způsoby:

- zvětšením působící síly odrazu či odpichu,
- prodloužením doby a dráhy působení síly (větší rozsah pohybu),
- co nejplynulejším působením síly,
- zkrácením přestávek mezi působením síly,
- zapojením většího množství svalů a dalších vhodných zdrojů síly,
- zmenšením hmotnosti tělesa (neplatí pro jízdu z kopce),
- snížením velikosti tření při skluzu (kvalitní skluzový vosk).

2.1.7 Druhy závodů v běhu na lyžích pouze bruslení (dospělí)

Individuální závody

Závody s intervalovým² či hromadným startem na 5 – 50 km.

Stíhací závody

Stíhací závod je organizován jako kombinovaný závod ze dvou polovin, kde jedna se jede klasicky a druhá volně – toto musí být dodrženo. Závod se může konat ve dvou dnech (1/2 jeden den, 2/2 druhý den) nebo se provede v jednom dni a mezi oběma částmi musí být minimálně 1,5 hodiny přestávka; délka je 3 – 15 km.

² Intervalový start – jednotliví závodníci jsou startováni (vpouštěni na trať) po určitých intervalech, např. 20 s, 30 s či 60 s.

🚩 **Stíhací závod s přestávkou = Pursuit**

Tento druh stíhacího závodu je tvořen ze dvou samostatných částí oddělených přestávkou, které dávají celkový výsledek na konci druhé části. Každá část se jede rozlišnou technikou; délka je 3 – 15 km.

🚩 **Individuální sprint**

Závody ve sprintu jednotlivců se skládají z kvalifikační části, organizované jako intervalový závod. Po kvalifikaci startují nejlepší závodníci v různých sestavách (4, 6, 8 závodníků) s hromadným startem. Délka tratí je 0,8 – 1,4 km.

🚩 **Sprint dvojic (štafet) = Relay**

Sprinty dvojic jsou závody, ve kterých se střídají 2 závodníci, kdy každý absolvuje 3-6 kol (štafetovým způsobem). Počet a délka kol musí být určena v rozpisu závodu. Délka tratí je $2 \times (3-6) \times (0,8 - 1,4)$ km

🚩 **Stíhací závod bez přestávky = Double Pursuit, Skiduatlon**

Závod se skládá ze dvou částí, první je odstartována hromadným startem, ve druhé části musí každý závodník provést výměnu lyží ve výměnném boxu (umístěném na stadionu) a pokračovat v závodě. Každá část se jede odlišnou technikou běhu (klasicky + volně). Délka tratí je 5+5 – 15+15 km.

🚩 **Štafety**

Štafety se skládají ze 4 závodníků z jednoho tréninkového střediska, popř.z různých tréninkových středisek. Start prvního úseku je hromadný (SLČR, 2005).

2.2 Charakteristika biatlonu

Biatlon je sportovní disciplína, která se skládá ze dvou částí (z řečtiny *bi*-dvě, *athlon*-závod), a sice z běhu na lyžích a ze střelby. Vzhledem k tomu, že v předešlých odstavcích jsme běh na lyžích rozebrali, nemá tedy valnou hodnotu o něm hovořit i zde, jelikož se v zásadě jedná o shodnou pohybovou dovednost v obou disciplínách.

Biatlon má mnoho podob. Nejznámější podobou je **zimní biatlon** (běh na lyžích + střelba), **letní biatlon** (běh + střelba), **biatlon na horských kolech** (horské kolo + střelba), **biatlon na kolečkových lyžích** (kolečkové lyže + střelba). V mé práci se budu zabývat jen zimním biatlonem, jelikož byl podstatnou součástí mého výzkumu.

2.2.1 Charakteristika výkonu v biatlonu

Oblast silových schopností

Síla se u biatlonu projevuje v hlavních fázích běhu, tj. v odrazu nohou a odpichu paží. Má charakter dynamické až výbušné síly, uplatňované po dlouhou dobu, která se mění v závislosti na profilu tratě. Staticko-silové schopnosti se projevují v izometrickém stahu svalstva při běžeckém předklonu a přenášení těžiště ve směru jízdy. Při střelbě dochází k izometrické práci svalových skupin celého těla, největší nároky jsou kladeny na nervově svalovou koordinaci paží, které nesmějí přenášet projevy vysokého zatížení organismu na stabilitu zbraně (KRYL, 1983).

Hlavním předmětem tréninkové přípravy bude dynamická síla, jež se uplatňuje v běhu při odrazu a odpichu. Příprava se tedy zaměřuje na rozvoj dynamické síly extenzorů paží a dynamickou flexibilitu pohybů v kyčelním kloubu.

Explozivně silové schopnosti se hlavně uplatňují při startu, náhlém zrychlení, předjíždění, v prudkém stoupání, a významně se podílejí na reakční a realizační rychlosti.

Při bruslení také vystupuje do popředí funkce hýžd'ových svalů a napínače povázky stehenní. V běžeckém pohybu se cyklicky střídá kontrakce a uvolnění, což má za následek oddálení únavy organismu sportovce.

Rychlostní schopnosti

Rychlost změny orientace pohybu se uplatňuje v rychlosti motorické reakci při brzdění, došlapech, změně směru jízdy i na střelnici. Avšak ji u biatlonu nepovažujeme za rozhodující schopnost (LEVORA, 1985).

Vytrvalostní schopnosti

Biatlon klade značné nároky na vytrvalostní schopnosti závodníka. Střelba probíhá v podmínkách doznívání fyzického zatížení běhu na lyžích. Je teda třeba rozvíjet hlavně aerobní procesy v organismu sportovce, neboť již ve 12-15 minutách zátěže získává závodník aerobně 90-95 % energie.

Ostatní schopnosti

Střelba je typem senzomotorického výkonu s poměrně malým počtem pohybových dovedností. Uplatňují se zde jemné dovednosti malých svalových skupin, vztahujících se na koordinaci *oko-ruka* (pohyby centrační, manipulační) i hrubé dovednosti (zaujímání polohy), které ovšem vrcholí dovednostmi jemnými a ty mají pro střelbu zásadní význam.

Jeden ze speciálních problémů střelby v biatlonu je pohybová činnost střelby ve ztížených podmínkách – fyzického zatížení, které narušuje soustředění na přesnost vykonávané činnosti. Vyžaduje vysokou souhru pohybů těla v závislosti na působení tělesných funkcí a jejich sladění do optimálního tempa činnosti.

U biatlonu se využívají hlavně tzv. zautomatizované pohyby. Je tomu tak u střelby, kde je kladen zvláštní důraz na přesnost a převážně algoritmicizované pohyby (LEVORA, 1985).

2.2.2 Komplexní trénink biatlonu

Hlavní specifikum biatlonového tréninku spočívá v jeho přerušovaných intenzivních úsecích, které vhodně stimulují organismus a tepovou frekvenci sportovce tak, aby při komplexním biatlonovém zatížení byl schopen podat co nejlepší výsledky na střelecké položce. Modelovaný trénink biatlonisty si můžeme představit například jako běh úseku o délce 1,5 km ve vysoké intenzitě (90-100% TF_{max}) s vysokým opakováním a s pauzy mezi sériemi, až do té doby, když organismus nebude schopen do dalšího úseku zregenerovat (NIETZSCHE, 1998).

Příklad komplexního biatlonového tréninku podle NIETZSCHEHO (1998):

Forma zatížení:	běh na lyžích, běh na kolečkových lyžích, běh, střelba jako v závodě
Metody tréninku:	vytrvalostní intervalová metoda se střelbou v pauzách mezi úseky 4 x 1,5 km, 2 série, profilovaná trať u střelnice
Délka tréninku:	30-60 min kontrolní závod 90-120 min komplexní biatlonový trénink 30 km, z toho 12 km vysokou intenzitou (95-100% TF_{max}) a 18 km střední intenzitou (80-90% TF_{max})
Intenzita:	kontrolní závod maximální rychlostí intervalově 95-100% rychlosti TF 180-200 tepů za minutu laktát: do 10 km 10-12 mmol/l, nad 10 km 8-10 mmol/l
Sledujeme:	rychlost na úsecích, TF a laktát
Měníme:	rychlost běhu, počet opakování, délku pauzy mezi úseky

Do tréninku zařazujeme vhodnou měrou i opakované úseky bez holí, soupaž, jednostranné bruslení, štafety.

Tabulka 1: Přehled závodů v biatlonu (<http://www.biatlon.cz>, 2009)

Kategorie	Označení	Disciplína	Střelecké položky	Počet nábojů v jedné položce	Penalizace za nestref. terč
Muži	VZ	20 km Vytrvalostní závod	L, S, L, S	5	1 minuta
	RZ	10 km Rychlostní závod	L, S	5	150 m trestné kolo (TK)
	ŠTZ	4 x 7,5 km Štafety	Každý ús. L, S	5 + 3 na dobíjení	150 m TK
	SZ	*12,5 km Stíhací závod	L, L, S, S	5	150 m TK
	ZHS	15 km Hromadný start	L, L, S, S	5	150 m TK
Ženy	VZ	15 km Vytrvalostní závod	L, S, L, S	5	1 minuta
	RZ	7,5 km Rychlostní závod	L, S	5	150 m TK
	ŠTZ	4 x 7,5 km Štafety	Každý ús. L, S	5 + 3	150 m TK
	SZ	*10 km Stíhací závod	L, L, S, S	5	150 m TK
	ZHS	12,5 km Hromadný start	L, L, S, S	5	150 m TK

* Startovní interval u SZ je roven odstupu, který měl dotyčný závodník od vítěze předcházejícího kvalifikačního závodu (RZ, VZ).

Nejmladší disciplínou biatlonu je závod v supersprintu (ZSS), který je uveden v pravidlech od roku 2004. Tento závod probíhá na trati délky 2,4 – 3,6 km se třelnou L, S jako kvalifikace. Pakliže se závodník kvalifikuje, tak absolvuje finále na 4 – 6 km trati se střelbou L, L, S, S, pro každou střeleckou položku má navíc k dispozici náhradní 3 náboje. V případě nezasažení všech 5 terčů ani při použití náhradních nábojů je závodník diskvalifikován (<http://www.biatlon.cz>, červenec 2010).

2.2.3 Výkon na střelecké položce

Jelikož se v biatlonu kloubí dva naprosto odlišné sporty, je důležité v každém z nich předvést maximální výkon a také provést precizní přechod z běhu na střeleckou položku a naopak. Bylo zjištěno, že pouze času stráveného střelbou, nelze automaticky přisuzovat hlavní důvod, aby biatlonista dosáhl horšího celkového výsledku. Nejlepší biatlonisté musí totiž stabilně předvést nejlepší výkon ve všech **třech komponentech tedy – 1) délka pobytu na střelecké položce, 2) průběh střelby, 3) přechod mezi střelbou a během na lyžích** – střeleckého výkonu. Ale pokud se výkon liší jen v čase stráveného střelbou, pak rozhodují i desetiny.

Délka pobytu na střelecké položce je nejvíce ovlivněna (NITZSCHE, 1998) :

- zvládnutím techniky střelby (koordinace jednotlivých elementů střelby, rychlost a přesnost změn pohybů, rychlé nabíjení, stabilní poloha...)
- úrovní psychické hladiny závodníka při závodech (věřit si...)
- orientačními schopnosti, reakčními schopnosti, stálostí rytmu střelby
- znalostí taktiky (přechody běh-střelby, střelba-běh)
- dobrými materiálními a technickými podmínkami

Průběh střelby se dělí na 4 fáze.

I. fáze – přijetí na podložku, odložení holí, příprava na manipulaci se zbraní

II. fáze – manipulace se zbraní, vložení zásobníku do komory a nabití zbraně

III. fáze – střelecký rytmus od 1. do 5. (8.) výstřelu

IV. fáze – od okamžiku posledního výstřelu do opuštění podložky (nasazení holí)

Velice důležité je ve všech fázích si vybudovat stereotyp pohybu a zároveň jednotlivými fázemi plynule a vědomě přecházet.

Přechod od běhu ke střelbě musí vycházet z druhu závodu, náročnosti závodu, fyzického a psychického stavu závodníka. Charakteristické je zhruba 100 až 300 metrů před střelnicí zvolnit a *vydýchávat se* (NITZSCHE, 1998).

2.3 Funkční anatomie srdce

Srdce je dutý orgán, jehož stěna je převážně tvořena speciálním typem svaloviny zvaným myokard. Celé srdce váží přibližně 0,5 % tělesné hmotnosti a skládá se ze čtyř dutin: pravé komory a předsíně a levé komory a předsíně. Všechny dutiny jsou vystlány

endokardem, který pevně srůstá s myokardem. Předstěny mají nepravidelný tvar dutiny a tenkou stěnu přičemž levá předstěna má stěnu tenčí než pravá. Pravá komora má tvar nepravidelné pyramidy a tři až čtyřikrát tenčí stěnu než komora levá, jejíž dutina má tvar blízký rotačnímu elipsoidu. Svalovina předstěny je od svaloviny komor oddělena vazivovým srdečním skeletem, který tvoří bázi pro všechny 4 srdeční chlopně.

Čerpací činnost srdce je založena na rytmickém střídání relaxace (diastola) a kontrakce (systola) svaloviny komor. Během diastoly se komory plní krví a během systoly ji vypuzují do velkých tepen (plícnice a aorty). Do komor přitéká krev ze srdečních předstěn, kam se dostává z velkých žil (z horní a dolní duté žíly do pravé síně a z plicních žil do levé síně). Systola předstěny přechází těsně systolu komor a tak předstěny fungují jako pomocná čerpadla, která napomáhají dokonalému plnění komor. Mezi předstěnami a komorami a mezi komorami a velkými tepnami jsou chlopně, které propouštějí krev pouze jedním směrem, tedy z předstěny do komor a z komor do velkých tepen.

Minutový srdeční výdej. Zdravé srdce je schopné měnit množství přečerpané krve v poměrně velkém rozsahu. Minutový výdej srdeční (tj. množství krve, které jedna komora přečerpává za minutu) se může v případě potřeby zvýšit více než pětikrát oproti klidové úrovni, kdy činí minutový objem asi 5 l/min. Při jednom stahu totiž vypudí komora asi 70 ml krve a počet stahů za minutu je v klidu 70-80. Vynásobením obou hodnot pak dostaneme hodnotu minutového srdečního objemu:

minutový výdej = tepový objem * srdeční frekvence

Což normálně představuje 5-6 l/min. Nejvýznamnějším mechanismem zvýšení minutového srdečního výdeje při zátěži je zvýšení srdeční frekvence. Ta při maximální zátěži stoupne až na 180-220 tepů za minutu. Zvýšení srdeční frekvence však neznamena pouze více tepů za jednotku času, ale současně se mění také poměr mezi trváním systoly a diastoly. Zatímco systola se zkracuje s rostoucí srdeční frekvencí jen málo, diastola se zkracuje podstatně. Proto také, když stoupne srdeční frekvence nad kritickou hodnotu začne váznout diastolické plnění komor a s dalším zvýšením frekvence už minutový výdej neroste.

Energetika srdeční práce. Bezprostředním zdrojem energie pro kontrakci je ATP, který je hydrolyzován ATPázou, uloženou v hlavici myozínu. Energií pro resyntézu ATP získává myokard výhradně aerobně, což potvrzuje i velký počet mitochondrií v buňkách srdečního svalu (KITTNAR, 2003).

2.4 Tepová frekvence, charakteristika

„Tepová frekvence kopíruje profil běžecké tratě s časovou prodlevou, je submaximální až maximální na rovině a ve stoupáních a po sjezdech je o 5 – 15 % nižší.“(ILAVSKÝ, 2005)

Předpokladem pro svalovou práci, s výjimkou velmi krátkého výkonu, je zajištění přísunu kyslíku a živin do činných svalů, stejně jako odsun katabolitů. Tuto funkci zajišťuje transportní kardiopulmonální systém.

Centrální složkou je srdce, motor celého systému, které vykonává podobnou činnost jako pumpa. Mezi ukazatele činnosti srdce patří srdeční frekvence (SF), systolický objem srdeční (Q_s) a minutový objem srdeční (Q). Tyto ukazatele srdeční činnosti jsou ve vzájemném vztahu: $Q = SF \cdot Q_s$

SF, jež je na periférii hodnocena jako tepová frekvence (TF), se mění pouze při vlastním výkonu. Dynamické změny můžeme pozorovat již před výkonem a po výkonu. Z tohoto hlediska hodnotíme tři fáze: klid, zatížení a uklidnění.

Fáze úvodní představuje zvýšení srdeční frekvence před výkonem vlivem podmíněných reflexí a emocí. Tyto změny spolu s dalšími vyvolávají komplex změn označovaných jako **startovní a předstartovní stavy**. Zvýšenou aktivitu primárního centra v sinusovém uzlíku vyvolávají impulsy z kůry mozkové, podkorových oblastí a sympatikotonické dráždění. Mezi předvýkonovou srdeční frekvencí a očekávaným výkonem existují určité vztahy.

