

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

FAKULTA TELESNEJ VÝCHOVY A ŠPORTU

**PARAMETRE AERÓBNÝCH A ANAERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ AKO
UKAZOVATELE ODOZVY NA TRÉNINGOVÉ ZAŤAŽENIE
CYKLISTOV**

Dizertačná práca

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA TELESNEJ VÝCHOVY A ŠPORTU**

**PARAMETRE AERÓBNÝCH A ANAERÓBNÝCH
SCHOPNOSTÍ AKO UKAZOVATELE ODOZVY NA
TRÉNINGOVÉ ZAŤAŽENIE CYKLISTOV**

Dizertačná práca

Študijný program:	športová kinantropológia
Študijný odbor:	8.1.5
Školiace pracovisko:	Katedra športovej kinantropológie
Školiteľ:	prof. MUDr. Dušan Hamar, PhD.

Bratislava 2012

Mgr. Juraj Karas

Čestné prehlásenie:

Prehlasujem, že som dizertačnú prácu vypracoval samostatne, pod odborným vedením vedúceho práce s použitím literárnych prameňov uvedených v zozname bibliografických odkazov.

v Bratislave dňa 30.03.2012

.....

Podpis

PodĎakovanie:

Touto cestou by som sa chcel vyjadriť úprimné podĎakovanie môjmu školiteľovi prof. MUDr. Dušanovi Hamarovi, PhD. za odborné vedenie, cenné rady pri riešení výskumného problému i v priebehu celých troch rokov štúdia; Univerzite Komenského, za finančnú podporu pri realizácii tohto projektu prostredníctvom grantov; a v neposlednom rade cyklistom, ktorí sa zúčastnili experimentu.

Abstrakt

Meno autora:	Mgr. Juraj Karas
Názov práce:	Parametre aeróbných a anaeróbných schopností ako ukazovatele odozvy na tréningové zaťaženie cyklistov
Druh záverečnej práce:	dizertačná práca
Univerzita, fakulta a katedra:	Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu, Katedra športovej kinantropológie
Meno vedúceho práce/školiťa:	prof. MUDr. Dušan Hamar, PhD.
Komisia pre obhajoby, meno predsedu komisie:	Športová kinantropológia, prof. MUDr. Dušan Hamar, PhD.
Miesto, rok obhajoby:	Bratislava, 2012
Rozsah práce:	146 203 znakov / 91 strán
Stupeň odbornej kvalifikácie:	Philosophiae Doctor

Kľúčové slová: parameter aeróbných schopností, parameter anaeróbných schopností, ťažké aeróbne zaťaženie, intervalové anaeróbne zaťaženie, mechanický výkon, srdcová frekvencia, laktát

Cieľom práce bolo rozšíriť poznatky o hodnotení krátkodobej odozvy na rôzne formy tréningového zaťaženia. Dvadsať výkonnostných cyklistov absolvovalo dva rozdielne typy zaťaženia (intenzívne aeróbne na úrovni anaeróbného prahu a intenzívne intervalové anaeróbne). Po každom z nich sme opakovane (bezprostredne po a nasledujúci deň) sledovali parametre aeróbnej a anaeróbnej výkonnosti. Výsledky ukázali, že aeróbny parameter (priemerná srdcová frekvencia počas 10 minútového submaximálneho zaťaženia na úrovni aeróbného prahu) a anaeróbny parameter 1 v laboratórnych podmienkach (maximálny anaeróbny výkon) objektívne nevypovedajú o stupni únavy bezprostredne po, ani na druhý deň, po oboch typoch zaťaženia. Ani anaeróbny parameter 2 (laktát v krvi nameraný 7 minút po teste maximálneho anaeróbného výkonu) nevypovedá o stupni únavy bezprostredne po oboch typoch zaťaženia. Na druhej strane, anaeróbny parameter 2, meraný na druhý deň po oboch typoch zaťaženia vypovedá o stupni únavy. Anaeróbny parameter 1 v terénnych podmienkach vypovedá o stupni únavy bezprostredne po, a tiež na druhý deň po oboch typoch zaťaženia. Test maximálneho anaeróbného výkonu (anaeróbny parameter 1 a 2) ako ukazovateľa akútnej únavy na druhý deň po aeróbnom i anaeróbnom tréningu môže spresniť dávkovanie objemu a intenzity nasledujúceho tréningového zaťaženia a prispeje k zvýšeniu účinnosti športovej prípravy v cyklistike.

Abstract

Name: Mgr. Juraj Karas
Title: The parameters of aerobic and anaerobic capacity as indicators of response in cycling training
Type of thesis: Dissertation thesis
University, faculty, department: Comenius University in Bratislava, Faculty of Physical Education and Sports, Department of Sport Kinatropology
Supervisor's name: prof. MUDr. Dušan Hamar, PhD.
Committee for defence: Sport Kinatropology, prof. MUDr. Dušan Hamar, PhD.
Place and year of defence: Bratislava, 2012
Size of thesis : 146 203 characters / 91 pages
Professional qualification level: Philosophiae Doctor

Key words: Parameter of aerobic capacity, parameter of anaerobic capacity, difficult aerobic load, interval anaerobic load mechanical power, heart rate, lactate

The aim of the thesis was to expand the knowledge of the evaluation of short-term response to various forms of training load. Twenty competitive cyclists completed tasks with two different types of training load (intense aerobic load at the threshold of anaerobic levels and intense interval anaerobic load). Immediately after completion of each task as well as on the next day we repeatedly tested the parameters of aerobic and anaerobic performance. Results showed that the aerobic parameter (average heart rate during 10-minute submaximal load at the aerobic threshold) and the anaerobic parameter in laboratory conditions (maximum anaerobic power) do not objectively indicate the degree of fatigue immediately after or on the next day after both types of load. The anaerobic parameter 2 (lactate levels in blood measured 7 minutes after the test of maximum anaerobic performance) is also not indicative of the degree of fatigue immediately after both types of load. On the other hand, anaerobic parameter 2, measured on the second day after both types of load indicates the degree of fatigue. Anaerobic parameter 1 in field conditions indicates the degree of fatigue immediately after, and also the next day after both types of load. The test of maximum anaerobic performance (anaerobic parameter 1 and 2) as an indicator of acute fatigue on the second day after aerobic and anaerobic training can specify the volume and intensity of the following training load and it can contribute to increased efficiency of cycling training.

PREDHOVOR

Pre tému dizertačnej práce som sa rozhodol na základe vlastnej angažovanosti vo vrcholovom a rekreačnom športe. Pôsobím ako osobný tréner cestných a horských cyklistov rôznych vekových i výkonnostných kategórii. Tiež sa zaoberám diagnostikou trénovanosti a jej využitia pri riadení tréningového procesu zverencov. Moje motto trénerského vedenia znie: Trénuj efektívne! Pod týmto pojmom chápem tréning, v ktorom má každý pohyb a činnosť svoj zmysel a opodstatnenie. No najmä, z minima vynaloženého úsilia dosiahnuť maximum. Dôkazom toho, že to nie sú len prázdne slová, svedčia výsledky mojich zverencov a tiež moje. Zverenci získali dve medaily na majstrovstvách Slovenskej republiky a jednu účasť na Majstrovstvách Európy. Mne samotnému sa podarilo v priebehu roku, po päť ročnej súťažnej pauze, vrátiť na úroveň, ktorú som dosahoval v závere svojej športovej kariéry. Na tom by nebolo nič zvláštne, keby som v priebehu udávanej sezóny neabsolvoval len polovičný objem kilometrov ako súper, a ako ja pred piatimi rokmi. Pri citlivom riadení tréningu je nutné prihliadať na funkčný stav organizmu a vedieť vyhodnotiť akútnu odozvu na predchádzajúce zaťaženie. Práve touto problematikou sa v predloženej práci zaoberám.

Mgr. Juraj Karas

OBSAH

1 SÚČASNÝ STAV PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ.....	13
1.1 CHARAKTERISTIKA ŠPORTOVEJ DISCIPLÍNY	13
1.1.1 ŠTRUKTÚRA ŠPORTOVÉHO VÝKONU V CESTNEJ CYKLISTIKE	14
1.2 TRÉNING V CYKLISTIKE	20
1.2.1 CHARAKTERISTIKA TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA	22
1.2.2 PERIÓDY MAKROCYKLU	33
1.3 BIORYTMY V ŠPORTOVEJ PRAXI	35
1.3.1 BIORYTMICKÉ ZMENY VYBRANÝCH MOTORICKÝCH SCHOPNOSTÍ	36
1.4 ÚNAVA PO TELESNOM ZAŤAŽENÍ.....	37
1.4.1 FYZIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚNAVY	37
1.4.2 HODNOTENIE ÚNAVY V ŠPORTOVEJ PRAXI	44
2 CIEĽ, ÚLOHY, HYPOTÉY PRÁCE.....	50
2.1 CIEĽ PRÁCE	50
2.1.1 HYPOTÉZY PRÁCE	50
2.2 ÚLOHY PRÁCE	51
3 METÓDY.....	52
3.1 STANOVENIE VÝSKUMNEJ SITUÁCIE	52
3.2 CHARAKTERISTIKA SÚBORU	52
3.3 CHARAKTERISTIKA EXPERIMENTÁLNEHO Činiteľa	53
3.4 METÓDY ZÍSKAVANIA VÝSKUMNÝCH ÚDAJOV	54
3.5 METÓDY SPRACOVANIA A VYHODNOTENIA ÚDAJOV	57
3.6 ORGANIZÁCIA A ZABEZPEČENIE VÝSKUMU	57
3.6.1 ORGANIZÁCIA TESTOVANIA.....	58
4 VÝSLEDKY A DISKUSIA	61
4.1 PARAMETRE AERÓBNÝCH A ANAERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ VO VÝCHODISKOVOM STAVE	61
4.1.1 AERÓBNY PARAMETER.....	61
4.2 CHARAKTERISTIKA TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA.....	62

4.2.1	PRVÝ TYP TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA – ŤAŽKÝ AERÓBNY TRÉNING.....	62
4.2.2	DRUHÝ TYP TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA – INTERVALOVÝ ANAERÓBNY TRÉNING.....	63
4.3	ZMENY PARAMETROV VO FÁZE ODPOČINKU PO AERÓBNOM ZAŤAŽENÍ.....	64
4.3.1	ZMENY PARAMETRA AERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ.....	64
4.3.2	ZMENY PARAMETROV ANAERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ.....	67
4.4	ZMENY PARAMETROV VO FÁZE ODPOČINKU PO ANAERÓBNOM ZAŤAŽENÍ.....	72
4.4.1	ZMENY PARAMETRA AERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ.....	72
4.4.2	ZMENY PARAMETROV ANAERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ.....	74
4.5	ZMENY PARAMETROV PO AERÓBNOM A ANAERÓBNOM ZAŤAŽENÍ.....	77
4.5.1	ZMENY PARAMETROV BEZPROSTREDNE PO DVOCH RÔZNYCH TYPOCH TRÉNINGU.....	77
4.5.2	ZMENY PARAMETROV 24 HODÍN PO DVOCH RÔZNYCH TYPOCH TRÉNINGU.....	80
	ZHRNUTIE POZNATKOV A ZÁVERY PRÁCE	82
	ZHRNUTIE POZNATKOV	82
	ZÁVERY PRE ROZVOJ VEDNÉHO ODBORU.....	83
	ZÁVERY PRE ŠPORTOVÚ PRAX.....	83
	BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY	85
	PRÍLOHY	91
	PRÍLOHA A	91

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ

Obr. 1	Aktivácia svalov dolných končatín v priebehu pedálovacieho cyklu	15
Obr. 2	Rozdiel maximálnej a minimálnej sily v priebehu 360-stupňového cyklu obrátky pedálov spriemerovaný z minútového zaťaženia na úrovni 300 wattov pri frekvencii pedálovania 90 otáčok za minútu u cyklistu a necyklistu.....	17
Obr. 3	Dynamika neúplnej regenerácie na začiatku a na vrchole superkompenzačného procesu po rôznych typoch zaťažení	21
Obr. 4	Coriho alebo laktátový cyklus.....	29
Obr. 5	Rozdelenie únavy podľa prevažujúcich príznakov	38
Obr. 6	Odporová krivka trenažéru CycleOps JetFluid Pro.....	56
Obr. 7	Aeróbny parameter po aeróbnom zaťažení.....	65
Obr. 8	Anaeróbny parameter 1 po aeróbnom zaťažení (laboratórne podmienky).....	67
Obr. 9	Anaeróbny parameter 1 po aeróbnom zaťažení (terénne podmienky)	68
Obr. 10	Anaeróbny parameter 2 po aeróbnom zaťažení	71
Obr. 11	Aeróbny parameter po anaeróbnom zaťažení	73
Obr. 12	Anaeróbny parameter 1 po anaeróbnom zaťažení (laboratórne podmienky)	74
Obr. 13	Anaeróbny parameter 1 po anaeróbnom zaťažení (terénne podmienky)	75
Obr. 14	Anaeróbny parameter 2 po anaeróbnom zaťažení.....	76
Obr. 15	Zmeny parametrov bezprostredne po aeróbnom a anaeróbnom tréningu	79
Obr. 16	Zmeny parametrov 24 hodín po aeróbnom a anaeróbnom tréningu	81

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1	Časy a relatívne výkony v 40 kilometrovej časovke podľa rôznych výkonnostných úrovní	18
Tab. 2	Porovnanie hodnôt mechanického výkonu odmeraných zariadeniami SRM, POWERTAP a ERGOMO počas stupňovaného testu.....	24
Tab. 3	Časový priebeh regenerácie po športovom zaťažení.....	43
Tab. 4	Charakteristika súboru.....	52
Tab. 5	Mechanické výkony a srdcová frekvencia probandov na aeróbnom, anaeróbnom prahu a maximálnom výkone v záťažovom teste.....	61

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

SF – srdcová frekvencia

HRV – variabilita srdcovej frekvencie

ANP – anaeróbný prah

ATP – adenzíntrifosfát

CP – kreatínfosfát

LA – laktát

CK - kreatínkináza

VO₂max – maximálna spotreba kyslíka na 1 kilogram telesnej hmotnosti

VTP – všeobecné tréningové prostriedky

ŠTP – špeciálne tréningové prostriedky

TZ – tréningové zóny

ÚVOD

Mimoriadny nárast tréningového a pretekového zaťaženia v ostatných rokoch zvyrazňuje potrebu poznania podstaty a mechanizmov adaptačných zmien organizmu športovca na tréningové zaťaženie. Nové poznatky z teórie tréningového procesu a adaptácie naň vytvárajú lepšie podmienky pre rozvoj funkčnej zdatnosti organizmu a zlepšovanie športového výkonu. Tréningový a súťažný výkon športovca sa veľmi často pohybuje na hranici fyzických i psychických možností ľudského organizmu. Priblíženie sa k nepoznanej hranici ľudských možností vyžaduje dokonalé poznanie mechanizmov adaptačných zmien na tréningové zaťaženie. Pre tému práce som sa rozhodol na základe vlastnej angažovanosti vo vrcholovom a rekreačnom športe. Zaoberám sa tréningom cyklistov a diagnostikou tréningovosti. Práve z nej pri riadení tréningového procesu vo významnej miere vychádzam. Pre nastavenie tréningu je žiaduce vedieť vyhodnotiť akútnu odozvu na predchádzajúce zaťaženie. Práve touto problematikou sa v predloženej práci zaoberáme. Hodnotenie únavy v športovej praxi je v súčasnosti vo veľkej miere diskutovaná problematika. Na jej odhalenie sa využívajú viaceré metódy. V prevažnej miere sa v nich zaznamenávajú biochemické a fyziologické parametre. Iba parametre získané v priebehu, a po záťažovom teste, sú získané pri špecifickom zaťažení na bicykli. Táto metóda má však nevýhody, ako časová náročnosť, vysoké nároky na energetický potenciál a nevhodnosť zaťažovania organizmu do maxima v určitých obdobiach prípravy. Z tohto dôvodu overujeme možnosť využívať ďalšie metódy na posudzovanie miery únavy v cyklistike. Zvolili sme si dva testy, ktoré sú časovo a intenzifikačne nenáročne. Práve takýto typ testu, ktorý by zároveň zachytil odozvu na tréning, v súčasnej praxi chýba. Tiež sme nenašli výskumy zaoberajúce sa odozvou diagnostických testov na rozdielne aeróbne a anaeróbne zaťaženie. Preto sme si dali za cieľ objasniť, aký bude rozdielny vplyv aeróbného a anaeróbného zaťaženia na test aeróbnych schopností a test anaeróbných schopností.

1 SÚČASNÝ STAV PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ

1.1 CHARAKTERISTIKA ŠPORTOVEJ DISCIPLÍNY

Cestnú cyklistiku zaraďujeme medzi vytrvalostne – silovo – rýchlostný šport, v ktorom sú uvedené zložky, zastúpené v rozdielnej miere vzhľadom na disciplínu.

Cestná cyklistika (CC). Preteky v CC sa konajú na bežných cestách s tvrdým povrchom, ako napr. asfalt, betón, prípadne aj kamenné kocky, tzv. „mačacie hlavy“. Podľa dĺžky trvania rozdeľujeme cestné preteky na jednorazové a etapové.

Jednorazové preteky majú rôznu dĺžku od 110 až po 260 km (v závislosti od vekovej kategórie, pohlavia a výkonnostnej úrovne pretekárov) a výškové prevýšenie môže byť až 4000 m. n. m. Táto disciplína sa nazýva pretek s hromadným štartom a súťaží sa v nej na majstrovstvách sveta a olympijských hrách.

Ďalej poznáme časovku jednotlivcov, ktorá je taktiež zaradená na majstrovstvách sveta a olympijských hrách. Cyklisti štartujú osamotene, zo štartovacej rampy na špeciálne upravených bicykloch, spravidla v minútových intervaloch. Pri dobehnutí iného cyklistu je zakázaná jazda v závese. Cieľom pretekára je absolvovať trať v čo najkratšom čase. Dĺžka tratí býva od 20 do 55 km prevažne rovinatým až mierne zvlneným terénom s výškovým prevýšením 150 až 500 m. n. m. na technicky náročných okruhoch s kruhovými objazdmi a zákrutami.

Špeciálnou disciplínou je časovka do vrchu so štartom na začiatku stúpania a cieľom je na vrchole. Dĺžka býva od 4 do 20 km.

Atraktívnou disciplínou je cyklistické kritérium. Preteky na mestskom okruhu dlhom 1 až 2, 5 kilometra začínajú hromadným štartom a trvajú približne hodinu. Cieľom je dosiahnuť čo najvyšší počet bodov, pričom je bodovaný každý tretí okruh (5 bodov pre prvého na cieľovej čiare, 3 body pre druhého, 2 body pre tretieho a 1 bod pre štvrtého). Posledný okruh, teda dojazd do cieľa je bodovaný dvojnásobne. Vyhráva pretekár s najvyšším počtom bodov a zároveň plným počtom okruhových bodov. Pokiaľ je jazdec o okruh dostihnutý vedúcou skupinou, je z preteku odvolaný.

Etapové preteky trvajú od troch dní (napr. Vuelta al País Vasco) až do troch týždňov (napr. Tour de France). Takisto celková dĺžka pretekov je rôzna - od cca 500 km až do cca 3600 km. V etapových pretekoch bývajú rôzne druhy etáp. Začína sa úvodným prologom, t.j. 800 metrov až 10 kilometrov dlhá časovka jednotlivcov alebo časovkou družstiev na 30 až 50 km. Nasledujú etapy s hromadným štartom celého pelotónu. V závere pretekov sa zvykne zaradiť individuálna časovka po rovine na 40 až 50 km, alebo časovka do vrchu na 8 až 15 km.

Počas etapy sú rýchlostné a horské prémie, na ktorých zvyčajne prví traja pretekári získavajú body do súťaží o najaktívnejšieho pretekára (rýchlostné prémie) alebo do súťaže o najlepšieho vrchára (horské prémie). Horské prémie sú rozdelené do rôznych kategórií podľa náročnosti stúpania - čím ťažšie stúpanie tým viac bodov získavajú prví pretekári. Cieľ etapy môže byť na rovine alebo v stúpaní, zväčša podľa toho o víťazstvo bojujú buď špecialisti „šprintéri“ alebo „vrcháři“. Celkovým víťazom sa stáva ten pretekár, ktorý v súčte časov z jednotlivých etáp dosiahne najkratší čas. Cyklista, ktorý získa najviac bodov na rýchlostných premiách a cieľových dojazdov vyhráva bodovaciu súťaž o najaktívnejšieho pretekára. Súťaž o najlepšieho vrchára vyhráva pretekár, ktorý nazbiera najviac bodov na horských premiách.

1.1.1 ŠTRUKTÚRA ŠPORTOVÉHO VÝKONU V CESTNEJ CYKLISTIKE

Poznanie štruktúry športového výkonu (ŠŠV) danej športovej disciplíny patrí k základným východiskám správne zameraného tréningu. Pod ŠŠV rozumieme účelne usporiadanie faktorov a vzťahov medzi nimi, ktoré športový výkon ovplyvňujú. Z hľadiska významnosti ovplyvňovania výkonu sa faktory zvyknú rozdeľovať do troch úrovní:

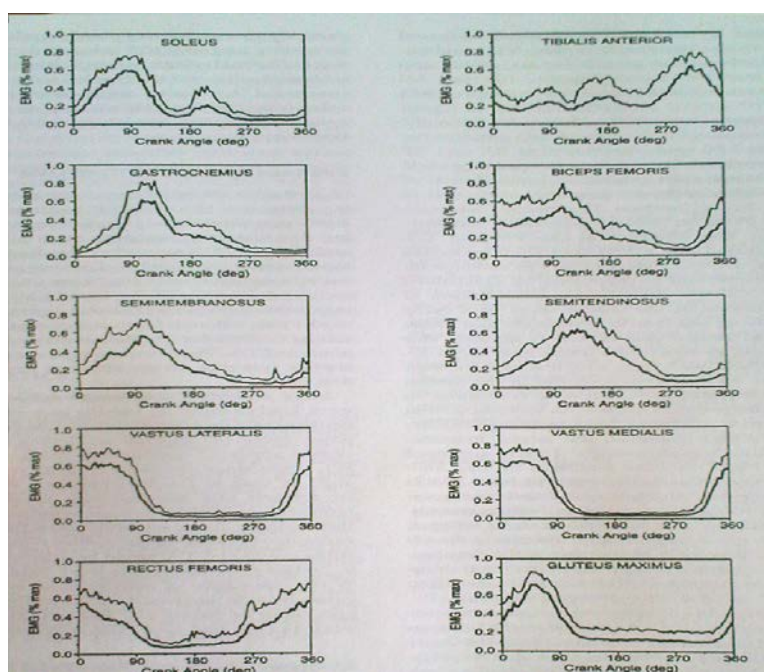
Prvá faktorová úroveň – faktory, ktoré priamo ovplyvňujú športový výkon, nemožno ich kompenzovať a sú teda limitujúce.