Fáze průvodní je pokračováním změn již při vlastním výkonu. **Srdeční frekvence zprvu stoupá rychle**, později se zpomaluje, až se ustálí na hodnotách, odpovídajících podávanému výkonu. Hovoříme o setrvalém stavu, *steady-state*.

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 vagotoniků³ je návrat ke klidovým hodnotám rychlejší.

³ Vagotonie – zvýšené působení parasympatického nervového systému, jehož vlákna jsou součástí nervu vagu. Je výrazem převahy vlivu parasympatické větve autonomního nervového systému nad sympatikem. Projevuje se zpomalením srdeční frekvence – bradykardií, mírně prodloužen může být i převod signálu mezi srdečními síněmi a komorami. nejčastěji se vyskytuje u vytrvalostních sportovců. Klidová srdeční frekvence je u trénovaných nižší než u netrénovaných (VOKURKA, HUGO a kol., 2009).

Systolický objem srdeční neboli tepový objem srdeční (Q_s) stoupá z klidových 60-80 ml na hodnoty 120-150 ml, nejdříve rychle, později pomalu. Maxima však dosahuje při srdeční frekvenci 110-120 tepů za minutu, což je pouze 35-40 % maximální kyslíkové spotřeby. Do maximálního zatížení pak již zůstává konstantní. Hodnota systolického objemu při zátěži závisí na rozměrech srdce, kontraktilitě myokardu, plnění dutin a periferní rezistenci. Při kritické hodnotě srdeční frekvence (180 tepů/min) je možné zvyšovat zátěž jen krátkodobě. Vyšší srdeční frekvence než 190 tepů/min již nejsou ekonomické, hodnota systolického objemu se snižuje, nakonec může klesnout i minutový objem srdeční.

Minutový objem srdeční (Q) stoupá s intenzitou zatížení, citlivě reaguje na zvyšující se požadavky kyslíkové potřeby. Vztah mezi Q a VO_2 je lineární. Hodnoty minutového objemu srdečního se mohou zvýšit asi 5ti násobně.

Tepový kyslík je hodnota vypočtená z minutové spotřeby kyslíku a srdeční frekvence VO_2/SF . Určuje množství kyslíku, které se přepraví jedním tepem do periférie ke tkáním. Závisí na systolickém objemu a arteriovenózní diferenci pro kyslík. Z klidových hodnot (4-6 ml O_2) stoupne při maximálním zatížení na 15 ml O_2 (BARTŮŇKOVÁ, 2008).

2.4.1 Změny organismu na začátku práce a při maximální zátěži

Začátek práce je provázen řadou změn kvantitativních i kvalitativních, které narůstají i současně ustupují. Jejich dynamika je ovlivněna zdravotním stavem, věkem i trénovaností. Rychlost těchto změn se rovněž postupně snižuje a končí přechodem do setrvalého stavu. Při maximální zátěži se však setrvalý stav v obvyklém slova smyslu neobjevuje. Někteří autoři však i v tomto případě mluví o setrvalém stavu v posledních fázích před vyčerpáním, kdy již někteří ukazatele nestoupají. Nejde však o skutečný setrvalý stav, ale o dosažení horního limitu sledovaných ukazatelů, o tzv. leveling-off.

Hodnoty různých parametrů transportního systému od počátku zátěže stoupají prudce, na křivce jejich vzestupu u většiny parametrů nenacházíme plateau před přerušením. Hodnoty naměřené v posledních okamžicích před vyčerpáním můžeme považovat za maximální, tedy vyčerpávající veškeré rezervy sledované veličiny, např. VO_{2max} , TF_{max} .

Zátěž do 60% VO_{2max} tj. do tepové frekvence přibližně 160 TF za min lze vykonávat i po dobu několika hodin. Teoreticky v dokonalém setrvalém stavu by mohl trvat pracovní výkon téměř neomezeně, tj. do vyčerpání všech energetických zdrojů. Protože

však každý dlouhodobý výkon přináší s sebou vedle výdeje energie na práci i řadu dalších průvodních změn, je doba výkonu omezená do jisté míry především těmito dalšími faktory. U trénovaných osob lze asi 90 % maximálním výkonem pracovat 15-20 minut, nižší intenzitou 70-80 %, tj. do 170 tepů za minutu asi hodinu. Intenzitou 30-60 % maxima, tj. do 160 tepů za minutu lze pracovat i několik hodin. Při práci nižší intenzitou do 60 % VO_{2max} , trvajících více než 10 minut, se objevuje po této době pokles hladiny kyseliny mléčné (LA). Znamená to, že kyselina mléčná, která vznikla na začátku práce v prvních minutách při kyslíkovém deficitu a vyplavuje se ze svalů s vrcholem asi v 6. minutě práce, se začíná metabolizovat již v průběhu dalšího zatížení a u zátěží do 60 % maxima klesá do 20 minut k výchozím hodnotám (MÁČEK, VÁVRA, 1980).

2.4.2 Vliv chladu

Během vystavení chladu se mění také některé další fyziologické funkce. Tepová frekvence se většinou mírně zrychluje. Zvyšuje se spotřeba kyslíku, arterio-venózní difference O_2 a minutový objem srdeční. Zvýšení minutového objemu je primárně způsobeno zvýšením tepového objemu, což je reakce zcela odlišná od reakce pozorované během tělesného výkonu. Dlouhodobé vystavení nadměrnému chladu může potlačit možnosti termoregulace, teplota jádra poklesne a nastane tzv. vyčerpání chladem (MÁČEK, VÁVRA, 1980).

2.5 Únava, zotavení

Fyziologická únava je průvodním jevem jakékoli činnosti a projevuje se především postupným poklesem výkonnosti. Pokud nepřesáhne práh tolerance, jedná se o únavu nutnou či fyziologickou. Pokud ale dojde ke známkám inadekvátní stimulace, vzniká únava patologická. Únava fyziologická nastává jak po jednorázové, tak po opakované zátěži. Jistým předpokladem toho, aby fyziologická únava nepřešla v patologickou únavu, je provádění zátěže v rozsahu pracovní kapacity, což není vždy až tak jednoduché k rozpoznání, preventivně i v průběhu zátěže. Projevem takto vzniklé únavy může být například vznik disharmonie mezi zatíženým a nezatíženým svalem, což se zevně projeví jako nekoordinovaný nebo nepřiměřený pohyb či celkové selhání pohybového stereotypu. Nástup fyziologické únavy dle KUČERY (1997) závisí

- na charakteru prováděného zatížení,
- na stavu organismu,

- na zevním prostředí,
- na trénovanosti, tj. na stupni adaptace,
- na biorytmech (denních, týdenních, ročních).

Stupně fyziologické únavy podle KUČERY (1997) jsou:

- hyperémie pokožky s objevením se bledých okrsků
- profuzní pocení
- tachykardie na úrovni 200 % klidových hodnot
- tachypnoe s prohloubením dýchání a s občasným stridorem⁴
- první drobné známky poruchy neuromuskulární koordinace mimického svalstva a drobných svalů ruky (třes)
- zpomalené vnímání pojmů
- zpomalení reakcí na jemné podněty
- poruchy prostorového vnímání
- svalové bolesti a pocit napětí ve svalech
- pocit tlaku v epigastriu
- bolesti a tlak v hlavě
- specifický pocit únavy

Při anaerobním způsobu práce je obrázek příčin rychle vznikající únavy pestřejší. Nadprodukce LA (laktátu) způsobuje pokles pH – acidózu. To vede k inhibici klíčového glykolitického enzymu PFK (fosfofruktokinázy). Následný pokles glykolýzy je příčinou snížené resyntézy ATP a CP (kreatinfosfát). Kromě těchto metabolických změn způsobuje acidóza změny elektrochemické. Nadbytek iontů H⁺ iontů vyvolává hyperpolarizaci svalové membrány (sarkolémy) a tím nastávají zhoršené podmínky pro vznik akčních potenciálů svalových. Dále vyvolává změny kontraktálního svalového aparátu tím, že H⁺ vytěsňují Ca⁺⁺ z vazby na myozin, což je příčinou snížení počtu příčných aktomyozinových můstků. Z uvedeného je patrné, jak charakter metabolismu přímo ovlivňuje práci kontraktálního aparátu. **Při přerušovaném zatížení**, kdy kyselé metabolity jsou průběžně krví odplavovány z pracujících svalů, nedochází k útlumu glykolýzy a limitujícím faktorem únavy je kritický pokles glykogenových zásob. Hrozící zátěžovou hypoglykémii lze neutralizovat štěpením jaterního glykogenu. V případě výrazného úbytku i zde, nelze již glykémii udržet nad kritickou hodnotou a

⁴ Stridor – šelest při dýchání způsobený zúžením dýchacích cest.

hypoglykémie způsobí narušení buněčného metabolismu v CNS. Vzniká centrální útlum způsobující pokles až nemožnost pokračovat ve výkonu. Rozvíjí se únava centrální, celková, patologická. Existuje však ještě celková únava jako opak bdělosti, jenž vzniká pouze převahou vzruchové aktivity inhibiční sestupné části retikulární formace mozkového kmene nad excitační částí. Je označována jako únava centrální, celková, fyziologická

Zotavení (regenerace) je biologický proces obnovy přechodného poklesu funkčních schopností organismu. Často se termínu regenerace užívá ve smyslu urychlení zotavných procesů. Zotavení z anaerobního typu pomalu vznikající únavy trvá déle než z aerobní únavy a měl by v něm převládat pasivní odpočinek. Resyntéza svalového glykogenu může trvat až dva dny, jaterního až tři dny. V této době je žádoucí zvýšená dodávka cukrů (vysoce glycidová dieta). Glykogenová superkompenzace trvá déle a její nástup je pomalejší než u anaerobní únavy. Fosfogenová superkompenzace je naopak kratší (BARTŮŇKOVÁ, 2008).

2.6 Funkční vyšetření sportovce

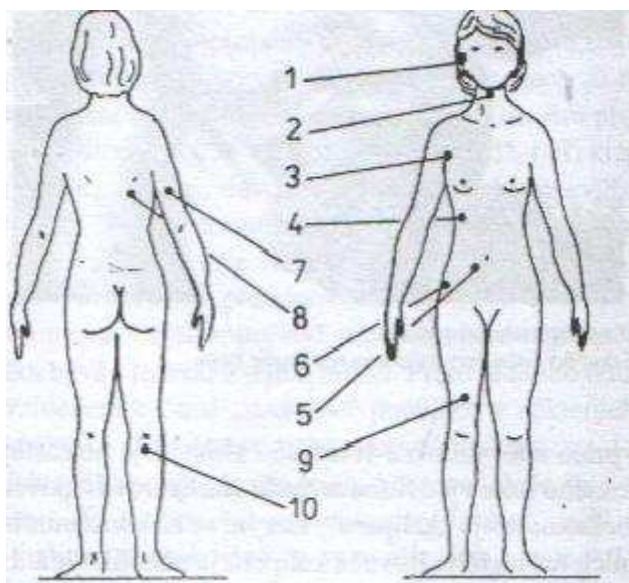
Zjištění zdravotního stavu sportovce se provádí preventivní prohlídkou. Před významnými vytrvaleckými závody je předepsána orientační prohlídka. Speciální prohlídky slouží k podrobnému určení schopnosti k tělesné výchově a sportu. Na základě vyšetření lékař doporučuje sportovci nebo jeho trenérovi (cvičiteli) způsob přípravy i v souladu s výsledky dalších funkčních a motorických testů. Také se tím zjišťuje účinnost tréninku.

Rozdělení zdravotních skupin (BRANDEJSKÝ, 2004):

- **I. Nadprůměrní**, tělesně dobře vyvinutí, úplně zdraví a dobře trénovaní jedinci, snesou velkou tělesnou námahu.
- **II. Základní skupina**, jedinci zdraví nebo s nepodstatnými odchylkami zdravotního stavu či tělesného rozvoje od normálu, průměrně trénovaní.
- **III. Oslabení**, jedinci se značnými odchylkami tělesného vývoje stavby a složení těla a zdravotního stavu (chronická onemocnění, dlouhodobá rekonvalescence), s trvalým nebo dočasným charakterem, které nejsou překážkou pro školní výuku nebo práci, ale představují kontraindikaci zvýšené tělesné námahy.
- **IV. Nemocní a zranění jedinci**, zákaz normální i zdravotní TV.

2.6.1 Tělesný tuk⁵

V běžné praxi tělovýchovně-lékařské je nejčastěji ke zjištění množství tělesného tuku využívána metoda **kaliperová** odvozená od speciálního měřicího nástroje kaliperu, kterým se za konstantního tlaku měří tloušťka řas na těle. Nejčastěji užívanou metodou je měření kožních řas na deseti místech na těle (obr. 1).



Obrázek 1: Body pro měření kožních řas kaliperem (NOVOTNÝ, 2004)

1. na hlavě – na tváři pod spánkem ve výši tragu
2. na krku – pod bradou nad jazylkou
3. na hrudníku I – v místě přední axilární řasy
4. na hrudníku II – ve střední axilární čáře ve výši 10. žebra
5. na břicho – v $\frac{1}{4}$ spojnice omphalion-iliospinale
6. na boku – nad crista iliaca
7. na zádech – pod angulus scapulae caudalis
8. na paži – nad m. triceps brachii, uprostřed vzdálenosti akromion-alecranon
9. na stehně – nad patellou
10. na lýtku – pod fossa poplita

Součet naměřených hodnot tloušťky kožních řas dosazujeme do regresních rovnic odvozených z senzimetrie (podle Pařízkové 1966). Poté se posuzuje dle tabulky 1.

$$\text{Dospělí muži:} \quad y = 22,3 \log_x - 29,2$$

$$\text{Dospělé ženy:} \quad y = 39,527 \log_x - 61,25$$

⁵ Vypracováno podle NOVOTNÉHO (2004)

x = součet údajů o tloušťce deseti kožních řas

y = výsledný údaj o množství tělesného tuku v % tělesné hmotnosti

Tabulka 2: Kritéria pro posouzení množství tělesného tuku (%) (NOVOTNÝ, 2004)

	Muži	Ženy
Velmi nízké	pod 9,9	pod 12,9
Nízké	10,0-11,9	13,00-15,9
Snížené	12,0-13,9	16,00-18,9
Normální	14,0-15,9	19,00-21,9
Zvýšené	16,0-17,9	22,00-24,9
Vysoké	18,0-21,9	25,0-30,9
Velmi vysoké	nad 22,0	nad 31,0

Zcela zvláštní hodnocení množství tělesného tuku vyžadují vrcholoví sportovci, u nichž je množství tělesného tuku zpravidla sníženo. I zde zůstává sice každý sportovec individualitou odchylovající se od specifických hodnot pro určité sportovní odvětví, odchylky však bývají jen malé. U běžců na lyžích bývají hodnoty tělesného tuku kolem 5–10 % (rozdíly jsou i mezi sprintery a vytrvalci).

2.6.2 Spiroergometrie

Je to metoda stanovení aerobní kardiopulmonální zdatnosti analýzou vydechovaného vzduchu při maximálním fyzickém zatížení organismu. Je prováděna zpravidla v laboratoři (z hlediska stálých podmínek), nejčastěji na bicyklovém ergometru, méně často na běhacím koberci. Ze všech zátěžových testů je spiroergometrie nejkompaktnější a nejlépe vypracovanou formou vyšetření transportního systému pro kyslík.

Při tomto vyšetření se zjišťují tyto parametry: VO_{2max} , VO_2 , TF_{max} , ANP, LA, aerobní zóna.

Základní indikací spiroergometrie u zdravých sportovců je zjišťování vlivu tréninku na fyzickou zdatnost. Pakliže pozorujeme u sportovce nějaké větší vychýlení od normálu jako je např. náhlá změna jeho výkonnosti, změna ve stravě aj., je vhodné toto vyšetření provést. Každého zkušeného trenéra by mělo zajímat, jak se v průběhu RTC (roční tréninkový cyklus) mění kardiopulmonální zdatnost (VILIKUS, 2004).

Velice vhodné je také spiroergometrii provést u začínajících sportovců, kteří nejsou ještě plně rozhodnuti, jakou sportovní činnost by v budoucnu chtěli trénovat, ale také se

tím dá zjistit, jestli je zvolená disciplína pro ně nejvhodnější. Pokud naměříme mladému sportovci maximální aerobní kapacitu (VO_{2max}) nízkou kolem 40 ml/min/kg, je jasné, že z něho nikdy vytrvalec nebude. Dispozice pro aerobní fyzickou zdatnost se do značné míry dědí. Geneticky vrozená složka činí asi 30 %, získaná složka aerobní zdatnosti (tréninkem ovlivnitelná) asi 70 %.

Podle výsledků spiroergometrie může tělovýchovný lékař nejpřesněji proskribovat pohybovou aktivitu. Preskripcí pohybové aktivity rozumíme stanovení optimální týdenní frekvence tréninku, doby trvání jedné tréninkové jednotky a zejména pak optimální intenzity tréninkové zátěže, která bude pro daného sportovce dostatečně efektivní, aby vedla k výraznému zvýšení fyzické zdatnosti a nedocházelo tak k přetrénování.