Druhá faktorová úroveň – faktory, v ktorých stačí dosiahnuť určitú optimálnu úroveň rozvoja. Nazývané determinujúce, vytvárajú predpoklady pre prejavenie sa limitujúcich faktorov.

Tretia faktorová úroveň – faktory, ktoré sú chápané ako sprievodné, doplnujúce. Nazývané tiež dokresľujúce, prispievajú ku kvalitnejšej hodnote výkonu a možno ich nahradzovať.

Nakoľko ŠŠV v cestnej cyklistike nie je rozpracovaná, zosumarizované poznatky uvádzame bez rozdelenia do faktorových úrovní.

Cyklistika je vytrvalostne – silovo – rýchlostný šport s horizontálnou lokomóciou nazývanou šliapanie. Tento pohyb zapríčiňuje cyklická práca dolných končatín spojená s cyklickým pohybovým prejavom ostatných segmentov tela. Svalová práca dolných končatín prebieha v koncentrickom a excentrickom type kontrakcie. Počas pedálového cyklu sa zapájajú tieto svaly dolných končatín: soleus (spodný lýtkový sval), tibialis anterior (predný píšťalový sval), gastrocnemius (dvojhlavý sval lýtkový), biceps femoris (dvojhlavý sval stehna), semimembranosus (poloblanitý sval), semitendinosus (pološlachovitý sval), vastus lateralis (bočný stehenný sval), vastus medialis (vnútorný stehenný sval), rectus femoris (priamy stehenný sval) a gluteus maximus (veľký sedací sval) (obr. 1).

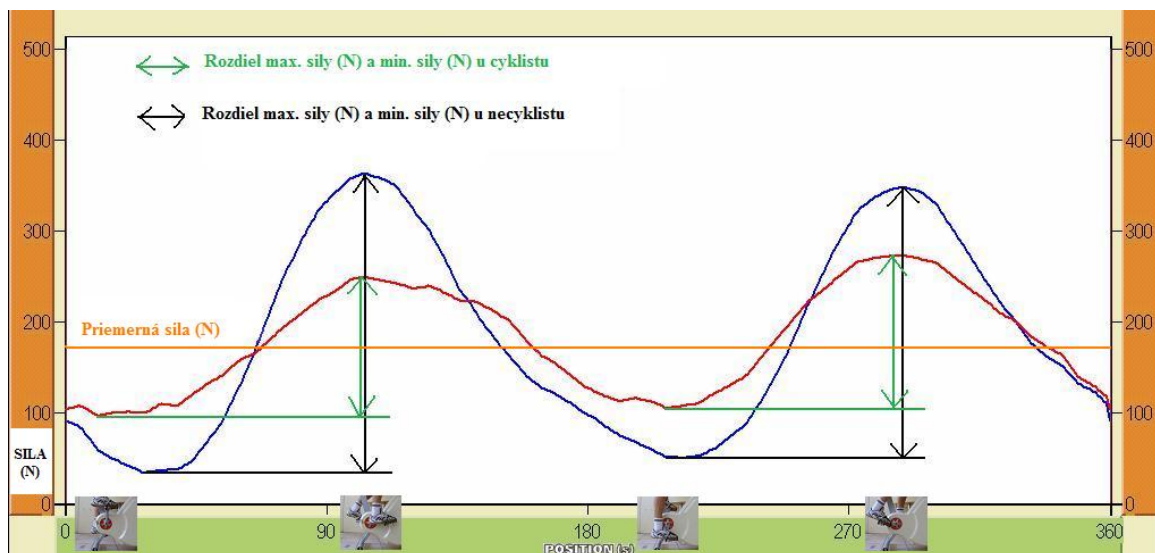


Obr. 1 Aktivácia svalov dolných končatín v priebehu pedálovacieho cyklu . Tmavá nižšia krivka je priemerný vzor z 15 pedálových cyklov u 18 osôb - 270 pedálových cyklov, a svetlá vyššia krivka je smerodajná odchylka nad priemerom (prevzaté od Garrett et al., 2000)

Svaly horných končatín, trupu, chrbta a šije vykonávajú prevažne izotonickú a izometrickú kontrakciu. Pri neočakávaných otrasoch a zmien smeru jazdy, svaly celého tela pracujú v auxotonickej kontrakcii.

Dôležitým faktorom vo vytrvalostných športoch je dostatočne vysoká mechanická účinnosť svalovej práce. I napriek tomu, že šliapanie na bicykli patrí medzi pomerne jednoduché a technicky nenáročné pohybové činnosti, jestvujú v mechanickej účinnosti medzi cyklistami a necyklistami rozdiely. Kým jedinci bežnej populácie dosahujú hrubú mechanickú účinnosť približne 20 % (Hamid et al., 2005), u trénovaných cyklistov sa uvádzajú hodnoty až okolo 25 % (Burke, 2003). Mechanickú účinnosť do značnej miery ovplyvňuje technika. Jej význam je tým väčší, čím je vykonávaný pohyb technicky náročnejší. Za jeden z faktorov techniky šliapania možno považovať rozsah kolísania sily v priebehu 360-stupňového cyklu obrátky pedálov, ktorý merali Karas a Hamar (2010) (obr. 2). Tento parameter nazvali koeficient rovnomernosti šliapania a zistili, že u cyklistov a necyklistov sa vyskytujú signifikantné rozdiely ($p < 0,05$) pri 200 a 300-wattovom zaťažení vo frekvencii otáčok 90. To je pri tých intenzitách a frekvenciách, ktoré sú typické pre cyklistický tréning a preteky. Výsledky práce preukázali špecifický efekt tréningu na techniku šliapania v závislosti od intenzity tréningového zaťaženia preferovaných frekvenciách šliapania.

Z uvedených zistení sa domnievame, že nie len mechanická účinnosť svalovej práce, ale aj technika šliapania zistená prostredníctvom koeficientu rovnomernosti šliapania zohráva v štruktúre športového výkonu významný faktor. A teda hnacie sily v priebehu šliapania by mali byť rozkladané plynulo a rovnomerne.



Obr. 2 Rozdiel maximálnej a minimálnej sily v priebehu 360-stupňového cyklu obrátky pedálov spriemerovaný z minútového zaťaženia na úrovni 300 wattov pri frekvencii pedálovania 90 otáčok za minútu u cyklistu a necyklistu (prevzaté od Karas a Hamar, 2010)

V súčasnosti je možné športový výkon cyklistu exaktne vyjadriť prostredníctvom meracieho zariadenia výkonu namontovaného na bicykli. Výkon môžeme vyjadriť v absolútnych hodnotách (W) a v relatívnych hodnotách prepočítaných na hmotnosť (W/kg).

Pri časovke jednotlivcov, ktorá sa jazdí prevažne v rovinnom teréne, je dôležitejší absolútny výkon. Na druhej strane, pri komplexnom posudzovaní výkonnostných predpokladov cestných cyklistov je vhodnejšie používať relatívne hodnoty. Ako ilustráciu možno uviesť tabuľku časov a relatívnych výkonov v 40-kilometrovej časovke cyklistov rôznych výkonnostných úrovni (tab. 1). Svetová špička dosahuje priemerný výkon 5,79 W/kg. Práca uvádza tiež výkony svetových časovkárov pri prekonaní svetového rekordu v čase na jednu hodinu, tzv. „hodinovke“. U Miguela Induraina to bol výkon 510 W a Chrisa Boardmana 442 W, pri ich rozdielnej hmotnosti to predstavovalo rovnaký relatívny výkon 6,4 W/kg.

Tab. 1 Časy a relatívne výkony v 40 kilometrovej časovke podľa rôznych výkonnostných úrovni (prevzaté od Howe, 2007)

VÝKONNOSTNÁ ÚROVEŇ / KATEGÓRIA	40 km časovka jednotlivcov VÝKON	
	t (h:m:s)	P (W/kg)
Muži		
Svetová trieda	0:48:30	5,79
UCI Divízia I/II	0:50:00	5,40
UCI Divízia III	0:51:45	5,01
Kat. 1	0:53:45	4,59
Kat. 2	0:56:00	4,19
Kat. 3	0:58:30	3,80
Kat. 4	1:01:50	3,40

Lim (2011) uvádza, že priemerný výkon najlepších cyklistov v časovke jednotlivcov sa pohybuje nad 400 W. U tých ťažších a lepších to je výkon 480 W, pri vyjadrení v relatívnych hodnotách to predstavuje výkon okolo 6 W/kg. Vo výjazdoch do kopca pretekár produkuje výkon 500 až 600 W a z kopca môže zvoľniť na 300 až 0 W (Friel, 1996).

Tak ako sme uviedli parametre výkonu cyklistu, dôležité je i poznanie energetickej zóny, v ktorej sa počas časovky nachádza. Na jej určenie, je nutné poznať nie len maximálnu spotrebu kyslíka (VO_{2max}), ale najmä hodnoty absolútneho i relatívneho výkonu na úrovni VO_{2max} a anaeróbného prahu (ANP). Tieto parametre vieme získať prostredníctvom záťažového testu do vŕita maxima. VO_{2max} špičkových cyklistov sa v pretekovom období pohybuje medzi 80 – 85 mml/kg/min (Wilmore a Costill, 2005). Pri tejto spotrebe kyslíka sú schopní vyprodukovať výkon 6,5 - 7 W/kg. Na tejto úrovni VO_{2max} dokážu pracovať 10 minút, na 95 % VO_{2max} 30 minút a na 85 % VO_{2max} 60 minút (Wilmore a Costill, 2005).

Dôležitým parametrom cyklistického výkonu je ANP vyjadrený percentuálnou úrovňou VO_{2max} . Coyle et al. (1988) porovnával dve skupiny vrcholových cyklistov v rýchlosti nástupu únavy pri zaťažení na 88 % individuálneho VO_{2max} . Dvakrát

rýchlejšie sa unavila skupina cyklistov, ktorá mala ANP na 65,8 % VO_2max oproti skupine s ANP na 81,5 % VO_2max . Vrcholoví cyklisti majú výkon na ANP okolo 5,5 – 6 W/kg, to predstavuje 85 – 90 % ich maxima dosiahnutom v záťažovom teste, ktorý zodpovedá výkonu na VO_2max . K zaujímavému zisteniu prišiel Hawley (1992). Uvádza, že lepší predpoklad pre úspech v časovke jednotlivcov na 40 km je konečný výkon v záťažovom teste do vita maxima ako VO_2max . Toto zdôvodňujeme tým, že VO_2max je ukazovateľ, ktorý vyjadruje iba silu motora športovca. Avšak, samotný výkon dosiahnutý na úrovni VO_2max postihuje silu motora i mechanickú účinnosť svalovej práce a od nej závislí ekonomiku pohybu. Pre úplnosť dodávame, že srdcová frekvencia (SF) na ANP sa nachádza na úrovni 85 – 90 % maximálnej SF.