Bicyklový ergometr je v našich podmínkách využíván nejčastěji. Jeho velkou výhodou je, že i při velmi intenzivní zátěži zůstává horní polovina těla relativně v klidu, a tak je poměrně málo rušen současně snímaný EKG záznam, je možné měřit krevní tlak, odebírat vzorky krve během zátěže apod.

Běhátko je využíváno nejčastěji v USA. Výhodou je, že při běhu jsou dynamicky zatěžovány svaly dolních končetin, trupu i horních končetin, takže nedochází k systémové chybě měření. Kardiorespirační systém se podaří vytížit snáze až do maxima (VILIKUS, 2004).

Úplné vytížení testované osoby je velmi důležitou podmínkou kvalitně provedené spiroergometrie. K posouzení, na kolik je sportovec vytížen, používáme několik kritérií, která se liší přesností a spolehlivostí.

Za nejméně spolehlivá považujeme **kritéria subjektivní**. Vyšetřovaná osoba ukončí zátěž, když se cítí *vyčerpána*. To je však velmi nespolehlivý ukazatel související s motivací k zátěžovému testu. U malé motivace se cítí vyšetřovaný *vyčerpán*, ačkoli podle objektivních ukazatelů zdaleka nedosáhl plného vytížení. Naopak někteří velmi motivovaní sportovci odmítají ukončit test, i když jeví počínající známky přetížení. Borg proto vytvořil ke zpřesnění hodnocení *stupnici subjektivního vnímání únavy* (tabulka 2). Za úplné vytížení považujeme dosažení nejméně 16. stupně (*těžká zátěž až velmi těžká*).

**Tabulka 3: Stupnice subjektivního vnímání zátěže
(RPE, Rating of Perceived Exertion) BORG, 1982**

stupeň	verbální interpretace	TF tepů/min
6		60
7	Velmi, velmi lehká	70
8		80
9	Velmi lehká	90
10		100
11	Lehká	110
12		120
13	Trochu těžká	130
14		140
15	Těžká	150
16		160
17	Velmi těžká	170
18		180
19	Velmi, velmi těžká	190
20	Maximální	200

2.6.3 Anaerobní práh (ANP, laktátový práh)

Definice: Anaerobní práh je určitý krátký časový úsek v průběhu stupňovaného zatížení, kdy se vytvoří rovnováha mezi tvorbou a odbouráváním především laktátu. Při dalším zvýšení intenzity zátěže již nedochází k nekompensovanému vzestupu koncentrace laktátu v krvi. Jde o předěl mezi převážně aerobním a aerobně-anaerobním krytím energetických nároků organismu.

Anaerobní práh je nejvyšší intenzita dynamické zátěže (viz tabulka 3), při které se v periferním oběhu nekumuluje kyselina mléčná a kterou je organismus schopen zvládat (odbourávat) dlouhodobě. Intenzita zátěže na úrovni anaerobního prahu se pohybuje v rozmezí 60-90 % maxima v závislosti na míře adaptace na vytrvalostní zátěž (VILIKUS, 2004).

Z fyziologického tréninkového hlediska má aerobně-anaerobní přechod zvláštní význam. Tento přechod začíná s prvním vzestupem laktátu, též označovaným jako laktátový, nebo aerobní práh a končí anaerobním, resp. individuálním anaerobním prahem, který reprezentuje maximální laktátový *steady-state* (setrvalý stav). Anaerobní práh leží v průměru na 4 mmol/l laktátu, při vytrvalostním tréninku většinou ale níže (KINDERMANN, Saarlandská univerzita).

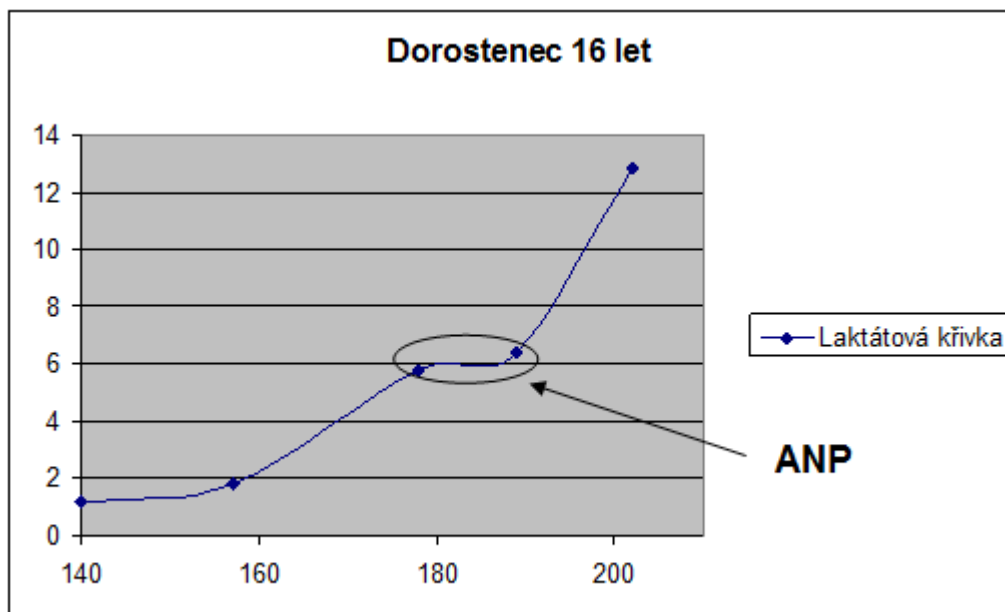
Metody zjištění ANP jsou různé. Poměrně přesná metoda je měření laktátu po stupňovaných úsecích. Výsledky pak zaneseme do grafu závislosti TF na množství laktátu v krvi. Tam kde křivka mění svou konkávnost na konvexnost je ANP. Dle tohoto grafu, lze pak doporučit vhodný trénink.

Průběh: Sportovec podstupuje celkem 5 úseků po cca 1,5 km. První úsek běží volně, po doběhnutí mu změříme množství laktátu v krvi pomocí speciálního přístroje. Druhý úsek běží rychleji, po doběhnutí změříme laktát. Třetí úsek běží na hranici ANP (submaximální intenzita), změříme laktát, čtvrtý úsek nad ANP, laktát a pátý úsek maximálně, laktát. Pokud by se evidentně sportovec již po třetím úseku zpomaloval, tak jeho test přeručíme. Vznikne nám graf, viz. graf 1. Z něhož pak odečteme podle zakřivení laktátové křivky oblast tepové frekvence, kde má sportovec ANP.

Další spolehlivou metodou je **Conconiho test**.

Průběh: 400 m ovál, měřič tepové frekvence. Provedeme rozcvičení a zapracování organismu. Test je založen na plynulém zvyšování rychlosti běhu. Po 800 m plynulého běhu v nízké intenzitě následuje zvyšování rychlosti běhu na každých 200 m o 2-3 s. až do úplného vyčerpání. Po každých 200 m je potřeba zmáčknout sporttester.

Pro kvalitního vytrvalce platí že se v zóně intenzivní vytrvalosti pohybuje okolo 3-5 mmol/ laktátu. Pokud tedy máme doporučit dorostenci, jehož graf 1 vypovídá, že hranice jeho ANP je na 6 mmol/l, aby trénoval v nižších tepových frekvencích, tedy zhruba na 170 tepech.



Graf 1: Laktátová křivka dorostence (PAVLATA, 2010)

Tabulka 4: Přehled fyziologických pásem intenzity zátěže podle laktacidémie podle FOŘTA, 1983

Hladina LA	% VO₂max	Pásmo	Metabolizmus
9-27 mmol/l	100%	kyslíkový dluh	nekompenzovaná laktátová acidóza
4-9 mmol/l	100%	anaerobní pásmo	částečně kompenzovaná LA acidóza
4 mmol/l	60-90 %	anaerobní práh	LA produkce = LA spotřeba
2-4 mmol/l	60-90 %*	přechodné pásmo	částečně anaerobní
2 mmol/l	50-70 %*	aerobní práh	čistě aerobní produkce energie

* hodnoty v pásmech se částečně překrývají, protože % VO₂max závisí na stupni trénovanosti a je u různých osob různé; intraindividuálně se hodnoty nepřekrývají

3 Cíle a úkoly práce, hypotéza

3.1 Cíle práce

Cílem této práce bylo zjistit změny v intenzitě zatížení srdečního oběhu, vyjádřené tepovou frekvencí, v průběhu krátkodobého odpočinku u lyžaře běžce a biatlonisty.

3.2 Úkoly práce

Stanovili jsme si tyto úkoly práce:

- provést tzv. modelové měření v Divoké Šárce v Praze se studenty FTVS a stanovit přesný plán postupu při ostrém měření
- každého reprezentanta při ostrém měření z obou sportovních disciplín nechat jet simulovaný biatlonový závod (tj. beze střelby, ale s odpočinkem mezi úseky jako biatlonisté) 5 x 2,5 km se sporttesterem, přičemž při každém příjezdu/výjezdu na/ze stanoviště odpočinku reprezentant zmáčkne sporttester
- získaná data analyzovat pomocí programu Polar, zjistit křivky TF, stanovit vzorec na přepočítání klesání TF za čas a zjistit tím index rychlosti klesání TF během odpočinku
- data porovnat u obou odvětví a výsledek vypracovat v bakalářské práci

3.3 Hypotéza

Na základě dlouhodobého tréninku, kdy sportovci z obou sportovních odvětví již dlouhodobě trénují a specializují na svůj druh sportu předpokládáme, že biatlonisté by měli mít rychlejší index klesání TF během odpočinku, nebo-li by jim měla TF klesat rychleji než u běžců na lyžích. Mělo by to plynout z odlišnosti struktury tréninku obou odvětví.

4 Metodika práce

Výzkum jsme prováděli pomocí komparativní případové studie. Komparativní případová studie zkoumá dva nebo několik případů a provádí jejich porovnání (BLAFKOVÁ, 2008). U každé ze dvou skupin jsme sledovali jeden případ a sice tepovou frekvenci.

Na základě teoretického východiska, kdy adaptace na jednotlivá sportovní odvětví přichází až po dlouhodobějším tréninku tohoto odvětví (specializaci na odvětví), jsme si vybrali 3 juniorské reprezentanty v biatlonu a 3 v běhu na lyžích. Od sportovců obou disciplín lze očekávat, že pro to, aby dosáhli na nominaci do reprezentačních družstev museli ve své disciplíně cíleně trénovat, což jsou východiska pro výzkum ty nejvhodnější.

Družstvo biatlonistů pod vedením pana Richarda Bořuty se skládalo z těchto sportovců: Lukáš Kristejn (L.K.), Michal Krčmář (M.K.) a Vlastimil Vávra (V.V.). Všichni sportovci se pravidelně umísťují do 30. místa na evropských pohárech juniorů v biatlonu a jsou také několikanásobní mistři české republiky.

Družstvo běžců na lyžích vede pan Marek Kovačič a skládá se z těchto sportovců: David Němec (D.N.), Jiří Ročárek (J.R.) a Vojtěch Jurovatý (V.J.).

4.1 Charakteristika sportovců

4.1.1 Běh na lyžích

David Němec (D.N.), viz přílohy graf TF 1

Věk: 19 let

Výška: 178 cm

Váha: 70 kg

Klidová TF: 49 tepů

Maximální TF: 192 tepů

ANP: 175 tepů

VO_{2max}: 63 ml/kg/min

Běhu na lyžích se věnuje 8 let.

V sezóně 2009/10 se pohyboval okolo 14. místa ve výkonnostním žebříčku v ČR.

Vojtěch Jurovatý (V.J.), viz přílohy graf TF 3

Věk: 19 let

Výška: 180 cm

Váha: 72 kg

Klidová TF: 49 tepů

Maximální TF: 198 tepů

ANP: 178 tepů

VO_{2max}: 71 ml/kg/min

Běhu na lyžích se věnuje 10 let.

V sezóně 2009/10 se pohyboval okolo 16. místa ve výkonnostním žebříčku v ČR.

Jiří Ročárek (J.R.), viz přílohy graf TF 2

Věk: 26 let

Výška: 183 cm

Váha: 73 kg

Klidová TF: 48 tepů

Maximální TF: 190 tepů

ANP: 172 tepů

VO_{2max}: 87,5 ml/kg/min

Běhu na lyžích se věnuje 20 let.

Letos má od pana Kovačiče v plánu 6500 – 7500 Ckm (cyklických kilometrů).

V loňském roce měl v plánu 7000 Ckm a splnil 6300 Ckm.

Člen Fischer Subaru racing teamu, medailista z MČR, účastník MSJ a MS U23, reprezentant juniorské i U23 reprezentace.

4.1.2 Biatlon

Lukáš Kristejn (L.K.) , viz přílohy graf TF 6

Věk: 20 let

Výška: 174 cm

Váha: 65 kg

Klidová TF: 55 tepů

Maximální TF: 196 tepů

ANP: 175 tepů

VO_{2max}: 74,2 ml/kg/min

Běhu na lyžích se věnuje 8 let.

Nejlepší výsledky:

- 1., 3. MS v LB 2009, Oberhof, GER
- 5. ME v LB 2009, Nové Město n.M.
- 17. MSJ 2009, Cancore, CAN

Michal Krčmář (M.K.), viz přílohy graf TF 4

Věk: 19 let

Výška: 176 cm

Váha: 54 kg

Klidová TF: 48 tepů

Maximální TF: 203 tepů

ANP: 184 tepů

VO_{2max}: 77,63 ml/kg/min

Běhu na lyžích se věnuje 6 let vrcholově.

V letošní sezóně má od trenéra v plánu 3800 Ckm.

V loňské sezóně měl v plánu 3500 Ckm a splnil 3800 Ckm.

Nejlepší výsledky:

- 13. MSD 2009, Cancore, CAN

Vlastimil Vávra (V.V.), viz přílohy graf TF 5

Věk: 18 let

Výška: 183 cm

Váha: 66 kg

Klidová TF: 55 tepů

Maximální TF: 194 tepů

ANP: 182 tepů

VO_{2max}: 80 ml/kg/min

Běhu na lyžích se věnuje 12 let.

V letošní sezóně má od trenéra v plánu 4200 Ckm.

V loňské sezóně měl v plánu 3600 Ckm a splnil 3600 Ckm.

Nejlepší výsledky:

- 8., 9. MSD 2009, Cancore, CAN

Metodika měření: budeme zkoumat tepovou frekvenci na začátku, v průběhu a na konci odpočinku, dále pak v cíli a 1 min a 30 s po doběhu do cíle; závodníci pojedou intervalový trénink 5 x 2,5 km se sporttesterem; obdržená data budeme dál analyzovat, a sice posuzovat rychlost klesání TF, mění se hodnoty TF během odpočinků; výsledky u obou disciplín porovnáme; vytvoříme grafy.

Nejprve jsme si připravili tabulku, do které v průběhu měření budu zaznamenávat časy příjezdů k položce na odpočinek, časy výjezdů do dalšího úseku (tedy časy začátku a konce odpočinku). Zajistili jsme si jednoho pomocníka, který nám hlásil číslo závodníka (číslo jsem jim rozdál před samotným měřením) příjíždějícího na daný odpočinek, abych zapsal jeho časy. Všichni závodníci, kteří se zúčastnili mého měření mi odevzdali vyplněný dotazník (viz obrázek 2).

DOTAZNÍK
vyplňují závodníci

- 1) *Jméno a příjmení:* _____
 - 2) *+A) BIATLON*
B) BĚH NA LYŽÍCH
 - 3) *Chci vysvětlit v Bc resp. Mgr práci*
+a) pod skutečným jménem
b) pod iniciály
 - 4) *Věk:* _____
 - 5) *Výška:* _____
 - 6) *Váha:* _____
 - 7) *Klidová TF (ráno):* _____
 - 8) *Maximální TF (z funkčního vyšetření):* _____
 - 9) *Hranice AN prahu /TF/:* _____
 - 10) *VO_{2max} /ml.kg⁻¹.min⁻¹:* _____
 - 11) *Jak dlouho se věnujete biatlonu/běhu na lyžích?* _____
 - 12) *Kolik cyklických kilometrů máte letos v plánu od trenéra:* _____
 - 13) *Kolik jste měl naplánováno/splnil cyklických km v loňském roce?*
_____/_____
- Datum:* _____

Obrázek 2: Dotazník, jež vyplňovali všichni zúčastnění závodníci

Měření se konalo dne 20.01.2010 v běžeckém a biatlonovém areálu v Novém Městě na Moravě. Předpokládaný start prvního závodníka byl v 10 hodin. Start každého závodníka byl s intervalem 1 minuty po předchozím. Každý závodník měl na hrudi připevněn vysílač TF, na ruce pak měl pásek s přijímačem. Používali jsme snímač tepové frekvence typu POLAR RS400. Každý závodník absolvoval celkem 5 úseků po 2,5 km tedy 12,5 km celkem. S tím, že po každém úseku následoval odpočinek (viz tabulka 5). Závodník si po startu, po každém příjezdu/odjezdu ze stanoviště odpočinku a v cíli zmáčkl sporttester, tím byly zaznamenány důležité údaje. Závodníci startovali v pořadí: nejprve běžci na lyžích poté biatlonisté. Celé měření všichni závodníci

absolvovali **beze zbraně!** Jen tak mohla být zaručena nejvyšší možná blízkost sportovní činnosti biatlonistů a běžců na lyžích.