Coggan a Allen (2006) rozdelili cyklistov do výkonnostných kategórií od začiatočníkov po profesionálov podľa ich maximálnych výkonov dosiahnutých počas 5 sekúnd, 1, 5 a 20 minút. Na základe uvedených výkonov je možné nielen zhodnotiť výkonnosť, ale tiež učiť typológiu cyklistu. Rozlišuje 3 základné typy. „Univerzál“, ktorý má približne všetky hodnoty v tabuľke rovnako vysoko. „Šprintér“, ktorý má výkon pri kratšom zaťažení výraznejšie vyšší ako výkon pri dlhšie trvajúcom zaťažení. A „Stíhač“, ktorého výkon pri stredne trvajúcom zaťažení je výraznejšie vyšší ako výkon pri kratšom a dlhšie trvajúcom zaťažení. Uvádza, že stíhačov je najmenej. Cogganova tabuľka má isté obmedzenia. Nevypovedá o tom, koľkokrát ten daný výkon dokážu cyklisti opakovať. (Príloha A: Cogganova tabuľka s maximálnymi mechanickými výkonmi rôznych výkonnostných kategórií (prevzaté od Coggan a Allen, 2006).

Zo somatického hľadiska zohráva významnú úlohu telesná výška a hmotnosť. Vynikajúci etapoví jazdci bývajú subtilnejšej postavy s hmotnosťou do 65 kilogramov. Naopak, zdatní šprintéri, ktorí sú schopní vyhrávať etapové hromadné dojazdy celého pelotónu a jednorazové preteky s hromadným štartom s menším výškovým profilom, disponujú vyššou telesnou hmotnosťou až do 85 kilogramov. Toto platí i u jazdcov špecializujúcich sa na časovky jednotlivcov. Na základe uvedených poznatkov môžeme predpokladať, že úspešní cestní cyklisti sú mezomorfní ektomorfovia so značne rozdielnou telesnou výškou a hmotnosťou.

1.2 TRÉNING V CYKLISTIKE

Podľa Dovalila et al. (2002) je športový tréning zložitý, účelne organizovaný pedagogický proces rozvoja špecializovanej výkonnosti športovca, zameraný na dosahovanie maximálnych športových výkonov a na víťazstvo nad súperom vo vybranom športovom odvetví alebo disciplíne.

Marček et al. (2007) rozdeľujú tréningový proces na tri komponenty:

- systém motorického učenia
- systém vypracovania najvhodnejších adaptačných zmien, teda optimálneho funkčného a morfológického prispôsobovania na danú konkrétnu pohybovú činnosť
- rozvoj morálno-vôľových vlastností

Prispôsobenie organizmu na opakované telesné zaťaženie zlepšuje funkciu orgánov a orgánových systémov tým, že sú schopnejšie podávať vyšší výkon a zväčšuje sa ich kapacita. Toto prispôsobenie je výsledkom adaptačných procesov, ktoré sa odohrávajú na bunkovej úrovni. Ich priebeh a rozsah závisí od intenzity, objemu (trvanie) a frekvencie tréningových podnetov. Narušenie homeostázy aktivizuje regulačné bunkové mechanizmy, ktoré narušenie nielen minimalizujú, ale na prechodný čas superkompenzujú (Marček et al. 2007). Superkompenzácia je ochranný mechanizmus, ktorý pripravuje organizmus na možné opakovanie zaťaženia a to tým, že zvýši úroveň energetického potenciálu nad východiskový stav. Jej nástup, trvanie a veľkosť závisí od druhu, intenzity a dĺžky trvania pohybovej aktivity. Nasadenie ďalšieho tréningového zaťaženia by malo začať práve vo fáze superkompenzácie. Podľa Dovalila et al. (2002) sa dá predpokladať, že optimálny odstup pre nasledujúce zaťaženie po predchádzajúcej tréningovej činnosti je:

- po ľahkom rýchlostnom tréningu za 12 hodín
- po náročnom rýchlostnom tréningu za 24 hodín
- po ľahkom anaeróbne vytrvalostnom tréningu za 24 hodín
- po ťažkom anaeróbne vytrvalostnom tréningu za 48 hodín

- po ľahkom aeróbne vytrvalostnom tréningu za 24 hodín
- po ťažkom aeróbne vytrvalostnom tréningu za 48 hodín
- po ťažkom silovom tréningu za 48 – 72 hodín

Laczo (2006) uvádza dynamiku neúplnej regenerácie na začiatku a na vrchole superkompenzačného procesu po rôznych typoch zaťažení (obr. 3).

Zameranie zaťaženia	Rýchla, neúplná regenerácia	Na začiatku superkompenzácie Navrchole superkompenzácie(hod)
Ľahký rýchlostný tréning	6	8/12
Náročný rýchlostný tréning	12	16/24
Ľahký silový tréning	24	40/48
Náročný silový tréning(max. Sila)	48	70/80
Vytrvalosť v rýchlosti(LAV)	40	60/72
Špeciálna vytrvalosť(LAT)	48	70/80
Ľahký vytrvalostný tréning	12	20/24
Náročný vytrvalostný tréning	24	35/48
Rýchlostný a silový tréning	24	35/48
Rýchlostný a technický tréning	24	60/72

Obr. 3 Dynamika neúplnej regenerácie na začiatku a na vrchole superkompenzačného procesu po rôznych typoch zaťažení (prevzaté od Laczo, 2006)

Tréning vyvoláva celý komplex zmien a preto je v športovej praxi potrebné citlivo prihliadať na funkčný stav organizmu športovca. Na jeho odhalenie nám slúžia rôzne diagnostické metódy, ktorými sa zaoberáme v kapitole hodnotenie únavy v športovej praxi.

Rozvoj adaptácie možno regulovať intenzitou tréningu, objemom tréningu a frekvenciou tréningových podnetov. Na správne riadenie tréningového procesu je nevyhnutné poznať nástroje na posudzovanie tréningového zaťaženia.

1.2.1 CHARAKTERISTIKA TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA

Pre účelné posudzovanie a riadenie tréningového zaťaženia v cyklistike je nutné poznať jeho kvantitatívne i kvalitatívne charakteristiky.

1.2.1.1 KVANTITATÍVNE UKAZOVATELE ZAŤAŽENIA

Kvantitatívnym ukazovateľom zaťaženia je objem alebo absolvovaná vzdialenosť. Oba vieme objektívne a bez problémov zaznamenávať a vyjadrovať fyzikálnou veličinou – čas (t), respektíve dráha (s). V cyklistickej praxi sa používajú obe. Preteky bývajú určované prostredníctvom vzdialenosti. Naopak tréning v neznámom profile terénu je výhodnejšie stanoviť pomocou času. V opačnom prípade by zadaný počet kilometrov mohol trvať rozdielny čas a tým by sa určený objem tréningu nemusel dodržať.

1.2.1.2 KVALITATÍVNE UKAZOVATELE ZAŤAŽENIA

Kvalitatívny ukazovateľ je intenzita, ktorú v cyklistike môžeme hodnotiť prostredníctvom fyzikálnych veličín (mechanický výkon, rýchlosť) a odozvy organizmu pomocou fyziologických parametrov (srdcová frekvencia, hladina krvného laktátu).

Výhodou mechanického výkonu je presné vyjadrenie intenzity, ktoré nie je ovplyvnené vetrom, sklonom terénu a teplotou prostredia. Pravdepodobne jedinou nevýhodou je finančná náročnosť zariadenia na meranie mechanického výkonu v teréne. Naopak meranie intenzity pomocou rýchlosti je finančne dostupné. Avšak v cyklistike nepredstavuje najvhodnejšie meradlo intenzity.

Riadenie tréningového procesu by nemalo vychádzať iba z fyzikálnych veličín, ktoré nezohľadňujú reakciu organizmu na danú intenzitu. Preto je dôležité zohľadňovať i srdcovú frekvenciu a hladinu krvného laktátu.

Z tohto dôvodu za najefektívnejší ukazovateľ považujeme tréningové zóny, ktoré berú do úvahy individuálnu srdcovú frekvenciu pri danom výkone a laktáte.

1.2.1.2.1 Fyzikálne

1.2.1.2.1.1 Mechanický výkon

Primárnym zdrojom výkonu pre pohybovú činnosť je svalová práca. Prácu svalu definujeme ako pôsobenie svalovej sily po určitej dráhe. Práca vykonaná za časovú jednotku sa nazýva výkon. Výkon je fyzikálna veličina, ktorá udáva množstvo vykonanej práce za určitý čas. Označujeme ho P a základnou jednotkou výkonu podľa sústavy SI je 1 watt (W). Ďalšími jednotkami (zastaralými) sú napríklad kôň (1 k = 735,5 W).

Výkon sa vyjadruje ako:

$$\text{Výkon} = \text{Práca} / \text{Čas}$$

$$\text{Výkon} = \text{Sila} \times \text{Rýchlosť}$$

Podľa tejto rovnice je výkon v cyklistike určený silou šliapania do pedálov vynásobený frekvenciou šliapania (kadenciou). Z toho vyplýva, že mechanický výkon je pri konštantnej kadencii priamo úmerný sile šliapania do pedálov.

Výkon meraný vo wattoch je preukázateľným a objektívnym meradlom intenzity tréningu. Pri jeho využití sa pri hodnotení intenzity absolvovaného tréningu eliminujú subjektívne vplyvy. Nie je ovplyvnený vonkajšími podmienkami ani profilom trate (ako pri rýchlosti). Na rozdiel od merania hodnôt koncentrácie laktátu v krvi sú informácie o výkone dostupné okamžite. Jedna z najväčších výhod merania mechanického výkonu pri riadení tréningu spočíva v tom, že na zmenu intenzity odráža okamžite na rozdiel od SF a laktátu. Na základe týchto faktov sa mechanický výkon považuje za vysoko citlivý parameter pre riadenie tréningovej jednotky.

Mechanický výkon v cyklistike vieme merať priamo na bicykli pri tréningu pomocou mobilného meracieho zariadenia. Takéto zariadenia (SRM, POWERTAP, ERGOMO, POLAR...) sa v ostatných rokoch stávajú stále dostupnejšie nielen pre výkonných ale aj rekreačných cyklistov. Okrem mechanického výkonu umožňujú registráciu frekvencie šliapania, rýchlosti a SF v terénnych, ako aj v laboratórnych podmienkach. Hnacia sila a rýchlosť potrebná pre výpočet výkonu je meraná pomocou tenzometrov a optoelektronických snímačov. Tie sú umiestnené v kľukách (SRM systém), v náboji zadného kolesa (POWERTAP systém) a v stredovej osi

(ERGOMO systém). SRM systém je v porovnaní s ostatnými systémami považovaný za najpresnejšie meracie zariadenie mechanického výkonu. Avšak nedávna štúdia (Berucci et al., 2006) tiež poukazuje, že POWER TAP, ktorý sme na meranie využívali, je porovnateľný s SRM. O spoľahlivosti ERGOMO systému sme nenašli žiadne štúdie. V tabuľke 2 uvádzame hodnoty mechanického výkonu namerané rôznymi zariadeniami pri rôznej rýchlosti a sklone terénu (Berucci et al., 2006).