Tabulka 5: Způsob a charakter odpočinku na jednotlivých položkách po jednotlivých úsecích

Okruh	Způsob odpočinku	Délka odpoč.	Charakter odpoč.
1.	VLEŽE	45s	Leh na břiše na podložce
2.	VSTOJE	30s	Stoj na podložce (ne v předklonu!)
3.	VLEŽE	45s	Leh na břiše na podložce
4.	VSTOJE	30s	Stoj na podložce (ne v předklonu!)
5.	CÍL (zotavení)	90s	Stoj v prostoru cíle (i v předklonu)

Po získání takto naměřených dat, jsme s pomocí programu POLAR vyhodnotili tepové křivky. Dle vyplněných dotazníků, kteří nám závodníci odevzdali, jsme do programu zanesli hodnoty jednotlivých zátěžových zón (viz tabulka 6).

Tabulka 6: Jednotlivé zátěžové zóny použité ve výzkumu u křivek TF částečně podle CHOUTKY a DOVALILA (1987)

Vysoká až maximální intenzita	$\alpha - \text{ANP}$	Anaerobně-aerobní pásmo
Střední až vysoká intenzita	$\text{ANP} - 80\%\alpha$	Aerobně-anaerobní pásmo
Nízká až střední intenzita	$80\%\alpha - 70\%\alpha$	Přechodné pásmo
Nízká intenzita	$70\%\alpha - 60\%\alpha$	Aerobní pásmo

Legenda: $\alpha - \text{TF}_{\max}$

Zjistili jsme postupně všechny potřebné hodnoty TF. A sice tyto: TF na začátku odpočinku, TF na konci odpočinku, TF na začátku zotavení, TF na konci zotavení. Zotavení trvalo 1 minutu a 30 sekund, s tím, že závodník se zotavoval pasivně, ale mohl se i předklonit.

Dále jsme si stanovili **index rychlosti klesání TF (I)**. I vypočítáme podle tohoto

vzorci: $I = \frac{A \cdot 100}{B} [\text{ts}^{-1}]$, A [t] = rozdíl mezi TF na začátku a konci

odpočinku/zotavení

B [s] = čas strávený odpočinkem

Index **I** je nejdůležitější veličinou v tomto výzkumu, neboť na základě tohoto indexu se ověří zda-li se uklidňují biatlonisté rychleji než běžci na lyžích.

Postup získání indexu **I**: Změříme TF na začátku odpočinku, tj. když se závodník dotkne podložky určené k odpočinku. Změříme TF na konci odpočinku, tj. v momentě kdy závodník prvním pohybem naznačí, že bude opouštět podložku (po předchozím vyzvání, aby podložku opustil, jelikož čas strávený odpočinkem kontroluje startér). Z těchto dvou hodnot spočítáme hodnotu *A*, kterou pak dle vzorce vydělíme hodnotou *B*, která značí čas v sekundách, který byl stráven odpočinkem (buď 45 s vleže či 30 s vstoje).

Význam indexu **I**: Získáme index, který značí jak rychle za jednotku času klesá tepová frekvence, tedy čím vyšší index, tím rychleji klesá tepová frekvence, tzn. že dotyčný závodník s vyšším **I** se zotavuje daleko rychleji, než závodník s nižším **I**.

Pomocí **I** se pak porovnají jednotliví závodníci na jednotlivých úsecích. Sečtením všech indexů u všech biatlonistů a všech indexů u všech běžců na lyžích získáme celkový index rychlosti klesání TF pro jednotlivé sportovní odvětví.

5 Výsledky

5.1 Výsledky a hodnocení grafů TF

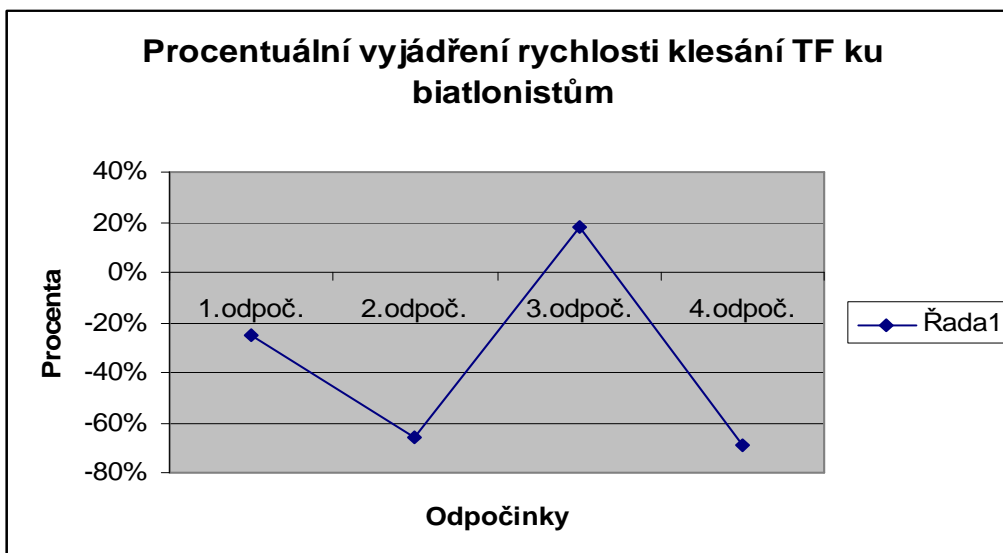
5.1.1 Srovnání běžců na lyžích s biatlonisty

Vojtěch Jurovatý



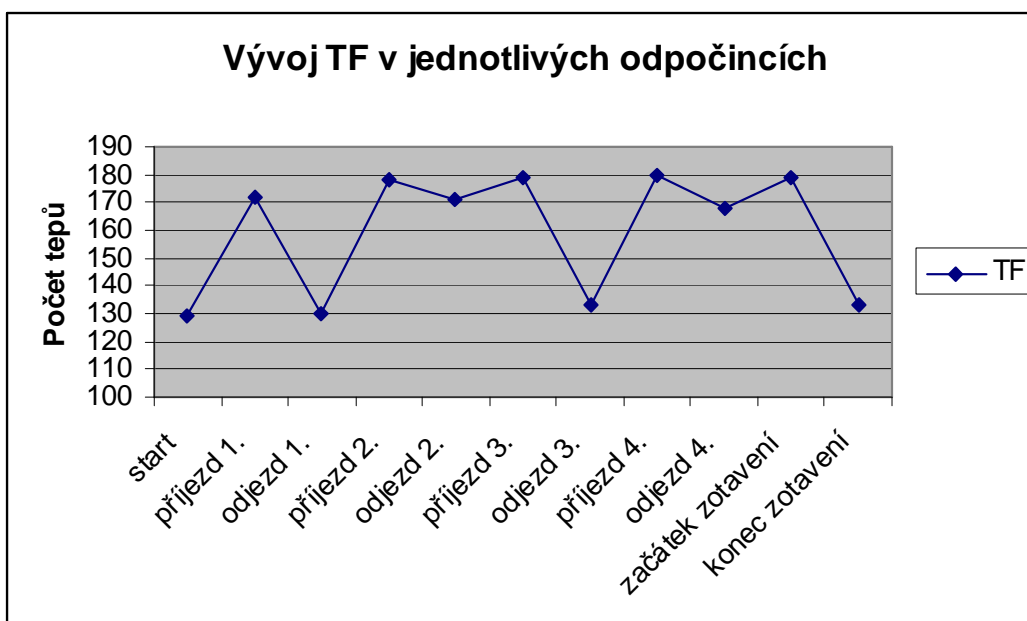
Graf 2: Vývoj tepové frekvence v jednotlivých odpočincích Vojtěcha Jurovatého

V celém měření se Vojtěch Jurovatý pohyboval nejvíce času okolo 175 TF a sice z 33,6 %, 27,9 % okolo 185 TF a 18,8 % okolo 165 TF. Co se týče indexu **I** rychlosti klesání TF, tak byl v 1., 2. a 4. odpočinku horší než všichni biatlonisté s hodnotami 100, 23 a 16. Ve 3. odpočinku byl však lepší než dva biatlonisté s hodnotou 116. Průměrně měl v 1. odpočinku **I** horší o 25%, v 2. o 66%, ve 4. o 69%, ve 3. měl **I** lepší o 18% než všichni biatlonisté (viz graf 3).



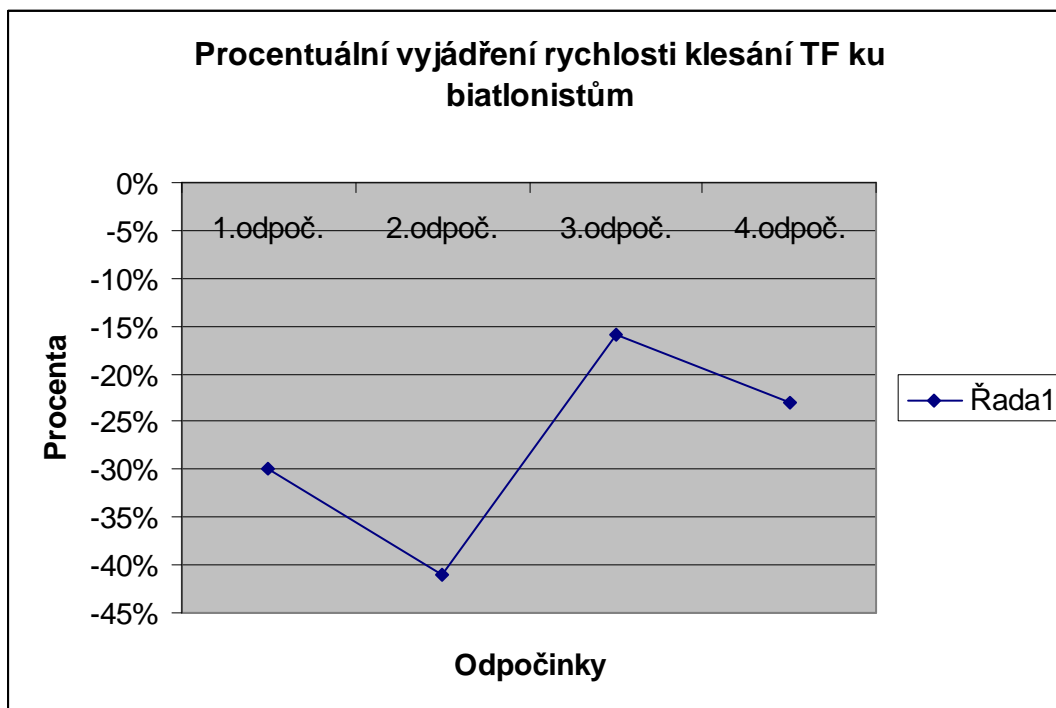
Graf 3: Procentuální vyjádření rychlosti klesání TF Vojtěcha Jurovatého ku biatlonistům. Biatlonisté v tomto grafu představují 0%. Záporná procenta značí o kolik procent má menší rychlost klesání TF.

David Němec



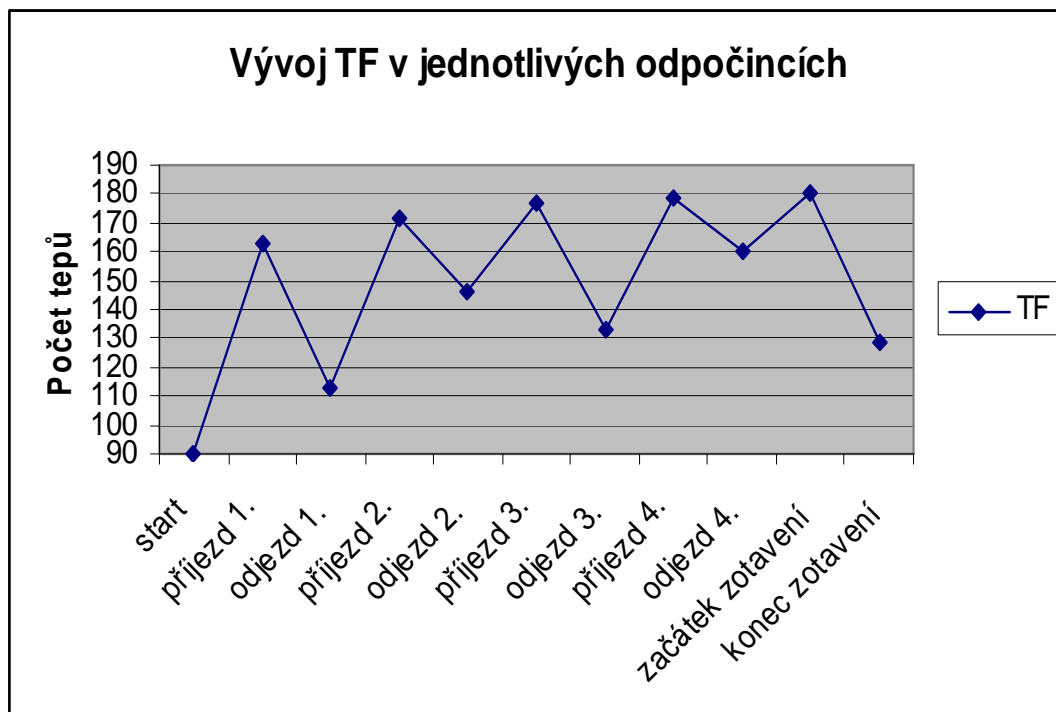
Graf 4: Vývoj TF v jednotlivých odpočincích Davida Němce

V celém měření se David Němec pohyboval nejvíce času okolo 175 TF a sice z 50,0 %, 9,7 % okolo 185 TF a 27,5 % okolo 165 TF. Co se týče indexu **I** rychlosti klesání TF, tak byl v 1., 2., 3. i 4. odpočinku horší než všichni biatlonisté s hodnotami 93, 40, 82 a 40. Průměrně měl v 1. odpočinku **I** horší o 30%, v 2. o 41%, ve 3. o 16% a ve 4. o 23% než všichni biatlonisté (viz graf 5).



Graf 5: Procentuální vyjádření rychlosti klesání TF Davida Němce ku biatlonistům. Biatlonisté v tomto grafu představují 0%. Záporná procenta značí o kolik procent má menší rychlost klesání TF.

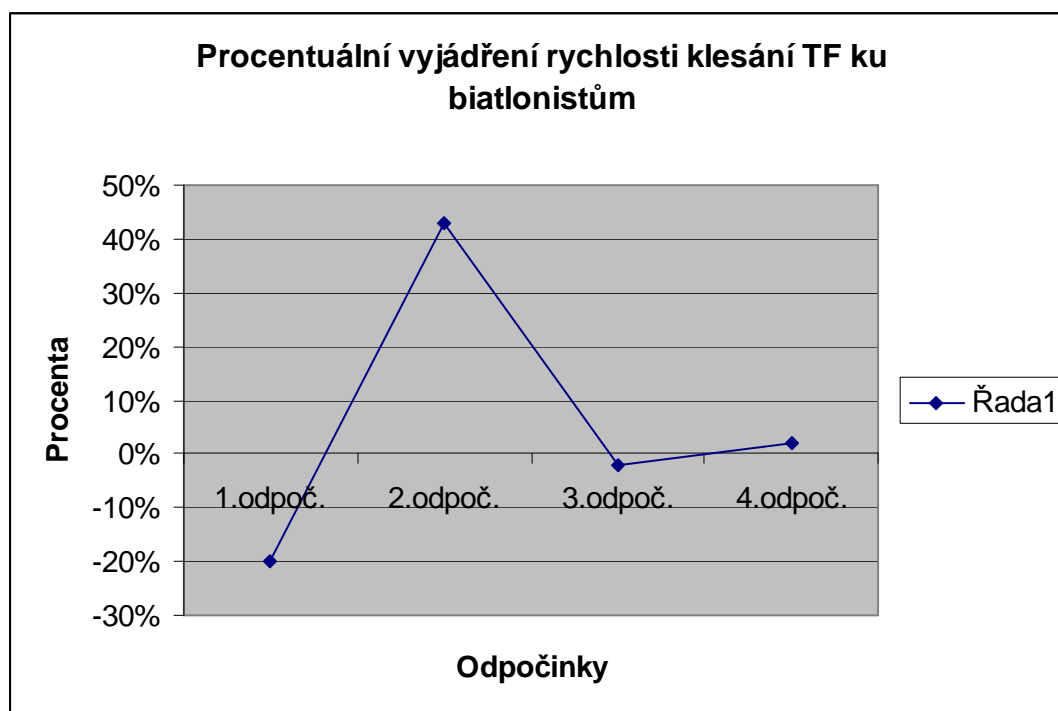
Jiří Ročárek



Graf 6: Vývoj TF v jednotlivých odpočincích Jiřího Ročárka

V celém měření se pohyboval nejvíce času okolo 175 TF a sice z 47,2 %, 1,4 % okolo 185 TF a 23,1 % okolo 165 TF. Co se týče indexu **I** rychlosti klesání TF, tak byl

v 1. a 3. odpočinku horší než biatlonisté a ve 2. a 4. odpočinku lepší než všichni biatlonisté s hodnotami 106, 97, 96 a 58. Průměrně měl v 1. odpočinku **I** horší o 20%, v 3. o 2%, ale lepší ho měl ve 2. o 43% a ve 4. o 2% než všichni biatlonisté (viz graf 7).



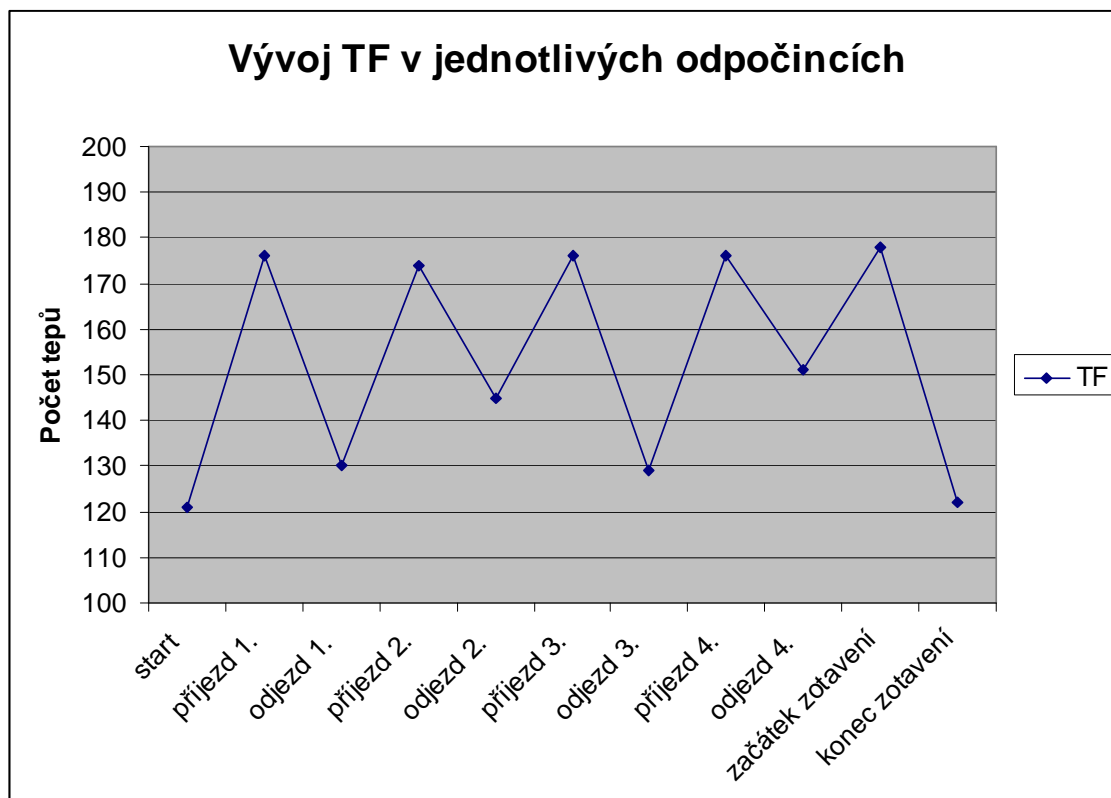
Graf 7: Procentuální vyjádření rychlosti klesání TF Jiřího Ročárka ku biatlonistům. Biatlonisté v tomto grafu představují 0%. Záporná procenta značí o kolik procent má menší rychlost klesání TF.

Souhrnný výsledek

Ve srovnání běžců na lyžích s biatlonisty bylo zjištěno, že jen jeden ze tří běžců na lyžích měl alespoň ve dvou odpočincích rychlejší klesání TF než biatlonisté. Z čehož plyne, že běžcům na lyžích klesá TF pomaleji než biatlonistům.

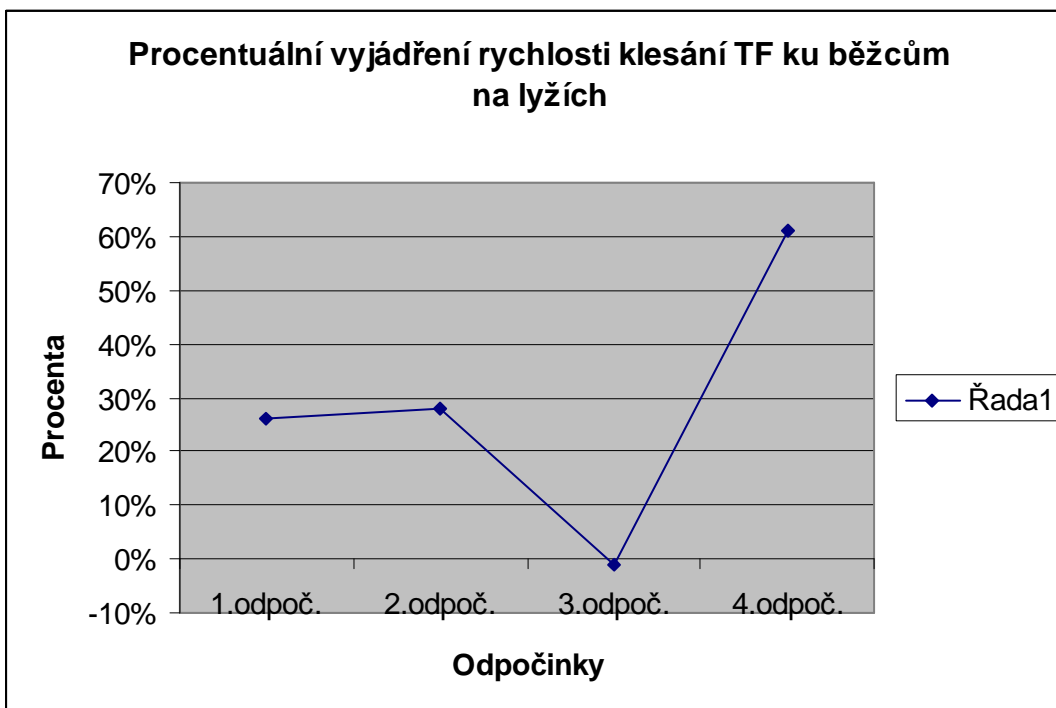
5.1.2 Srovnání biatlonistů s běžci na lyžích

Lukáš Krstejn



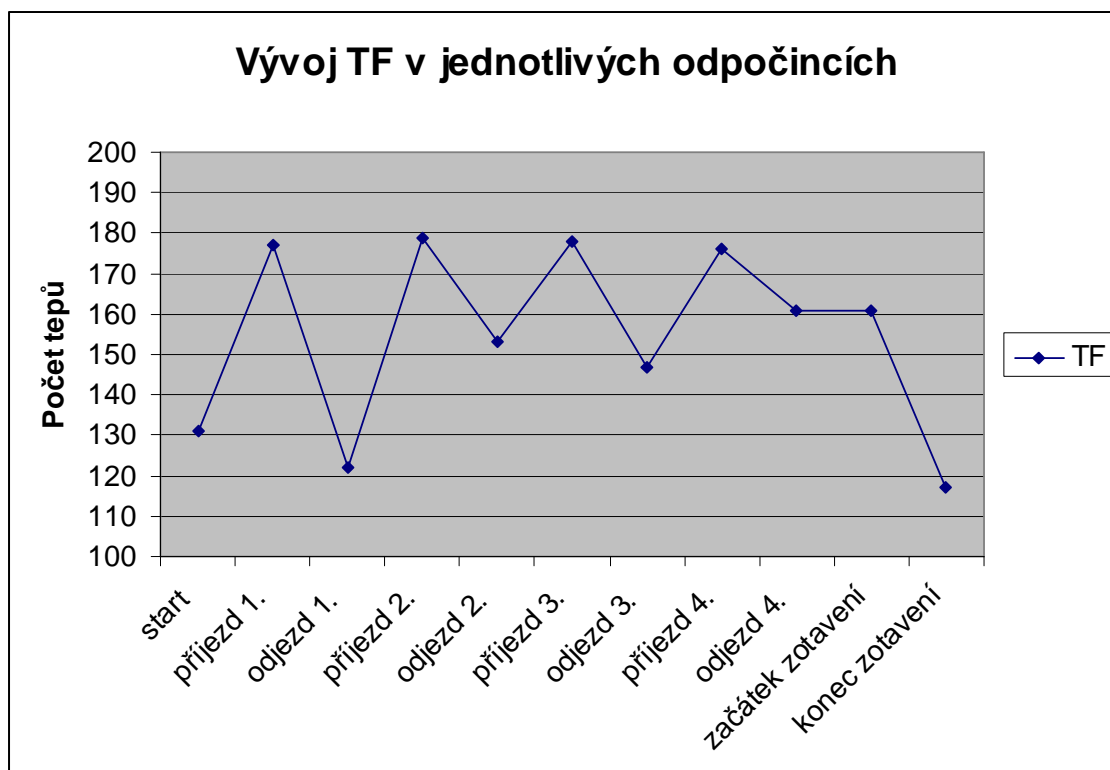
Graf 8: Vývoj TF v jednotlivých odpočincích Lukáše Krstejna

V celém měření se pohyboval nejvíce času okolo 185 TF a sice z 32,1 %, 18,9 % okolo 175 TF a 5,6 % okolo 165 TF. Co se týče indexu **I** rychlosti klesání TF, tak byl v 3. odpočinku horší než běžci na lyžích a v 1., 2. a 4. odpočinku lepší než všichni běžci na lyžích s hodnotami 126, 68, 97 a 58. Průměrně měl v 3. odpočinku **I** horší o 1%, ale lepší ho měl ve 1. o 26%, 2. o 28% a ve 4. o 61% než všichni běžci na lyžích (viz graf 7).



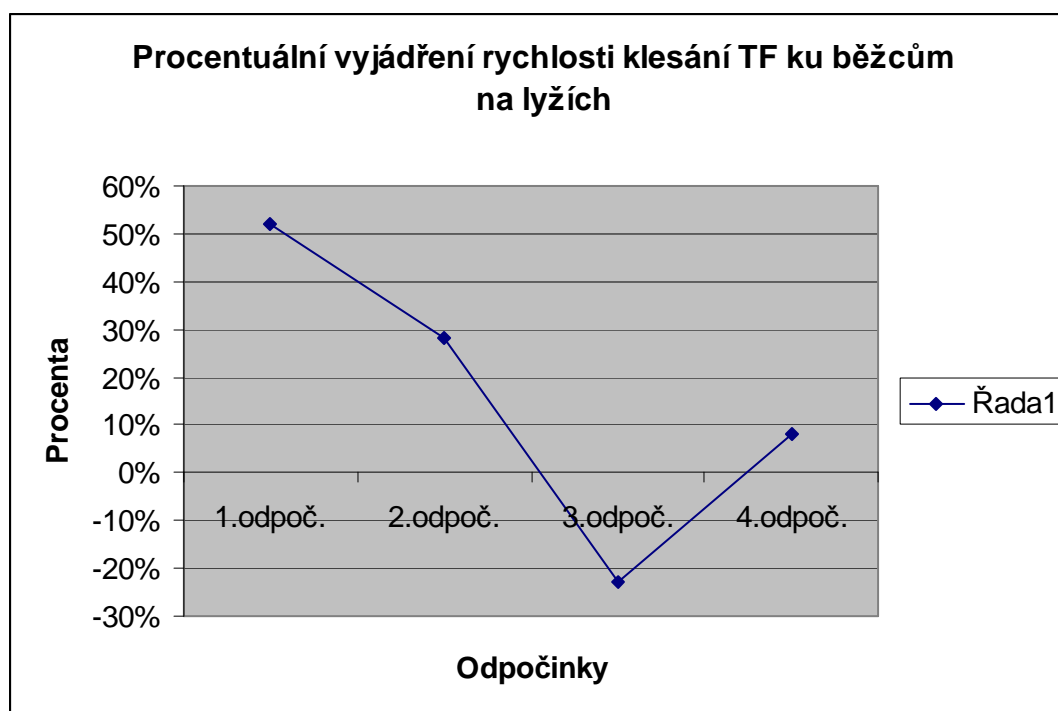
Graf 9: Procentuální vyjádření rychlosti klesání TF Lukáše Kristejna ku běžcům na lyžích. Běžci na lyžích v tomto grafu představují 0%. Záporná procenta značí o kolik procent má menší rychlost klesání TF.

Vlastimil Vávra

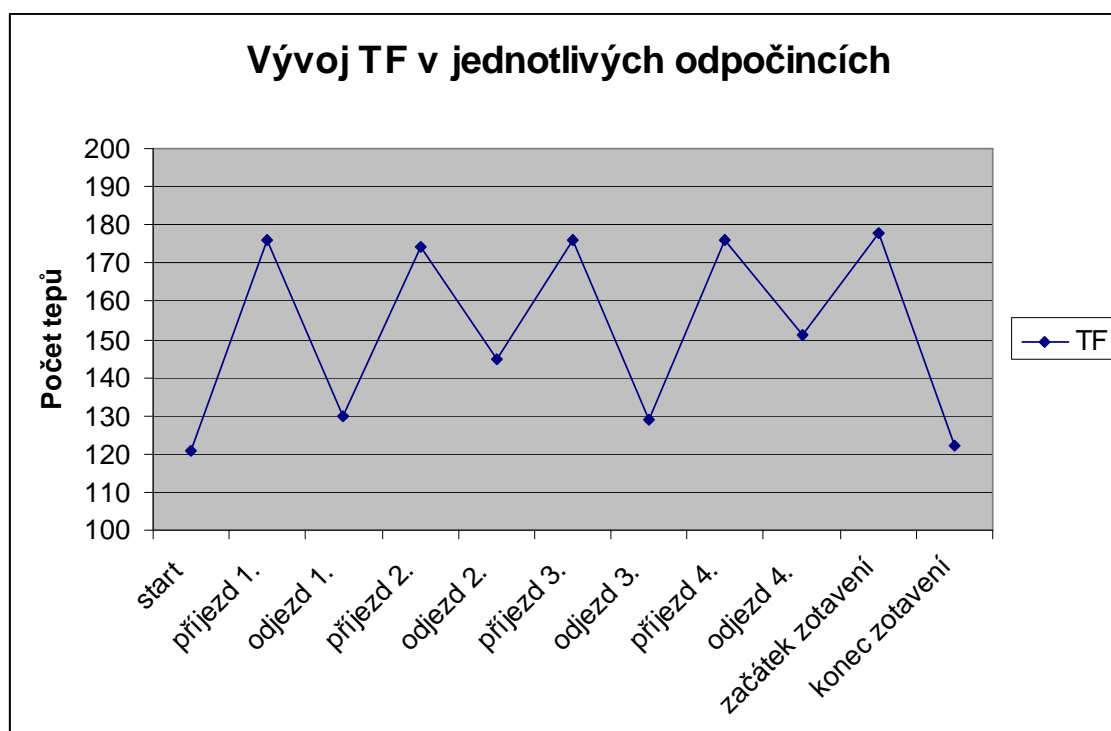


Graf 10: Vývoj TF v jednotlivých odpočincích Vlastimila Vávry

V celém měření se pohyboval nejvíce času okolo 185 TF a sice z 39,5 %, 33,0 % okolo 175 TF a 9,6 % okolo 165 TF. Co se týče indexu **I** rychlosti klesání TF, tak byl v 3. odpočinku horší než běžci na lyžích a v 1., 2. a 4. odpočinku lepší než všichni běžci na lyžích s hodnotami 152, 68, 75 a 39. Průměrně měl v 3. odpočinku **I** horší o 23%, ale lepší ho měl ve 1. o 52%, 2. o 28% a ve 4. o 8% než všichni běžci na lyžích (viz graf 11).