Tab. 2 Porovnanie hodnôt mechanického výkonu odmeraných zariadeniami SRM, POWER TAP a ERGOMO počas stupňovaného testu (prevzaté od Berucci et al., 2006)

	2% 15 km/h	2% 25 km/h	6% 15 km/h	4% 25 km/h	6% 25 km/h
INTENZITA					
SRM	103 ± 4 W	177 ± 8 W	236 ± 5 W	285 ± 9 W	400 ± 6 W
ERGOMO	106 ± 9 W	183 ± 15 W	257 ± 9 W	299 ± 16 W	421 ± 14 W
POWER TAP	96 ± 2 W	63 ± 6 W	227 ± 3 W	270 ± 9 W	388 ± 6 W

1.2.1.2.1.2 Rýchlosť

V nedávnej minulosti rýchlosť predstavovala jediný ukazovateľ intenzity v cyklistike. V tom čase sa ešte nepoužívali zariadenia na meranie SF a mechanického výkonu v teréne. V súčasnosti sa jej využívanie na intenzifikáciu zaťaženia vytráca, keďže nespĺňa kritéria objektívneho ukazovateľa. Súvisí to so skutočnosťou, že je ovplyvňovaná množstvom vonkajších činiteľov ako profil terénu, povrch cesty, vietor a iné. Avšak v niektorých prípadoch sa s ňou stretávame i naďalej. Dôkazom toho sú rekreační cyklisti a cykloturisti.

1.2.1.2.2 Fyziologické

1.2.1.2.2.1 Srdcová frekvencia (SF)

Pri pohybovej činnosti často dochádza k značným zmenám ukazovateľov krvného obehu. Tým hlavným a najčastejšie používaným ukazovateľom je srdcová frekvencia (SF). Podnet na zmrštenie srdca vzniká v excitomotorickom uzle - nodus sinuatrialis - "pacemaker". Nervové impulzy kontrakciu nevyvolávajú, ale ovplyvňujú jej intenzitu a frekvenciu. Tie prichádzajú z vegetatívneho nervového systému. Ten je tvorený sympatikom a parasympatikom. Sympatikus spôsobuje vazodilatáciu vencovytých tepien srdca, zrýchlenie akcie srdca a zvýšenie krvného tlaku. Naopak parasympatikus spôsobuje vazokonstrikciu vencovytých tepien, zrýchlenie akcie srdca a zníženie krvného tlaku.

V dôsledku tréningu sa reakcia SF v pokoji i pri zaťažení mení. Taktiež hodnoty SF medzi jedincami sú značne rozdielne a závisia od množstva faktorov. U trénovaných vytrvalostných športovcov hovoríme o pokojovej adaptačnej bradykardii. Je to zníženie pokojovej hodnoty SF až na 30 úderov za minútu. Vo svetovej literatúre sa uvádza hodnota 28 úderov za minútu u medzinárodne veľmi úspešného cestného cyklistu (Komadel et al., 1985). U netrénovaných sa táto hodnota pohybuje medzi 70 – 80 úderov za minútu v závislosti od genetickej podmienenosti, veku, pohlaviu, zdravotného, psychického stavu atď.

SF je teda premenlivá veličina a okrem intenzity zaťaženia závisí aj od ďalších faktorov (Hamar, 1985; Janssen, 1989; Štulrajter et al., 1990; Dovalil et al., 2002):

- nedostatok tekutín
- výživa
- nadmorská výška
- lieky
- vek športovca
- pohlavie
- zdravotný stav
- psychický stav
- únava
- vlhkosť vzduchu
- vonkajšia teplota prostredia
- hydrostatický tlak a nedostatok kyslíka

Podľa Hamara (1989) má na výšku SF značný vplyv zvýšenie vonkajšej teploty prostredia, kedy sa spúšťajú termoregulačné mechanizmy, nastáva potenie, mierne sa zrýchľuje dýchanie a dochádza k jej stúpnutiu. Zníženie vonkajšej teploty má menší vplyv na zmenu SF a najnižšie hodnoty sú dosahované pri teplotách okolo 20°C.

Podľa Štulrajtera et al. (1990) je ľudský organizmus citlivý na zmenu nadmorskej výšky. Stúpajúcou nadmorskou výškou sa mení parciálny tlak kyslíka, čo spôsobuje, že pri rovnakej intenzite zaťaženia je SF vyššia.

SF pri zaťažení je do určitej miery závislá aj od dostatku svalového glykogénu. Pri jeho nedostatočnom množstve môžu byť hodnoty SF pri danej intenzite vyššie (Heigenhauser et al. 1983).

SF má pri konštantnom vytrvalostnom zaťažení tendenciu pozvoľna rásť, tento jav sa nazýva *kardiovaskulárny drift*. Na drift má veľký vplyv intenzita zaťaženia. Nárast SF je tým vyšší, čím je vynaložené úsilie náročnejšie. Neumann et al. (2005)

Ďalším nežiaducim fenoménom z hľadiska posudzovania tréningového úsilia je oneskorená reakcia SF na zmenu intenzity zaťaženia. Tento jav sa najmä prejavuje pri krátkotrvajúcom zaťažení do dvoch minút a teda využívanie SF ako indikátora intenzity krátkotrvajúceho tréningového zaťaženia nie je úplne vhodné. Pri rovnomernom dlhšetrvajúcom zaťažení oneskorenie reakcie SF nie je až také významné. Ale pri striedaní intenzity zaťaženia je oneskorená reakcia SF významná. V momentoch, kedy dochádza k zmene intenzity, hodnota SF neodráža aktuálny stav zapájanej metabolickej zóny a preto treba istý čas počkať, než sa hodnoty ustália. Táto doba závisí od dĺžky a intenzity intervalov. Spravidla platí, že pri kratšom a intenzívnejšom intervale je oneskorená reakcia SF vyššia.

Meranie SF patrí medzi jednoduché a dostupné metódy zisťovania odozvy organizmu na telesné zaťaženie. Patrí medzi najčastejšie informácie o stave športovca nielen počas zaťaženia, ale aj pred ním a po ňom. Podľa laboratórnych výsledkov, alebo terénnych meraní je možné stanoviť optimálnu zónu SF pre tréning v rôznych metabolických zónach. Pre riadenie tréningu v čisto anaeróbnej zóne nie je vypovedajúca schopnosť SF vysoká. Dôvodom je oneskorená reakcia SF popísaná vyššie. Ale pre oblasť intenzity zaťaženia po úroveň VO_{2max} je veľmi dobre použiteľná.

SF frekvenciu môžeme zisťovať (Hamar et al., 2008):

- auskultáciou (počúvanie) na hrote srdca
- z krivky EKG záznamu (vzdialenosť R – R)
- prístrojmi založenými na fotometrickom, piezoelektrickom,
- elektrickom princípe (pulzotachometer, športtester)
- palpáciou (palcom na zápästí, či krčnej tepne)

Najpresnejšiu a najspoľahlivejšiu registráciu SF poskytujú dnes už bežne používané mikroprocesorové snímače (športtester). Pri meraní sa využíva EKG signál, ktorý je snímaný pomocou špeciálnych elektród umiestnených na hrudnom páse. Na pás je pripevnený miniatúrny bezdrôtový vysielateľ, ktorý snímaný elektrický signál prenáša do vlastného meracieho a registračného zariadenia. To má tvar náramkových hodínok a upevňuje sa na zápästie. Prístroj zobrazuje na displeji priamo minútovú hodnotu srdcovej frekvencie, ktorú vypočíta z 60, 15, 5 sekundových intervalov alebo záznamu tep po tepe. Výhodou je možnosť vyhodnocovania záznamu na PC pomocou špeciálnych analytických programov.

Na trhu možno nájsť rôznych výrobcov športtesterov od renomovaných značiek, až po jednoduché neznačkové modely. Najdôležitejšia funkcia pre riadenie tréningu je možnosť previesť údaje do PC a tam ich pomocou softwaru vyhodnotiť.

Túto požiadavku spĺňa fínsky Polar, fínske Suunto, japonský Cataye, nemecký Garmin a nemecký Ciclosport. Na trhu sú ďalšie značky, ktoré už spojenie s PC neposkytujú ako Sigma, Sportester BN, Merida Bion, M-ighty, Sloger (bez hrudného pasu, iba sa nasunie na prst) a iné.

1.2.1.2.2.2 Laktát

Produkcia laktátu (kyselina mliečna) súvisí so zapájaním rýchlych vlákien a aktivácií anaeróbnej glykolýzy pri vyššej intenzitou zaťaženia. Ide o konečný produkt anaeróbného metabolizmu glykogénu, resp. glukózy vznikajúci vo svalovom tkanive.

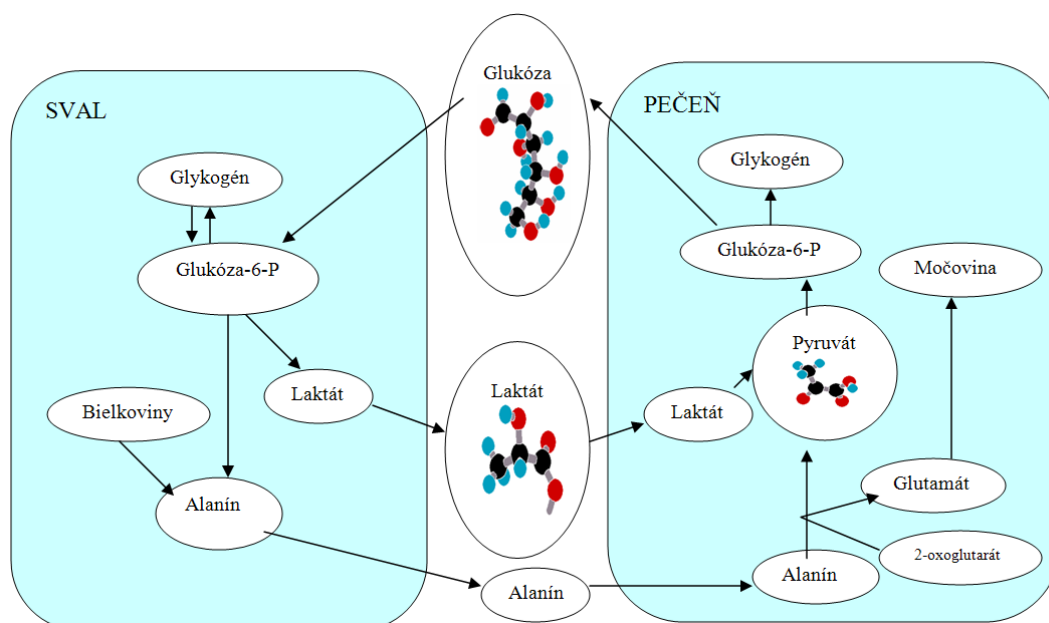
Laktát sa tvorí redukciou pyruvátu pôsobením laktátodehydrogenázy (LDH). Pri nedostatku kyslíka (absolútnom aj relatívnom) fosfoenolpyruvát nepodlieha oxidatívnej dekarboxylácií a ďalšiemu odbúravaniu v citrátovom cykle, ale hydrolyzuje sa na pyruvát za uvoľnenia energie. Pyruvát sa ďalej pôsobením LDH redukuje na laktát. Reakcia premeny pyruvátu na laktát je reverzibilná, ale LDH preferuje tvorbu laktátu ako opačný

pochod. Laktát sa ďalej iným mechanizmom nemetabolizuje. Pri opačnej reakcii, musí byť pyruvát rýchlo odstraňovaný. Hladina laktátu v krvi je daná pomerom medzi jeho tvorbou najmä z krvných elementov a svalov a jeho metabolizáciou.