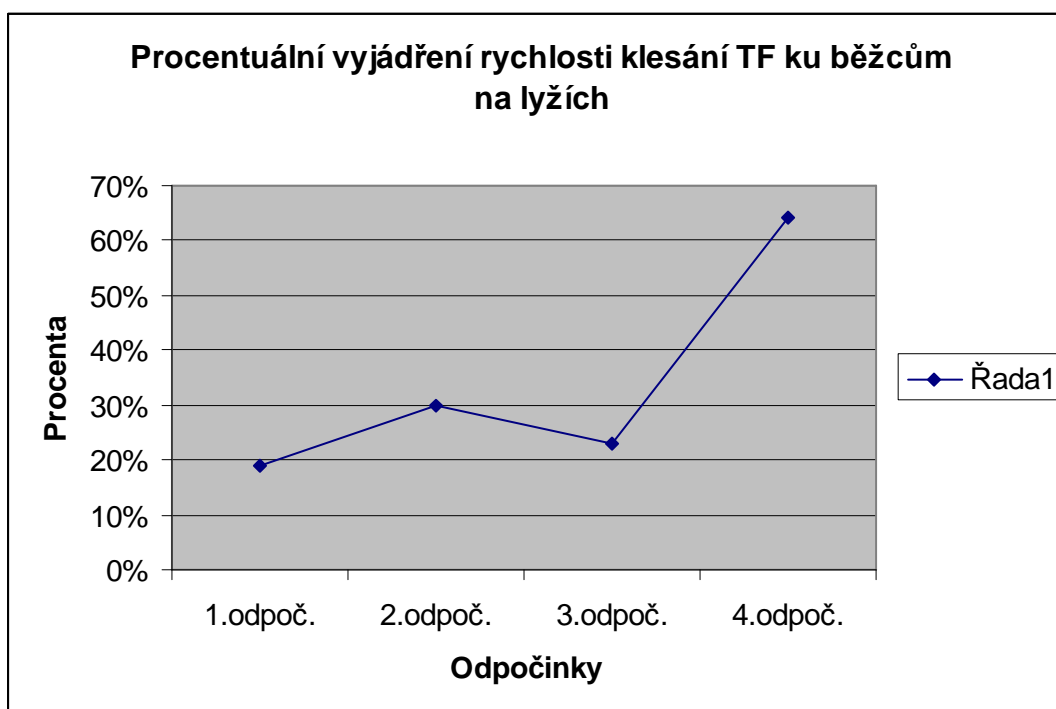


Graf 11: Procentuální vyjádření rychlosti klesání TF Vlastimila Vávry ku běžcům na lyžích. Běžci na lyžích v tomto grafu představují 0%. Záporná procenta značí o kolik procent má menší rychlost klesání TF.



Graf 12: Vývoj TF v jednotlivých odpočincích Michala Krčmáře

V celém měření se pohyboval nejvíce času okolo 175 TF a sice z 50,7 %, 26,1 % okolo 185 TF a 9,5 % okolo 165 TF. Co se týče indexu **I** rychlosti klesání TF, tak byl ve všech odpočincích lepší než běžci na lyžích s hodnotami 119, 69, 121 a 59 a předvedl tak nejvyrovnanější výkon. Průměrně měl v 1. odpočinku **I** lepší o 19%, ve 2. o 30%, 3. o 23% a ve 4. o 64% než všichni běžci na lyžích (viz graf 13).



Graf 13: Procentuální vyjádření rychlosti klesání TF Michala Krčmáře ku běžcům na lyžích. Běžci na lyžích v tomto grafu představují 0%. Záporná procenta značí o kolik procent má menší rychlost klesání TF.

Souhrnný výsledek

Dva biatlonisté ze tří měli pomalejší klesání TF než běžci na lyžích pouze v jednom odpočinku. Zato jeden biatlonista měl dokonce ve všech odpočincích rychlejší klesání TF než běžci na lyžích. Z toho plyne, že biatlonistům rychleji klesá TF než běžcům na lyžích (viz přílohy graf 14).

6 Diskuze

Touto kapitolou bychom chtěli shrnout a rozebrat jednotlivé výzkumy jež byly analyzovány. Jelikož jsme využili metodu komparativní případovou (komparativní případová studie zkoumá dva nebo několik případů a provádí jejich porovnání (BLAFKOVÁ, 2008)), budeme rozebírat konkrétní jev na obou týmech, které s námi měření podstoupily.

Podle výsledků je tedy zcela patrné, že biatlonistům opravdu rychleji klesá TF při intervalovém závodě. Nemuselo by to však platit pro vytrvalostní závod typu běh na 50 km, zde bychom se možná dočkali zcela jiných překvapivých výsledků. Zde by se však klesání TF mohlo porovnávat např. ve sjezdech, jelikož na této trati se výkon nepřerušuje.

Pokud se podíváme na čísla, která byla výzkumem analyzována, tak ty hovoří zcela jasně pro biatlonisty.

Srovnání běžců na lyžích s biatlonisty

V tomto oddíle jsme zkoumali přímý vztah klesání TF běžců na lyžích s biatlonisty. Zde se mi dostalo velmi kladných výsledků z hlediska ke stanovené hypotéze. V tomto srovnání dopad *nejhůře* David Němec, kdy měl pokaždé pomalejší klesání TF než průměrná rychlost klesání TF u 3 biatlonistů. Průměrně se pohyboval na -28%. což znamená téměř o třetinu pomalejší klesání TF. Vojtěch Jurovatý i Jiří Ročárek na tom byli o něco lépe, Ročárek však nejlépe. Jurovatý, když na tom byl vizuálně lépe, protože měl ve dvou odpočincích rychlejší klesání TF než průměr biatlonistů, ale ve druhém odpočinku (VSTOJE) byl na -66% a ve čtvrtém odpočinku (VSTOJE) dokonce na -69% vzhledem k biatlonistům, což je nejhorší výsledek, který byl naměřen. Takže průměrně byl na -36% vůči biatlonistům. Jurovatému dělaly problémy hlavně odpočinky vstoje, kde se po náročném opakovaném závodě uklidnit není jednoduché, ale ukazuje nám to docela přesně, kde mají biatlonisté navrch.

Myslíme, že mohlo být pro běžce na lyžích i problém, že se museli uklidňovat na poloze vstoje ve vzpřímeném postoji, protože v případě předklonu a opory rukou o kolena, začne působit ortoklinostatický jev a tepová frekvence začne klesat rychleji, což by ale výsledek výzkumu velice ovlivnilo. Tento způsob uklidnění v poloze vstoje byl proto zakázán .

Ročárek byl z běžců na lyžích nejzkušenější závodník, poslední dobou se specializuje hlavně na dálkové běhy, což si odporuje s opakovaným zatížením. Jeho výsledky však byly poměrně překvapivé. Také byl ve dvou odpočincích na tom hůře než biatlonisté, a sice v prvním a třetím odpočinku (oba VLEŽE). Tedy paradoxně v tom odpočinku, který by měl být pro běžce na lyžích přirozenější. Jeho průměr je však na +23%. Takže je vidět, že delším tréninkem (připomínám, že neměl specializovaný intervalový trénink) se opravdu dá ovlivnit rychlost klesání TF v odpočincích. Jirka má také značnou aerobní kapacitu, což můžeme odvodit od jeho VO_{2max} , které činí neuvěřitelných 87,5 ml/kg/min. Musíme však podotknout, že tato hodnota může být poněkud zkreslená, ano, dosahovat, či přesahovat 80 ml/kg/min určitě může. Je zde totiž faktor prostředí a lékaře, které navzájem ovlivňují naměřený výsledek. Proto by bylo zcela logické, aby všichni reprezentanti chodili na funkční vyšetření ke stejnému lékaři po dlouhou dobu.

Celkově jsme tedy získali velice příznivý výsledek, který dokazuje, že intervalový specializovaný trénink opravdu jednoznačně ovlivňuje TF sportovce. Jediný rozpor můžeme hledat v tom, že jsme zde nezkoumali také psychický faktor, ale to nebylo náplní tématu. Podle HOŠKA a HÁTLOVÉ (2009) a NIETZSCHEHO (1998) je totiž zřejmé jak psychický faktor působí na kardiorespirační systém sportovce. Biatlonisté totiž si mohou vypracovat tzv. podmíněný reflex klesání TF. Jakmile přijedou se zbraní na podložku, začnou s ní manipulovat. Psychický faktor zapůsobí natolik, že se začnou nevědomě uklidňovat a klesá jim TF. V případě míření se zbraní na terč, a se soustředěním se na *oko-ruku*, jim TF dále klesá a těm nejlepším biatlonistům může klesat až na výchozí klidové hodnoty! Toho by se dalo využít i u běžců na lyžích např. po stoupání, kdy se chystají do sjezdového postoje. Soustředili by se na určitý bod či pohyb a TF by jim podvědomě klesala.

Srovnání biatlonistů s běžci na lyžích

Biatlonisté v tomto měření dosáhli celkově lepších výsledků. Dvěma ze tří biatlonistů klesala TF v jednom odpočinku pomaleji než průměru běžců na lyžích. Shodou okolností to bylo vždy ve třetím úseku, tedy vleže, ale procenta byla téměř zanedbatelná -1% u Lukáše Kristejna a -23% u Vlastimila Vávry. Rozhodovalo se taky na poslední položce vstoje, kdy už se projevovala značná únava a jak jsem zmínil výše, tak běžcům na lyžích moc nevyhovovala, protože dosahovali těch nejhorších hodnot až

-69%! Zato biatlonisté si zde vedli výtečně. Nikomu z nich zde neklesala TF pomaleji než běžcům na lyžích. Michalu Krčmářovi dokonce klesala výrazně lépe až na +64% což je výrazně nejlepší klesání TF. Kristejn zde měl taky solidní klesání TF. Dostal se na +61%. Tedy dva ze tří biatlonistů dokázali v poslední položce přesáhnout +60%. A to je tedy definitivně vedlo k prvenství v tomto výzkumu. Krčmář na tom byl dokonce natolik lépe, že mu TF neklesala pomaleji v žádném z odpočinků ve srovnání s průměrem běžců na lyžích. Pohyboval se v průměru na +34%. Kristejn na +29% a Vávra na +16%. Dva z biatlonistů tedy byli lepší než nejlepší z běžců na lyžích, což zase potvrzuje jejich rychlé klesání TF.

Shrnutí⁶

V zásadě čeští biatlonisté v dnešní době trénují hodně objemu a málo se specializují na rychlost. Je to znát především v porovnání se světovou špičkou, kde každý faktor biatlonového závodu ať je to start, běh na úsecích, příjezd na střelnici, manipulace se zbraní, zaujmutí polohy, míření, dýchání, spouštění, opuštění položky, cílový finiš rozhoduje. Je to možná i tím, že u nás není takové zázemí jako např. v Německu. Ale nutno podotknout, že české tréninkové metody jsou již značně přežitě. Z vlastních zkušeností mohu např. zmínit SG v Jablonci nad Nisou, kde se biatlon trénoval stylem, *pokud nepadneš a vydržíš, budeš (snad) zaslouženě vítězit*. Běžci na lyžích v tomto ohledu to mají jednodušší, avšak jejich tratě jsou daleko delší a rozmanitější, navíc trénují dvě techniky běhu. Tam už se nejlepší běžci na lyžích specializují na své tratě. Ikdyž Martin Koukal, jakožto sprinter na MS ve Val di Fiemme vyhrál 50 km závod.

⁶ Vycházím z rozhovoru s panem PaedDr. Pavlem Levorou z jara 2010

7 Závěry

Jádrem bakalářské práce bylo zjistit, zda-li biatlonistům klesá TF v krátkodobých odpočincích rychleji než běžcům na lyžích, či zda-li tento stav TF nějak ovlivňuje.

Můžeme tedy sdělit, že pracovní hypotéza se potvrdila. Biatlonistům opravdu v odpočincích během zatížení klesá TF daleko rychleji než běžcům na lyžích. Vyplývá to z našeho výzkumu. V celkovém výsledku to u biatlonistů činí o 21,9% rychlejší klesání TF než u běžců na lyžích (viz přílohy tabulka 7).

Bylo zjištěno, že biatlonisté se v krátkodobých odpočincích v průběhu zatížení rychleji zotavují a že především se lépe regenerují v odpočinku vstoje, kde hraje roli ortoklinostatický jev.

Měření, které jsme prováděli v lednu 2010, proběhlo bez větších potíží. Měření se nám zúčastnilo celkem 6 sportovců juniorských reprezentantů – 3 biatlonisté a 3 běžci na lyžích. Všichni sledovaní sportovci byli na místě a zúčastnili se plánovaného měření. Díky moderní technice mi sporttestery, které jsme jim během měření poskytli, jsme mohli detailně analyzovat průběh jejich TF během opakovaného zatížení s krátkodobými odpočinky a sice v leže 45 s a vstoje 30 s. K následnému vyhodnocení jsem využil svých matematických znalostí (vystudoval jsem Matematicko-fyzikální fakultu UK), kdy jsem stanovil **I** tzv. index rychlosti klesání TF. Podle něhož jsme jednotlivým zúčastněným sportovcům převedli jejich rychlost klesání TF do *hmatatelné* a porovnatelné hodnoty. Díky porovnání těchto indexů a vzájemného porovnání vývoje TF v odpočincích jsme došli k výše zmíněnému závěru.

Pokud bychom se snažili nějakým způsobem formulovat doporučení z tohoto měření, tak bychom ho uvedli asi takto. Čeští biatlonisté jsou svou odlišností v tréninku od běžců na lyžích spíše intervalovými sportovci a dokáží bez větší námahy absolvovat více úseků poměrně vysokým zatížením. Doporučili bychom jim však ještě o něco více se zaměřit na rychlost v tréninku, protože ta hraje hlavní roli v tomto sportu. Není určitě nejlepší metodou sportovce utavit hned v prvních týdnech jeho tréninku. Důležité je dbát na pravidelné funkční vyšetření a na správnou životosprávu. Z výsledků vyplynulo, že jejich především intervalový trénink je nápomocen k tomu, aby se jim tep snižoval rychleji, tak bych tento trénink zařadil progresivněji do ročního tréninkového cyklu. Objem je důležitý, avšak na konci října už by měl vyrovnat čas strávený objemem, čas strávený rychlostí.

Věříme, že tato práce svým obsahem osloví kolektivy trenérů a sportovců ve sledovaných sportovních odvětvích.

Seznam použité literatury

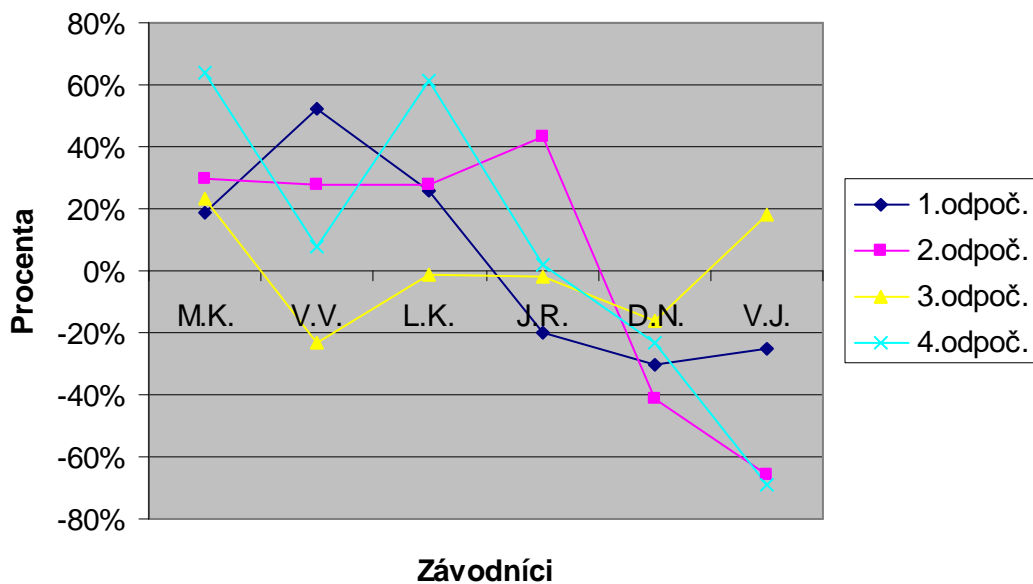
1. BARTŮŇKOVÁ, S. Krevní oběh. In HAVLÍČKOVÁ A KOL., L. *Fyziologie tělesné zátěže I : Obecná část*. 2.vydání. Praha : Karolinum, 2008. s. 19-25. ISBN 978-80-7184-875-2.
2. BLAFKOVÁ, M. Jak zkoumat politiku: Kvalitativní metodologie v politologii a mezinárodních vztazích [online]. *E-polis.cz*, 1. září 2008. [cit. 2010-08-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.e-polis.cz/recenze-knih/301-jak-zkoumat-politiku-kvalitativni-metodologie-v-politologii-a-mezinarodnich-vztazich.html>>. ISSN 1801-1438.
3. BRANDEJSKÝ, P. Vyšetření sportovce : Základní prohlídka sportovce. In VILIKUS, Z.; BRANDEJSKÝ, P.; NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2004. s. 26-29. ISBN 80-246-0821-9.
4. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. 1. vydání. Praha : Olympia, 2002. 336 s. ISBN 80-7033-760-5.
5. GNAD, T.; PSOTOVÁ, D. *Běh na lyžích*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2005. 151 s. ISBN 80-246-0995-9.
6. GNAD, T. Jak funguje pohybový systém při běhu na lyžích?. *Nordicmag*. Březen 2010, 4, 14, s. 30-32. ISSN 1802-2979.
7. HELLER, J. Lyžování : Běh na lyžích. In HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. : Speciální část – 1.díl*. Praha : Katedra fyziologie a biochemie FTVS UK, 1993, ISBN 80-7066-815-6.
8. HOŠEK, V.; HÁTLOVÁ, B. Psychické procesy a sport : Emoce ve sportu. In SLEPIČKA, P.; HOŠEK, V.; HÁTLOVÁ, B. *Psychologie sportu*. Praha : Karolinum, 2009. s. 58-63. ISBN 978-80-246-1602-5.
9. CHOUTKA, M.; DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. 1. vydání. Praha : Olympia, 1987. 316 s. ISBN 27-030-87.
10. ILAVSKÝ, J. *Běh na lyžích : Metodický dopis*. 1.1. [s.l.] : [s.n.], 2005. 199 s
11. KINDERMANN, W. *Anaerobní práh*. Saarbruecken, 2009. Oborová práce. Saarländská Univerzita.
12. KITTNAR, O. Fyziologie oběhu krve a lymfy. In TROJAN A KOL., S. *Lékařská fyziologie*. 4.vydání, přepracované a doplněné. Praha : Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0512-5.