Počas zaťaženia, obzvlášť krátkodobého a vysokointenzívneho, tvorba laktátu v svalových bunkách presahuje rýchlosť jeho vyplavovania do kapilárnej krvi, čo vedie k zvýšeniu jeho koncentrácie vo vnútri svalových vlákien. Jeho vyplavovanie do krvi závisí od koncentračného spádu medzi svalovou bunkou a krvou. Teda, čím viac laktátu sa vytvorí vo svale a čím menej laktátu sa v krvi nachádza, tým rýchlejšie sa presunie zo svalu do krvi. Laktát sa nenachádza len v krvnej plazme, ale prechádza aj do červených krviniek. Keď prejde do červených krviniek, zníži sa jeho koncentrácia v plazme, čo umožní ďalšie uvoľnenie molekúl laktátu zo svalu do krvi.

Pomer laktátu v plazme k laktátu vo vnútri červených krviniek je 2:1. Laktát sa viaže na hemoglobín. Vďaka tomu, že má hemoglobín pufrovaciu kapacitu je schopný do značnej miery neutralizovať laktát. Výnimku predstavuje iba vysokointenzívne zaťaženie, počas ktorého je prechod laktátu do plazmy rýchlejší ako prechod laktátu do červených krviniek (Juel et al., 1990).

V ľudskom tele sa neustále tvorí malé množstvo laktátu. Na jeho tvorbe sa podieľajú: koža, erytrocyty, mozog, svaly, črevná sliznica, leukocyty a trombocyty. Vznikajúci laktát je prenášaný krvou do pečene. Pečeň má kompletnú enzýmovú výbavu pre glukoneogézu a vytvára z dodávaného laktátu glukózu ($C_6H_{12}O_6$), prípadne zásobný glykogén. Vzniknutá glukóza prechádza do krvi a opäť môže byť využitá ako energetický zdroj pre tkanivá. Popísaný metabolický cyklus sa nazýva Coriho alebo laktátový cyklus (Dršata, 1983) (obr. 4). Ďalšia časť je použitá v obličkách (glukoneogéza a vylúčenie močom), zvyšok metabolizuje myokard a ďalšie orgány.



Obr. 4 Coriho alebo laktátový cyklus (prevzaté od Dršata, 1983)

Koncentrácia pokojového laktátu dosahuje hodnotu $0,5 - 1,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ (Neumann et al., 2005), podľa Kučeru a Trusku (2000) a Janssen (2001) sa pohybuje v rozmedzí od $1,3 - 2 \text{ mmol.l}^{-1}$ a podľa Hamara (1985) je to v rozmedzí od $0,7$ do $1,5 \text{ mmol.l}^{-1}$. Podobné hodnoty získavame tiež pri aeróbnom zaťažení. Tvorba laktátu je známkou aeróbného získavania energie a nástupu anaeróbného metabolizmu (Neumann et al., 2005).

Keďže cestná cyklistika je zaťaženie s variabilnou intenzitou, množstvo vyprodukovaného laktátu zväčša neodzrkadľuje ani tak stupeň únavy ako skôr spôsob momentálneho krytia energetických požiadaviek v závislosti od intenzity, trvania zaťaženia a typológie športovca. Keďže väčšina LA sa produkuje v rýchlych svalových vláknach, môžeme predpokladať, že pri tom istom individuálnom výkone dvaja cyklisti vyprodukujú rozdielne hodnoty LA v dôsledku rozdielného podielu rýchlych a pomalých svalových vlákien. Bielik (2006) tiež hovorí, že faktory ovplyvňujúce hladinu laktátu v krvi po zaťažení sú: intenzita a dĺžka rozcvičenia, prevaha určitého typu svalových vlákien, kapilarizácia svalových vlákien, zníženie okolitého parciálneho tlaku kyslíka, proporcia sacharidov v strave a s tým spojené zásoby glykogénu vo svaloch a v pečeni, kapacita tkanivového nárazníkového systému a s ním spojená miera difúzie iónov H^+ zo svalového tkaniva do krvného riečiska. Ďalším z faktorov, ktoré ovplyvňujú hodnoty laktátu v kapilárnej krvi pri anaeróbnom výkone je potenciál nárazníkového systému (bielikoviny, karnozín, myoglobín, hemglobín, HCO_3 , hydrolýza kreatinfosfátu, aminokyseliny atď.) vo

svale. Tlmenie anaerobnej glykolýzy a tým aj tvorby energie anaeróbnym spôsobom je pri telesnom zaťažení bezprostredným dôsledkom i znižovania pH vo svalových bunkách .

Vysoká hladina kyseliny mliečnej pôsobí nepriaznivo aj na centrálny nervový systém. V CNS dochádza k poruchám neurodynamických procesov. Navonok sa to prejavuje zhoršenou koordináciou nervovo-svalového aparátu a poklesom rýchlosti pohybu.

1.2.1.3 TRÉNINGOVÉ ZÓNY

Pre účinnú stimuláciu vytrvalostných schopností nestačí vyjadrovanie subjektívneho pocitu nízkej, strednej a vysokej intenzity. Toto delenie je nepostačujúce a nezohľadňuje funkčnú a metabolickú odozvu organizmu. Z tohto dôvodu je potrebné rozdeliť vytrvalostné zaťaženie na určité stupne, ktoré nazývame tréningové zóny (TZ). Každá z nich zohľadňuje rôznu intenzitu zaťaženia, vyvoláva iné adaptačné mechanizmy v organizme, iný stupeň únavy, rozdielny spôsob čerpania energie a s tým spojený rozdielny nárast biologických veličín pomocou ktorých môžeme tieto TZ rozdeliť.

Klasifikácia tréningových zón v cestnej cyklistike

(Údaje o mechanickom výkone a biologických veličinách sú uvedené ako ilustratívne).

TZ 1. Kompenzačná zóna, aktívna pohybová regenerácia

SF: 112 – 129 úder/min., mechanický výkon: 80 – 140 W, LA: 0,8 – 1,5 mmol.l⁻¹

V tejto TZ prebieha aktívna regenerácia formou pohybu, rozjazdenie a vyjazdenie po pretekoch či tréningu a návrat na jej úroveň pri intenzívnom intervalovom tréningu. Tréning v tejto intenzite však nevyvoláva žiadnu adaptáciu a teda ani zlepšenie funkčného stavu organizmu.

TZ 2. Aeróbna zóna, budovanie základnej aeróbnej vytrvalosti

SF: 130 – 148 úder/min., mechanický výkon: 140 – 200 W, LA: 1, 5 – 2, 1 mmol.l⁻¹

TZ 2 predstavuje hlavnú náplň vytrvalostného tréningu. Prebieha v nej väčšina pozitívnych adaptačných mechanizmov organizmu ako zmnoženie mitochondrií v bunke, hustne kapilárna sieť, zvyšuje sa aktivita enzýmov, ktoré sa zúčastňujú na metabolizme tukov. Hornú hranicu TZ určuje aeróbny prah, pri ktorom je LA stabilizovaný do cca 2 mmol. Energia pre svalovú prácu je hradená prevažne z tukov. Z týchto dôvodov, by mal tréning v tejto TZ tvoriť najpodstatnejšiu náplň tréningového procesu cyklistu. Tréning v tejto zóne buduje aeróbny základ, ktorý sám o sebe nezodpovedá za pretekový výkon ale jeho výsledok do významnej miery predurčuje.

TZ 3. Aeróbno - anaeróbna zóna, zmiešaná zóna

SF: 149 – 175 úder/min., mechanický výkon: 200 – 290 W, LA: 2, 1 – 3, 9 mmol.l⁻¹

Táto TZ nie je natoľko intenzívna, aby vyvolala dostatočne silný stimul na zlepšenie funkčných ukazovateľov organizmu a je príliš intenzívna, aby pôsobila pozitívne – anabolicky ako TZ 2. Spodnú hranicu určuje intenzita nad aeróbnym prahom a hornú hranicu intenzita pod ANP. Energiu pre svalovú prácu už nestíhajú zásobovať tuky a tak sa vo väčšej miere využíva pohotovostnejší zdroj energie – svalový glykogén. Hladina LA v krvi stúpa, ale stále sa drží pod kontrolou pod hranicu 4 mmol.l⁻¹. Tréning v intenzite tejto TZ vyčerpáva zásoby glykogénu a tým zhoršuje i následnú výrobu energie z tukov. Keby sa v tomto stave tréning predlžoval, energiu na hradenie svalovej práce už začínajú zabezpečovať bielkoviny. To by malo značný katabolický efekt a tým negatívny účinok na organizmus. Avšak i napriek týmto skutočnostiam je potrebné v tejto TZ absolvovať určitú časť tréningovej náplne, keďže sa v nej cyklista nachádza v priebehu podstatnej časti pretekov s hromadným štartom. Taktiež tréning tempovej a silovej vytrvalosti prebieha práve v tejto zóne.

TZ 4. Zóna anaeróbného prahu, ANP

SF: 176 – 180 úder/min., mechanický výkon: 290 – 300 W, LA: 3,9 – 4,1 mmol.l⁻¹

TZ 4 predstavuje intenzitu v oblasti ANP. To znamená, že LA by mal byť na ustálených hodnotách okolo 4 mmol.l⁻¹. Vďaka tomu, je možné túto intenzitu udržať dlhší čas, čo predstavuje 10 až 50 minút. Energia pre svalovú prácu je v prevažnej miere hradená iba zo svalového glykogénu. ANP cestných cyklistov sa nachádza na úrovni okolo 80 % VO₂max a podľa Hamara a Lipkovej (2008) sa pri tejto intenzite tuky využívajú iba minimálne. Pre cestného cyklistu zohráva tréning TZ 4 vysoký prínos, keď učí organizmus pracovať dlhodobejšie a posúva ANP vyššie. V tejto intenzite prebieha väčšina extenzívnych intervalových tréningov a taktiež podstatná časť pretekov s hromadným štartom.

TZ 5. Anaeróbna – aeróbna zóna, po VO₂max

SF: 181 – 196 úder/min., mechanický výkon: 300 – 400 W, LA: 4,1 – 9,3 mmol.l⁻¹

Túto TZ možno tiež nazvať preteková, keďže prevažná väčšina kľúčových okamihov pretekov s hromadným štartom a celá časovka jednotlivcov sa odohráva práve v nej. Jej spodná hranica je určená intenzitou nad ANP a vrchná hranica intenzitou na úrovni VO₂max. Tréning v tejto zóne vyvoláva značné prekyslenie organizmu, keďže LA sa už nestíha odbúravať, narúša hladina hormónov, srdcovocievny systém je pod vysokou záťažou, zhoršuje sa imunita a iné. Tieto negatívne zmeny majú za následok adaptačné mechanizmy organizmu bez ktorých zvyšovanie športovej výkonnosti nejde. Avšak tu treba mať na zreteli, že tréningové prostriedky v tejto zóne je potrebné využívať citlivo a obozretne. Prebieha tu väčšina intenzívnych intervalových tréningov.

TZ 6. Anaeróbna zóna, nad VO₂max

SF: 197 – 202 úder/min., mechanický výkon: 400 – 430 W, LA: 9,3 – 14,6 mmol.l⁻¹

Extrémne stresujúca maximálna intenzita, ktorá prebieha v stave akútneho nedostatku kyslíka. Trvanie býva obmedzené na 50 až 120 sekúnd. SF nemusí stihnúť zareagovať, ale LA sa vytvorí až do maximálnych možností organizmu. Energia pre svalovú prácu je hradená z ATP, CP a glykogénu. V tejto zóne sa cyklista nachádza pri

rýchlostnom, silovom tréningu a v rozhodujúcich okamžikoch pretekov, ako sú nástupy v stúpaní, do únikov a šprinty do cieľa.

1.2.2 PERIÓDY MAKROCYKLU

Cestní cyklisti každoročne absolvujú dlhú pretekovú sezónu, na ktorú sa treba dôsledne pripraviť. Tá zvyčajne trvá od februára do októbra. Avšak udržať počas takto dlhej doby organizmus v požadovanej výkonnosti, či dokonca v športovej forme je veľmi zložité. Z tohto dôvodu sa cyklisti sústreďia len na určitú časť sezóny alebo si ju rozdelia na dve polovice.

Na rozplánovanie tréningových a pretekových zámerov slúži ročný tréningový plán – makrocyklus. Ten sa v cyklistike rozdeľuje na štyri periód: základnú, prípravnú, špeciálnu (pretekovú) a prechodnú. Každá z nich má odlišné ciele, úlohy, dynamiku zaťažovania, výber tréningových prostriedkov a iné. Tréningové prostriedky v cyklistike delíme na všeobecné (VTP) a špeciálne (ŠTP). Prostredníctvom VTP sa nepriamou cestou dostávame k vytýčenému cieľu, čiže zlepšeniu predpokladov pre podanie žiadaného športového výkonu, alebo sa nimi pripravujeme na ŠTP. Sú to behanie, posilňovanie, plávanie, korčuľovanie, bežecké lyžovanie, zjazdové lyžovanie, športové hry a iné. Využívame ich prevažne v základnej perióde. ŠTP sú tie, ktorými rozvíjame pohybový prejav športovej disciplíny. Vyžívame ich celoročne s výnimkou prechodnej periódy, kde si od nich organizmus potrebuje oddýchnuť. V cyklistike to je jazda na bicykli alebo rôzne alternatívy simulujúce jazdu na ňom (trenažér, ergometer, valce a spinning).

Základná perióda – Úloha periódy spočíva v rozvoji dostatočne vysokej aeróbnej vytrvalosti, ktorú rozvíjame prevažne VTP a rozvoji všeobecnej sily, ktorú rozvíjame v posilňovni. Avšak dva až tri krát týždenne je nutné zaradiť tréning prostredníctvom ŠTP. Taktiež po skončení silového tréningu v posilňovni je vhodné zakončiť tréningovú jednotku ŠTP. I keď prevažujú objemové tréningy v nižších intenzitách, je vhodné 1 až 2 krát týždenne zapojiť zaťaženie vo vyššej intenzite. Trvať by mala asi 3 mesiace a to v zimnom období.

Prípravná perióda - Do prípravnej periódy by nás mala pripraviť základná perióda. Pokiaľ sa tak nestalo, môže sa stať, že po ukončení prípravnej periódy nastane vyčerpanie alebo pretrénovanie. Úlohou je pokračovať v rozvíjaní základnej aeróbnej vytrvalosti, ale VTP nahrádzajú ŠTP. Všeobecnú silu nadobudnutú v základnej perióde je potrebné premeniť na silu špeciálnu, teda silu na bicykli. Ďalej je dôležité vybudovať silovú vytrvalosť, tempovú vytrvalosť a vytrvalosť na úrovni ANP. Keďže tréningy v tomto období sú dlhé a aj intenzívne zároveň treba prikladať dôraz regenerácii. V prvom týždni môžeme ešte ponechať posilňovacie cviky ale v ďalších týždňoch príprava prebieha už len na bicykli. Iné športy využívame na aktívnu regeneráciu. Perióda by mala trvať približne 2 mesiace, a v posledných 2 týždňoch je vhodné zaradiť prvé prípravné preteky.

Špeciálna (preteková) perióda - Cieľom je znížiť objem tréningov a naopak zvýšiť intenzitu. Organizmus by mal byť schopný zvládať ťažké aeróbne a anaeróbne zaťaženia, takže prevažujú rôzne intervalové a tempové tréningy. Veľký dôraz treba dávať samotnej regenerácii a regeneračným tréningom. Jedenkrát týždenne je vhodné absolvovať tréning na rozvoj základnej aeróbnej vytrvalosti. Každý víkend sú na programe preteky, na ktoré treba byť psychicky i fyzicky pripravený. Dĺžka periódy je 5 až 7 mesiacov. Môžu byť v nej dva vrcholy, v 3. a 6. mesiaci. Po prvom vrchole sa intenzita i objem na dva týždne zníži, aby si organizmus oddýchol od extrémneho nasadenia a mal sa chuť pripraviť na ďalší vrchol pretekovej sezóny.

Prechodná perióda - Táto perióda zahŕňa zaslúžené voľno, kedy si športovec môže vydýchnuť od pretekového i tréningového zaťaženia. Trvá 1 až 2 mesiace. V prvom mesiaci by bolo dobré zaradiť rôzne rehabilitačné a regeneračné cvičenia, doliečiť nedoliečené a zanedbané zranenia zo sezóny, dobiť organizmus novou chuťou a energiou do ďalšieho tréningu, novej sezóny. Tiež je dôležité po skončení špeciálnej periódy, respektíve posledných pretekov prestať trénovať postupne a nie zo dňa na deň. V druhom mesiaci organizmus pozvoľna pripravujeme neorganizovanými a zábavnými tréningami rôzneho druhu na budúcu záťaž v základnej perióde.

1.3 BIORYTMY V ŠPORTOVEJ PRAXI

Biologické rytmy, nazývané tiež biorytmy, sú výkyvy alebo cyklické zmeny biologických dejov, ktoré sa objavujú s rôznou, avšak pravidelnou frekvenciou. Tento fenomén sa vyskytuje u živočíchov, vrátane človeka, ale i rastlín a najjednoduchších jednobunkových organizmov.

Schopnosť oscilácie biologických prejavov v čase patrí medzi základné prejavy organizovanej živej hmoty. Tieto oscilácie sa nazývajú biologické rytmy a schopnosť navodzovať určitú frekvenciu rytmov biologické hodiny. Vnútorné hodiny sú lokalizované vo ventrálnom hypotalame, najmä nucleus suprachiasmaticus, ventromediálnych jadrách, ale aj na ďalších známych i neznámych miestach (Schmidt, 1992).

Winget et al. (1994) uvádza, že najstaršie výskumy o denne sa opakujúcich cykloch fyziologických funkcií a ich vplyve na fyzickú výkonnosť sa našli už v literatúre pred viac ako 300 rokmi. Sú v nich prezentované denné zmeny telesnej teploty, telesnej hmotnosti a dokonca i rozmerov tela.

Dnes existujú spoľahlivé dôkazy o 24-hodinovej periodicite 300 funkcií a procesov. Rozpätie výkyvov je rôzne. Úroveň energetickej premeny zdravých ľudí kolíše v rozmedzí 12-18 %, amplitúda zmien telesnej teploty je 3 %, srdcovej frekvencie 30 % a tlaku 25 %. Poznanie biorytmov je dôležité na správne rozloženie duševnej a fyzickej činnosti, na obnovu síl, pri hodnotení funkčného stavu človeka, pri diagnostike a liečbe (Kolesár, 1989).

Biologické rytmy môžu byť ovplyvnené rôznymi faktormi.

Wever (1986) poukázal na to, že psychické zaťaženie má vplyv na cirkadiánne rytmy. A to konkrétne tým, že predlžuje periódu a zvyšuje tendenciu k vnútornej desynchronizácii. Naopak udáva, že konštantné svetlo v normálnom rozmedzí umelého osvetlenia neovplyvnilo ľudské cirkadiánne rytmy. V jeho ďalších experimentoch sa nepotvrdil ani vplyv náročného fyzického zaťaženia na bicyklovom ergometri. Nebola tým ovplyvnená perióda, iné parametre rytmov, ani tendencia k spontánnemu výskytu vnútornej desynchronizácie.

1.3.1 BIORYTMICKÉ ZMENY VYBRANÝCH MOTORICKÝCH SCHOPNOSTÍ

V našej práci sa zaoberáme zmenami parametrov aeróbných a anaeróbných schopností. Z tohto dôvodu sa v tejto kapitole pokúsime zozbierať dostupné teoretické a vedecké zistenia rôznych autorov o vplyve biorytmov na aeróbne a anaeróbne zaťaženie.

Podľa Keidela (1973) je výkonová pohotovosť komplexnou veličinou, ktorá má psychickú i fyziologickú zložku a podlieha biorytmickým zmenám. Uvádza, že krátkodobý maximálny výkon varíruje s denným časom sínusoidným spôsobom a vrcholí podvečer blízko denného maxima telesnej teploty. Podobné názory a zistenia uvádzajú viacerí autori ako Grassi (1994) a Reilly (1990) keď sa zhodujú, že veľa komponentov výkonnosti je úzko spätých s krivkou teploty tela, ktorá vrcholí vo večerných hodinách. Winget et al. (1994) navrhuje určiť individuálny čas vrcholu výkonnosti jedinca stanovením jeho teplotného profilu za použitia orálneho teplomeru, keď uvádza koreláciu výkonnosti s teplotou jadra ± 3 hodiny. Naopak podľa Daltona et al. (1997) nie je výkon pri bicyklovaní ovplyvnený dennou dobou. Reilly a Garret (1998) zistili, že srdcová frekvencia v pokoji i pri cvičení na bicyklovom ergometri bola nižšia ráno ako popoludní. Winget et al. (1994) uvádza pozorovania viacerých autorov, ktorí zistili, že subjektívne pociťovanie úsilia varíruje počas dňa. Najvyššia tolerancia na vnímanie bolesti sa ukazuje v neskorších denných hodinách. Hill (1996) vo svojich výskumoch sledoval aeróbne a anaeróbne odpovede mužov a žien v dopoludňajších a popoludňajších hodinách. Pri konštantnom výkone u žien 3,5 W/kg a u mužov 4,0 W/kg dokázali obe skupiny pracovať o 9 % dlhšie o 16 hodine v porovnaní s 8 hodinou. Pri cvičení vysokou intenzitou (5 resp. 6 W/kg) boli výsledky rovnaké, keď celková vykonaná práca bola poobede o 9,6 % vyššia ako ráno. Taktiež zistil, že priemerná spotreba kyslíka pri stupňovanom teste na bicyklovom ergometri pod i nad ventilačným prahom bola vyššia v popoludňajších hodinách. Podobné skutočnosti uvádza Sagiv (1995), keď zistil, že maximálna spotreba kyslíka u vysoko trénovaných mužov s koronárnym ochorením bola vyššia vo večerných hodinách. Bernard (1998) testoval anaeróbne schopnosti mladých mužov pri bicyklovaní. Taktiež potvrdil vyšší maximálny anaeróbny výkon v popoludňajších a večerných hodinách ako v hodinách ranných. Sedliak et al. (2008) poukázali na priebeh svalovej sily dolných končatín vzhľadom na denný biorytmus. Najvyššiu silu preukázali v 17 hodine a v 12 hodine. Naopak v 20 hodine a 30 minúte bola už svalová sila znížená a v rannej 7 hodine bolo zníženie ešte významnejšie.