13. KRYL, L. *Rizikové faktory branných sportů*. Praha : ÚV Svazarm, 1983.
14. KUČERA, M. Přetížení, přepětí a přetrénování : Fyziologická únava. In *Pohybový systém a zátěž*. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, 1997. s. 141-142. ISBN 80-7169-258-1.
15. LEVORA, P. Biatlon. In LOUŽECKÝ A KOL., J. *Tělesná příprava v branně technických sportech*. Praha : ÚV Svazarm, 1985. s. 46-54.
16. MÁČEK, J.; VÁVRA, J. *Fysiologie a patofysiologie tělesné zátěže*. 1. vydání. Praha : Avicenum, 1980. 196 s. ISBN 08-019-80.
17. NIETZSCHE, K. *Biathlon : Leistung, Training, Wettkampf*. 1. Auflage. Wiesbaden : Limpert Verlag GmbH, 1998. 355 s. ISBN 3-7853-1596-1.
18. NOVOTNÝ, V. Kapitoly z lékařské funkční antropologie : Somatotyp. In VILIKUS, Z.; BRANDEJSKÝ, P.; NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2004. s. 33-36. ISBN 80-246-0821-9.
19. PAŘÍZKOVÁ, J. *Měření kožních řas jako ukazatelů podílu tuku a aktivní hmoty při výzkumu pohybové zdatnosti*. [s.l.] : Teor.praxe těl.výchovy, 1966. 614-617 s.
20. SOUMAR, L.; BOLEK, E. *Běh na lyžích*. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, 2001. 132 s. ISBN 80-247-0015-8
21. SLČR. *Pravidla lyžařských závodů : Severské disciplíny*. [s.l.] : [s.n.], 2005. 121 s.
22. ŠTOCHL, J. *Antropomotorika : Elektronické skriptum*. Katedra základů kinantropologie a humanitních věd : FTVS UK.
23. VILIKUS, Z. Funkční vyšetření v tělovýchovném lékařství : Spiroergometrie. In VILIKUS, Z.; BRANDEJSKÝ, P.; NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2004. s. 93-100. ISBN 80-246-0821-9.
24. VOKURKA, M.; HUGO A KOL., J. *Velký lékařský slovník*. 9.vydání. [s.l.] : Maxdorf, 2009. 1160 s. ISBN 978-80-7345-202-5.
25. Biatlon. Dostupné z WWW: <www.biatlon.cz>[cit. 2010-07-24].

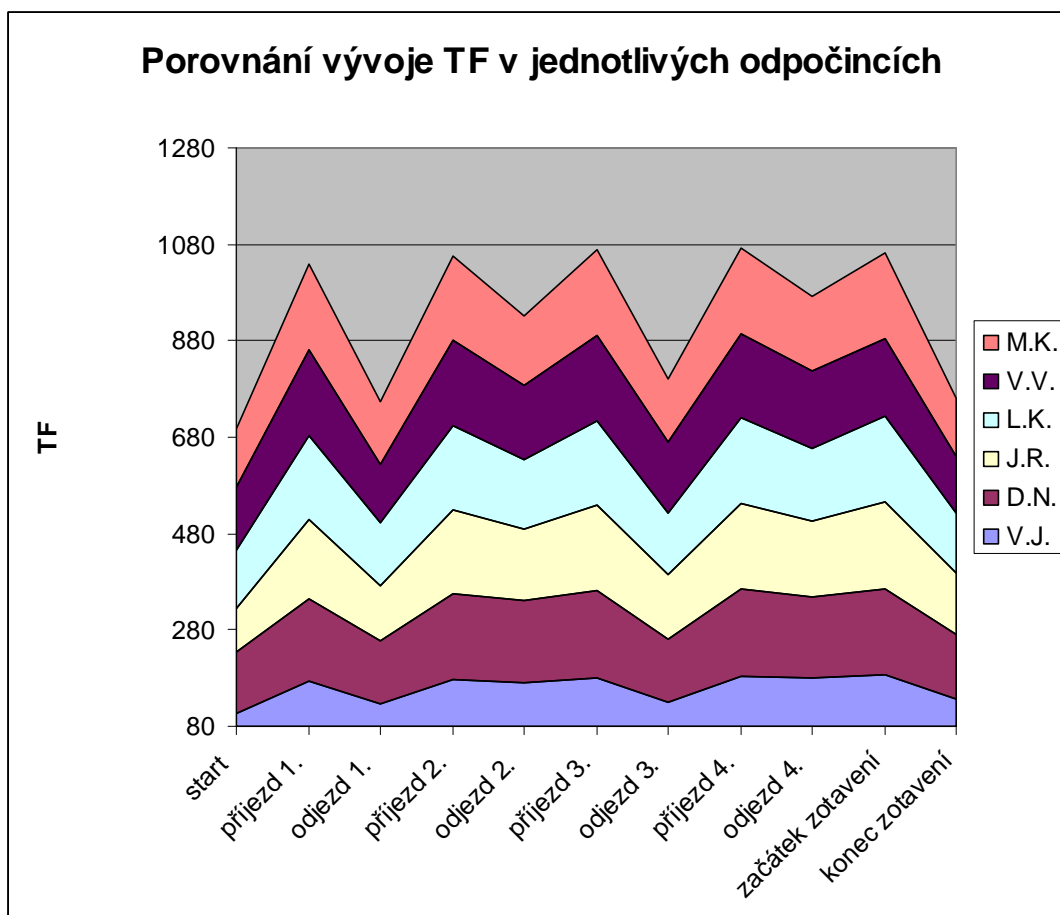
Přílohy

- i. Graf 14: Rychlejší klesání TF u biatlonistů
- ii. Graf 15: Porovnání TF v jednotlivých odpočincích, Graf 16: Rozdíl TF v jednotlivých odpočincích
- iii. Graf 17: Závislost mezi rychlosti klesání TF a rozdílem tepů v zotavení
- iv. Graf 18: Rychlost klesání TF během odpočinků, Tabulka 7: Součet indexů v jednotlivých odpočincích v obou odvětvích
- v. Graf TF 1: David Němec – BL
- vi. Graf TF 2: Jiří Ročárek – BL
- vii. Graf TF 3: Vojtěch Jurovatý – BL
- viii. Graf TF 4: Michal Krčmář – BIA
- ix. Graf TF 5: Vlastimil Vávra – BIA
- x. Graf TF 6: Lukáš Kristejn – BIA

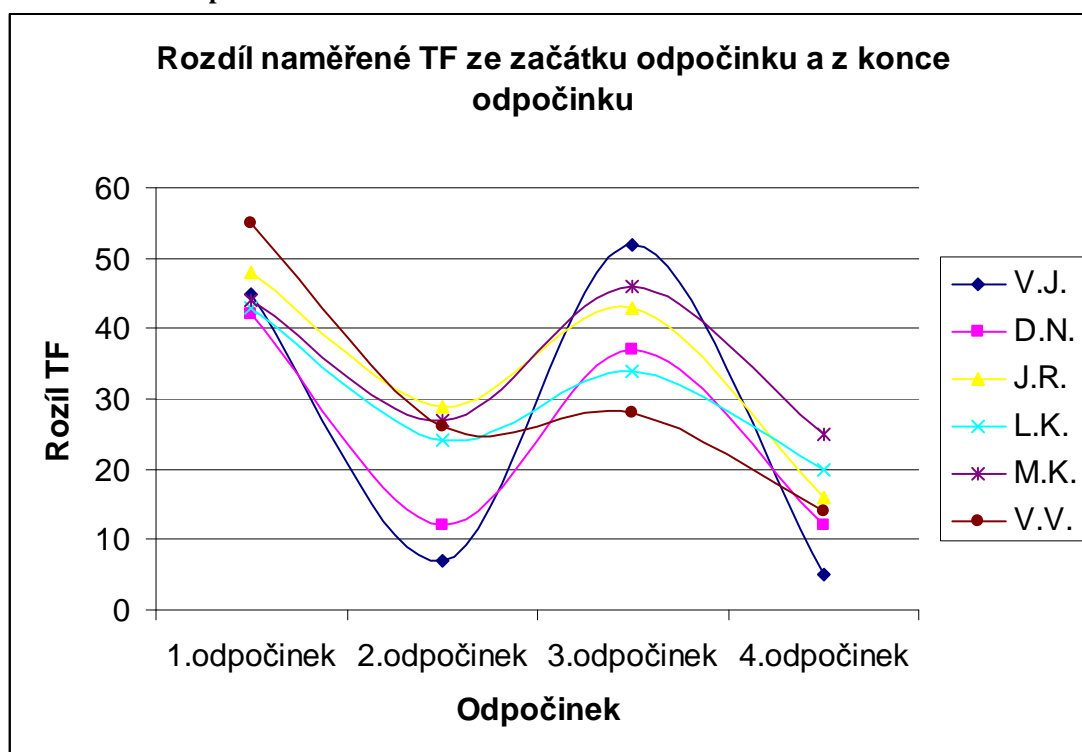
**Procentuální srovnání rychlosti klesání TF mezi
biatlonisty a běžci na lyžích - čím více kladných procent
tím rychlejší klesání TF**



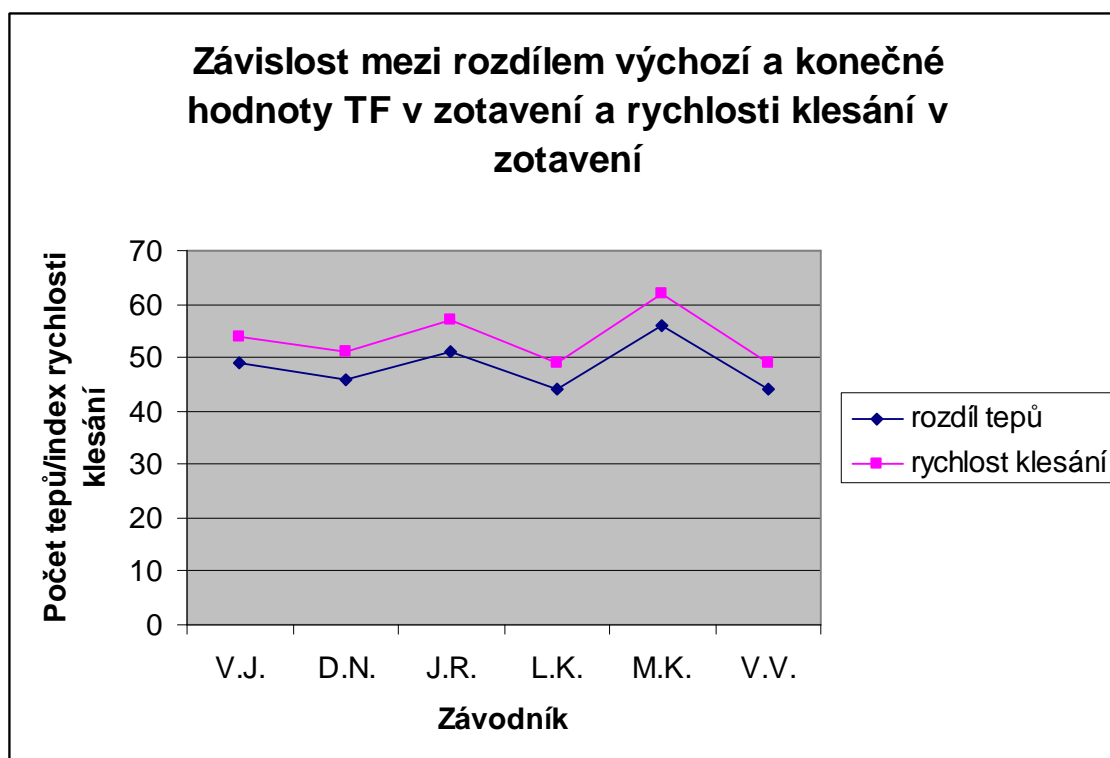
Graf 14: Názorný graf, kde je patrné rychlejší klesání TF u biatlonistů



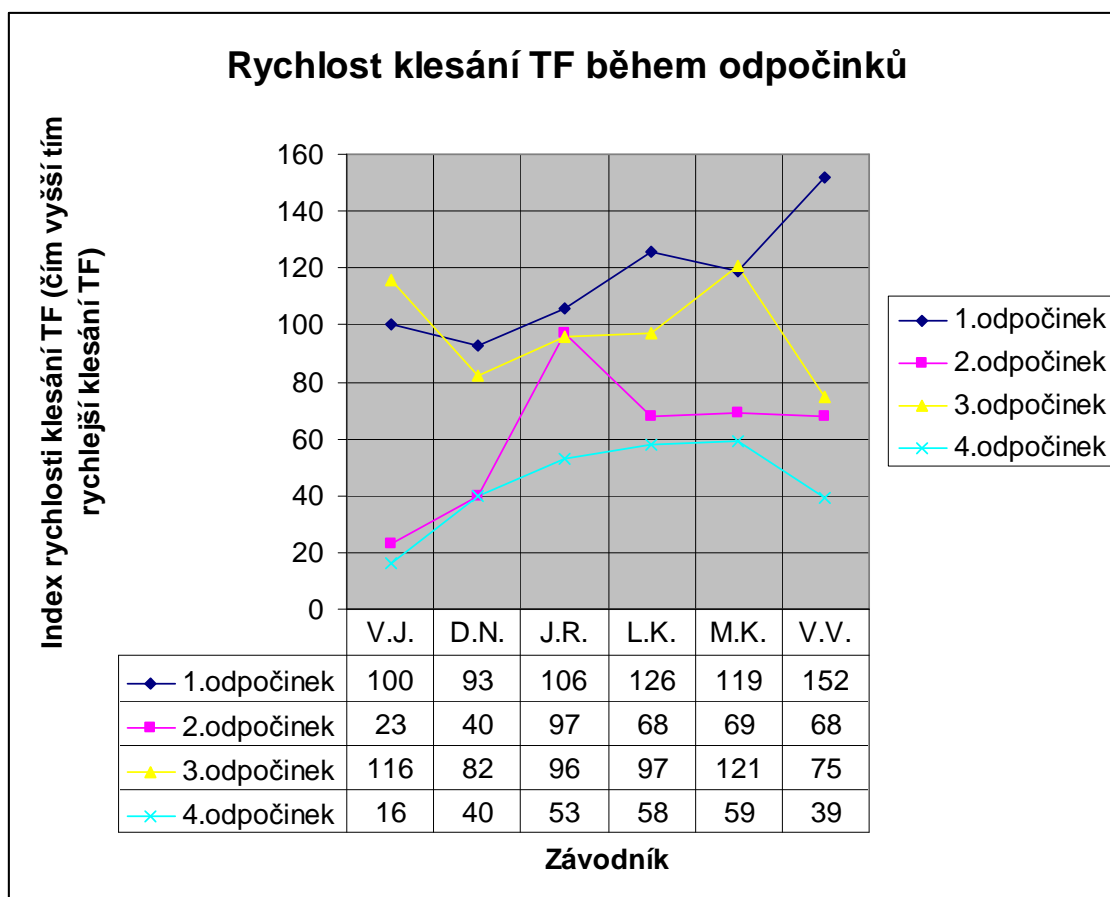
Graf 15: Porovnání vývoje TF v jednotlivých odpočincích. Čím je barevný pás ostřejší s většími záhyby, tím více organismus sportovce během odpočinků snižuje TF. Program MS Excel nám seřadil biatlonisty na první 3 místa, jelikož jejich TF se nejrychleji snižuje během odpočinku.



Graf 16: Rozdíl tepových frekvencí naměřených na začátku odpočinku a na konci odpočinku



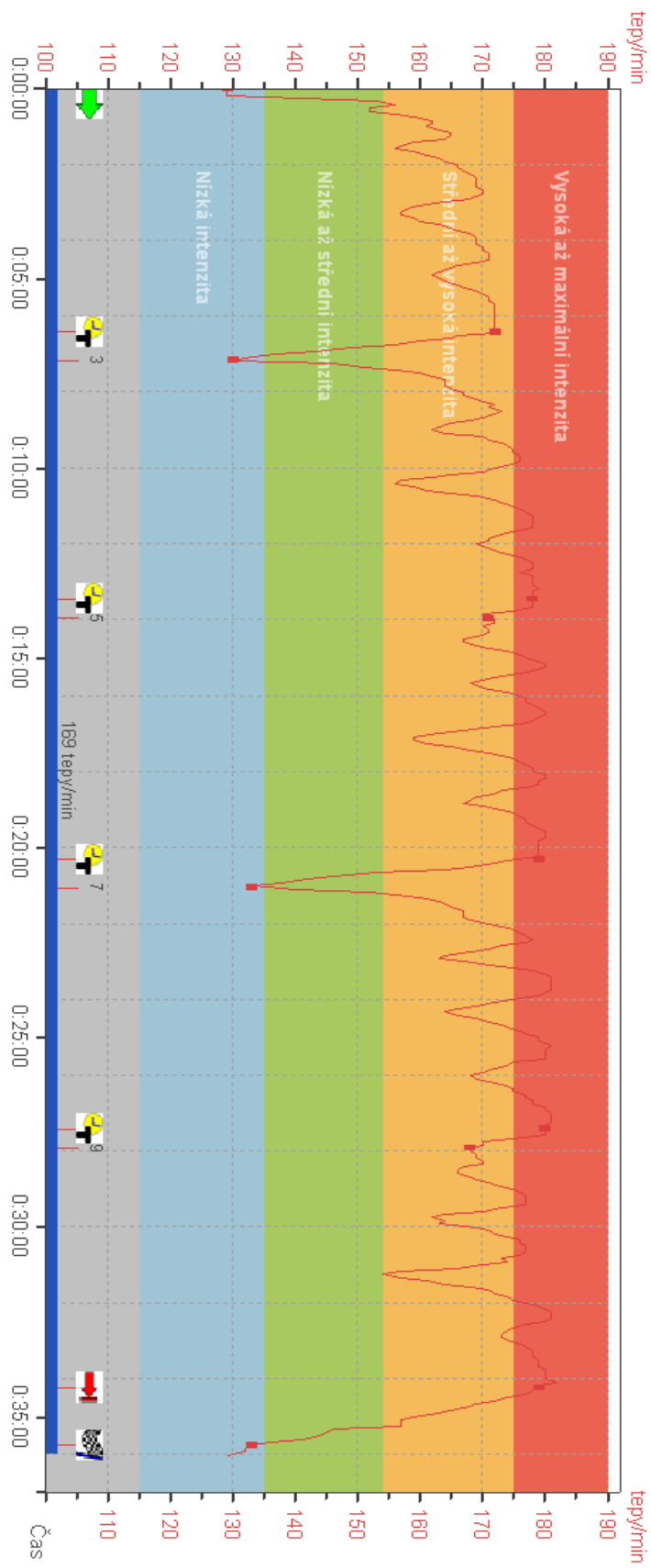
Graf 17: Závislost rychlosti klesání TF a rozdílem tepů mezi výchozí a konečnou hodnotou TF v zotavení je tentýž graf posunutý výše. Doba zotavení byla 1:30.



Graf 18: Rychlost klesání TF během odpočinků, dle indexů. Křivky mají většinou stoupající tendenci, neboť biatlonistům se snižuje TF rychleji.

Tabulka 7: Součet indexů v jednotlivých odpočincích v obou odvětvích. Biatlonisté mají index klesání TF o 21,9 % vyšší než běžci na lyžích.

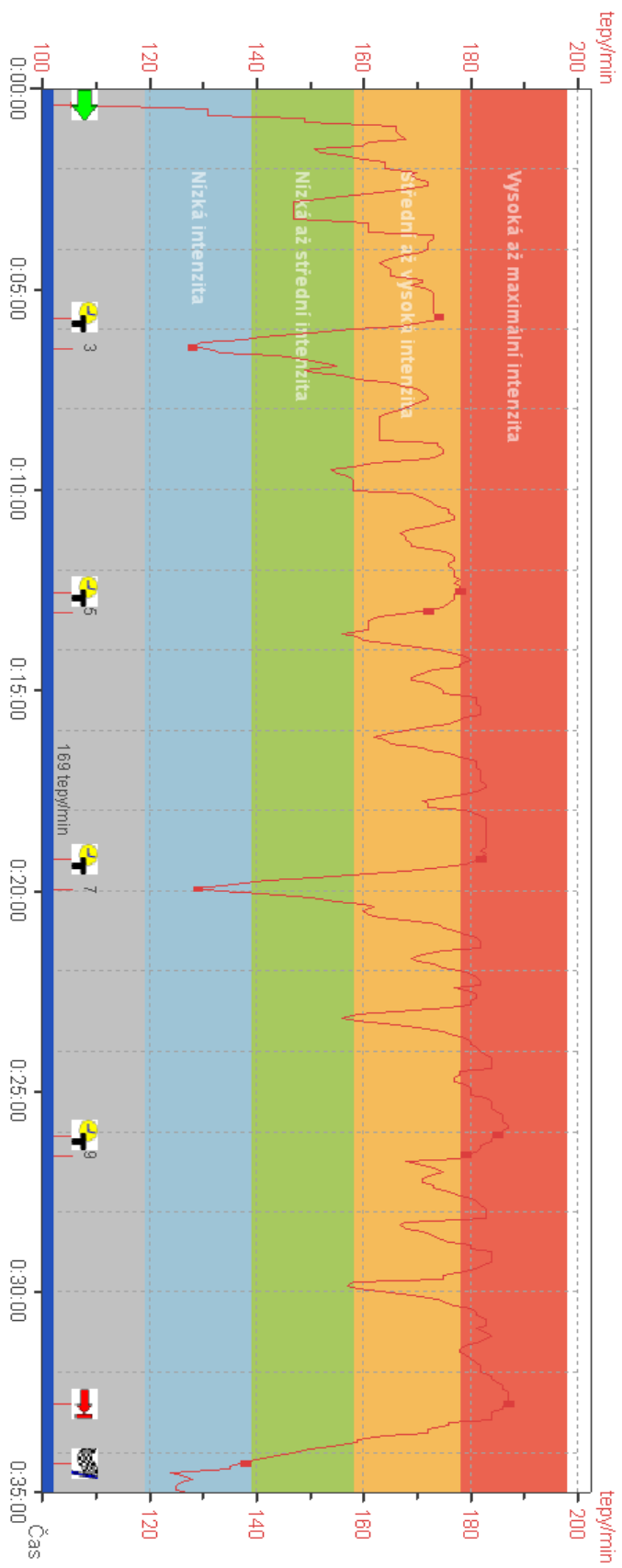
	běžci na lyžích	biatlonisté
1.odpočinek	299	397
2.odpočinek	160	205
3.odpočinek	294	293
4.odpočinek	109	156
	862	1051



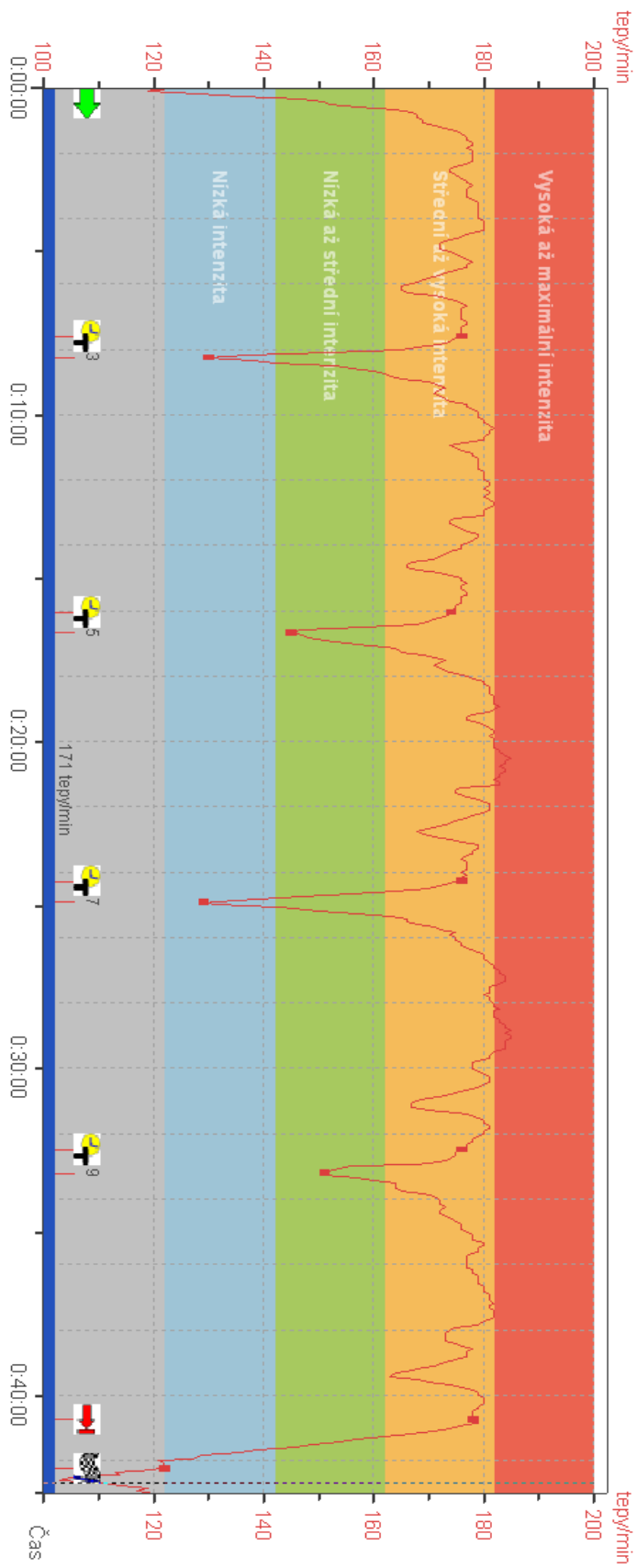
Graf TF 1: David Němec – běžec na lyžích



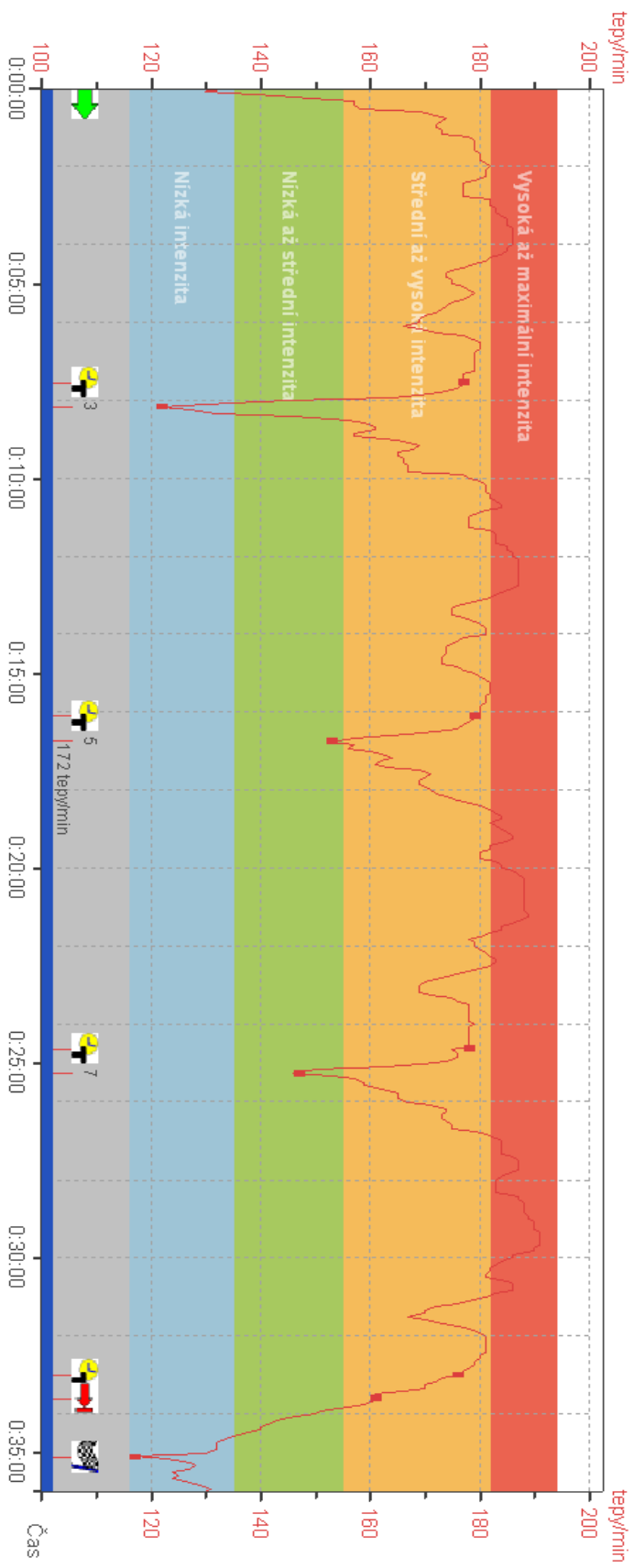
Graf TF 2: Jiří Ročárek – běžec na lyžích



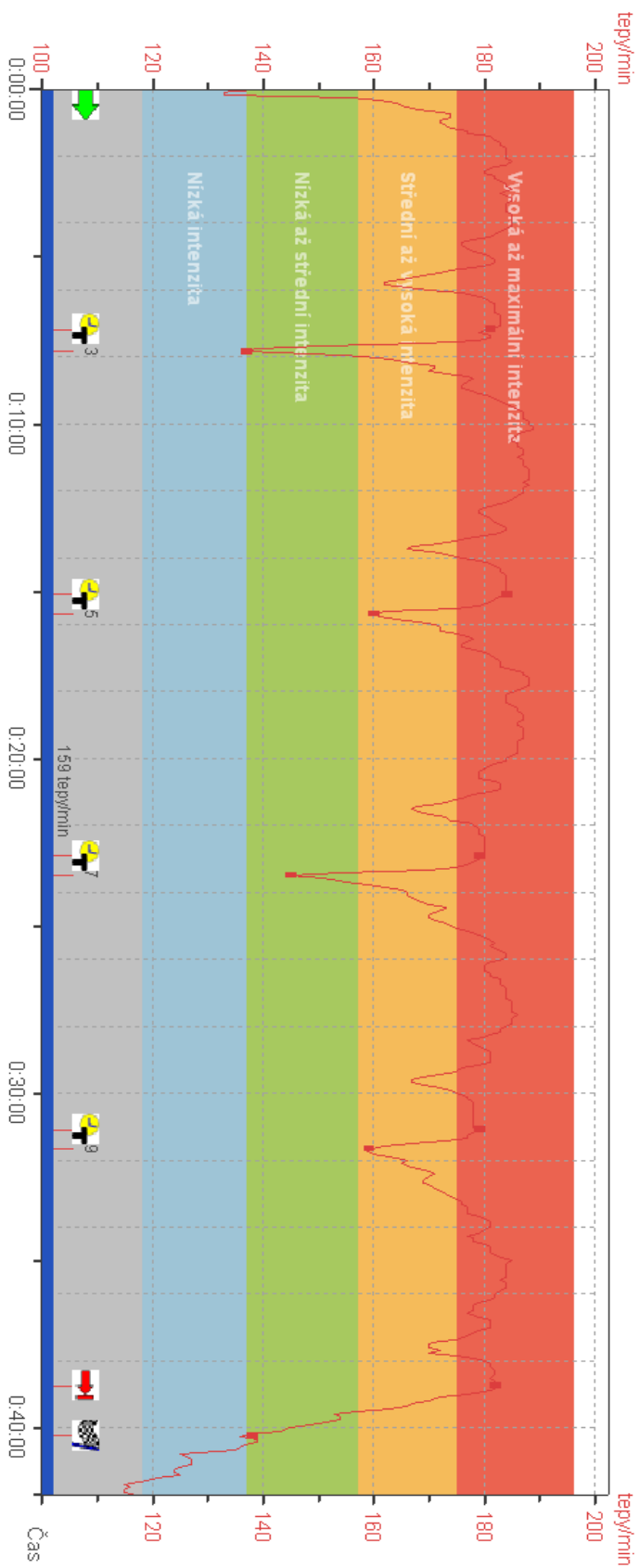
Graf TF 3: Vojtěch Jurovatý – běžec na lyžích



Graf TF 4: Michal Krčmář – biatlonista



Graf TF 5: Vlastimil Vávra – biatlonista



Graf TF 6: Lukáš Krstejn - biatlonista