Pre hlavné katabolické hormóny kortizol a katecholaminy platí vo väčšine prípadov pravidlo ranného alebo dopoludňajšieho maxima, hlavný anabolický hormón inzulín má maximum okolo 18. hodiny. To znamená, že maxima hormónov pripravujú prevažne katabolickú fázu rytmov vo dne a anabolickú fázu spojenú s odpočinkom v noci. Pre športovcov je dôležitý fakt, že spánok a nočný odpočinok sú v podstate intenzívnym a všestranne pôsobiacim anabolickým činiteľom (Lipková, 2002). Naopak s týmito zisteniami sa nestotožňuje Reilly a Down (1992), keď nepotvrdili štatisticky významný rozdiel v maximálnom a priemernom výkone vo Wingate teste medzi meraniami ráno a večer.

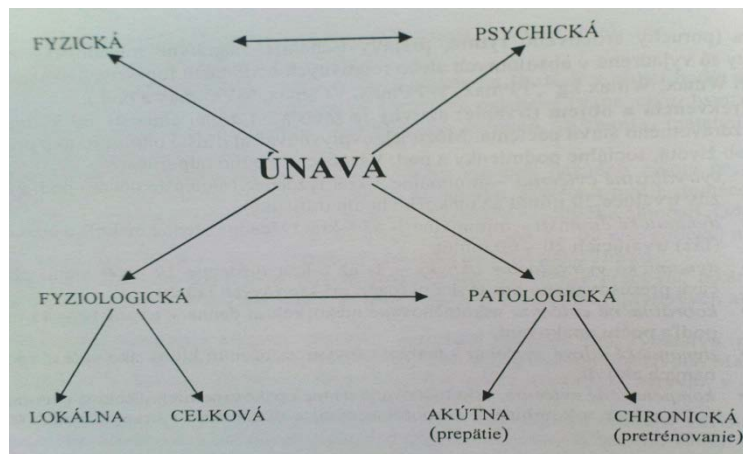
Z uvedeného sa domnievame, že časť dňa, kedy je jednotlivec schopný podávať špičkový výkon je vysoko individuálny a závislý na mnohých fyziologických a psychologických faktoroch. Avšak viacero autorov sa zhoduje, že tréning by mal prebiehať v tom istom čase dňa ako preteky.

Na základe týchto zistení sme sa v našej práci snažili zaistiť 24 hodinový odstup medzi jednotlivými meraniami. To znamená, že každý proband podstúpil všetky merania v tej istej časti dňa.

1.4 ÚNAVA PO TELESNOM ZAŤAŽENÍ

1.4.1 FYZIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚNAVY

Únava je fyziologický ochranný proces, ktorý zabraňuje poškodeniu organizmu nadmerným telesným alebo psychickým zaťažením (Marček et al., 2007). Rýchlosť vzniku únavy v prvom rade ovplyvňuje charakter zaťaženia. Ďalej to je úroveň trénovanosti, vek, zdravotný stav, stupeň adaptácie na vykonávanú činnosť, poruchy denného režimu a biorytmov, výživa a pitný režim, bioklimatické pomery a kvalita regenerácie. Marček et al. (2007) rozdelili únavu podľa prevažujúcich prejavov na fyzickú a psychickú a podľa rozsahu na lokálnu a celkovú (obr. 5).



Obr. 5 Rozdelenie únavy podľa prevažujúcich príznakov (prevzaté od Marček et al., 2007)

Úplné vysvetlenie mechanizmov a bezprostredných príčin únavy je veľmi komplikované. Pri jej vzniku a rozvoji spolupôsobí množstvo faktorov, z ktorých v danom okamihu ktorýkoľvek môže byť rozhodujúci (v závislosti od charakteru činnosti). Pravdepodobne sa uplatňujú v meniacom sa pomere všetky spoločne. Čo sa týka subjektívnej únavy, ochranný útlm mozgovej kôry môže byť okolnosťami výrazne potlačený (napr. v ohrození života) a objektívne metabolické a orgánové zmeny môžu progredovať až do oblasti patológie. „Vôľa môže prekonať únavu ďaleko za obvyklé hranice, nemôže ju však zadržať“ (Marček et al., 2007).

Objektívne zmeny organizmu, ktoré sú dôsledkom telesnej činnosti a podkladom únavy (Marček et al., 2007):

Vyčerpanie energetických zásob

Pri dlhodobejšom telesnom zaťažení ide predovšetkým o vyčerpanie tzv. disponibilných energetických zdrojov (CP, svalový a pečenný glykogén). Tieto disponibilné zdroje predstavujú energiu asi na 8370 kJ, ktoré približne postačujú na 2 hodiny športovej činnosti. V procese využívania energetických zdrojov hrá pravdepodobne rozhodujúcu úlohu zníženie kapacity enzymatických systémov, vitamínov a hormónov, ktoré zasahujú do metabolizmu a určujú ako ich pracujúci sval dokáže využívať.

Nahromadenie splodín katabolizmu

Únavu môže spôsobovať nahromadenie kreatinínu, močoviny, ketolátiek, laktátu a pod.

Fyzikálno-chemické zmeny aktívnych tkanív

Mení sa rozpustnosť bunkových bielkovín, porušuje rovnováha iónov (straty draslíka zo svalu oslabujú jeho kontrakčnú silu a zhoršujú resyntézu glykogénu). Následkom porušenej permeability bunkových membrán sa znižujú biopotenciály svalu a nervového systému (presuny vody a Ca^{2+}). Po vytrvalostnom tréningu sa tiež znižuje pH a tým sa naruší vnútorné prostredie organizmu a zvyšuje sa koncentrácia iónov K^+ a H^+ , ktoré zapríčiňujú pokles celkového počtu aktívnych motorických jednotiek vo svaloch. Unavené svalové vlákno má skrátený čas kontrakcie a predĺžený čas relaxácie.

Poruchy termoregulácie

Hypertermia jadra podporuje únavu, pravdepodobne zhoršením funkcie centrálne nervovej sústavy.

Zmeny regulačných a koordinačných mechanizmov centrálnych orgánov riadenia

Sú spôsobené prúdom aferencie zo svalov vyvolávaným ochranným útlm. Výsledkom je predĺženie reakčného času, zhoršenie koordinácie pohybov, oslabenie pozornosti, zhoršenie stupňa posúdenia situácie, vôľového úsilia, schopnosti predvídať a zhoršenie kvality rozhodovania. Unavený centrálny nervový systém nedostatočne stimuluje svalové vlákna. K dostatočnej stimulácii anaeróbnej glykolýzy dochádza prostredníctvom sympatikového nervového systému a jeho mediátoru adrenalínu. Ten aktivuje enzým fosforylázu, ktorý odštiepuje glukózu z makromolekuly glykogénu. Po nedostatočnom preladení vegetatívneho systému na parasymptikus, nedochádza k dostatočnej regenerácii organizmu.

Mikrotraumatizácia tkaniva

Zvýšená permeabilita steny svalovej bunky vedie k uvoľneniu svalových enzýmov do krvi. Po extrémnej námahe (napr. maratónsky beh) sa v krvi objavujú zvýšené hodnoty svalových enzýmov kreatínkinázy, aspartátaminotransferázy, laktátdehydrogenázy a alkalické fosfatázy a tie môžu pretrvávať niekoľko dní. Sú prejavom reverzibilného poškodenia svalového vlákna. Prítomnosť myoglobínu je prejavom rozsiahleho poškodenia svalového tkaniva.

Zmeny organizmu, ktoré môžeme považovať za neobjektívne, má na svedomí *psychická únava*. Vzniká v dôsledku porúch centrálného nervového riadenia a zapríčiňuje zníženie výkonu, spomalenie prenosu informácií, útlm myslenia a rozhodovania a tiež zhoršenie zmyslového vnímania. Pri dlhšom pretrvavaní psychickej únavy sa môžu vyskytnúť sklony k depresiám a emocionálna labilita (Trojan, 1987). Tento typ únavy zvýrazňuje subjektívny pocit vyčerpania, bolesti svalov, averziu k pohybu a oslabenie motivácie. Individuálna schopnosť potlačenia psychickej únavy sa najviac prejavuje pri výkone v maximálnom zaťažení.

Prijateľná únava po telesnom zaťažení je žiadaný stav, ktorý docielime správne zameraným tréningom. Prejav únavy signalizuje adaptačné pochody v organizme, ktoré sú predpokladom pre zvyšovanie výkonnosti. Z hľadiska znovu nastavenia nasledujúceho tréningu, treba poznať všeobecné teoretické východiska, kedy sa zaťažované orgány dostávajú na pôvodnú funkčnú úroveň (tab. 3). Tieto samozrejme do značnej miery individuálne závisia od dĺžky zaťaženia, intenzity zaťaženia a športovcovej výkonnosti. Pri zanedbaní týchto východísk môže nastať akútny stav únavy – prepätie. A v dôsledku dlhodobejšieho vystavovania organizmu opakujúcej sa námahe bez dostatočného odpočinku, a nerešpektovania regenerácie zaťažovaných orgánov, dokonca únava chronická – pretrénovanie.

Prepätie (akútny stav únavy) je na rozdiel od únavy, ktorá je definovaná ako fyziologický proces, chorobný stav organizmu. Podľa Marčeka et al. (2007) vzniká veľkým nepomerom medzi požiadavkami na organizmus a jeho schopnosťou tieto splniť. Príčinou môže byť nízka úroveň trénovanosti organizmu, momentálne oslabenie organizmu chorobou, nesprávna výživa a pod. Príznaky akútneho stavu únavy trvajú maximálne dva až tri dni a môžu sa prejavovať celkovou slabosťou, výrazným poklesom svalovej sily, namáhavým dýchaním, nevoľnosťou, zvracaním, tachykardiou s nízkym krvným tlakom, zmenou svalového napätia, poruchou termoregulácie a pod. Po vymiznutí

akútnych príznakov môžeme ešte dlho pozorovať zníženú funkčnú spôsobilosť hlavných orgánových systémov, ktorá sa prejavuje najmä znížením výsledkov záťažových funkčných skúšok.

Pretrénovanie (chronický stav únavy) je stav poklesu telesnej výkonnosti v dôsledku opakovaného dlhodobého preťažovania. Vznik tohto nežiaduceho stavu môžu zapríčiniť akútne a chronické ochorenia (vrátane ložiskových infekcií), poruchy životosprávy, tréning a pretekánie počas choroby, nedostatočná regenerácia, monotónny tréning, konflikty v rodine a zamestnaní, nedostatok spánku, príliš veľký počet pretekov, nadmerný tréningový objem a intenzita, boj proti zaujatému prostrediu, nedostatok súkromia a pod. Výkonnosť jedinca klesá minimálne o polovicu a trpí svalovou slabosťou, bolesťami hlavy a kĺbov, je podráždený, má poruchy spánku a depresie. Tieto ťažkosti môžu trvať týždne až mesiace. Marčeka et al. (2007) udáva, že k uvedeným príznakom sa môže pridružiť znížená odolnosť proti infekciám, kardiovaskulárne ťažkosti (hypertonická reakcia), poruchy menštruácie u žien, zažívacie ťažkosti (hnačky, zápcha, nechutenstvo, pyrosis, meteorizmus). Úvodným príznakom býva narušenie koordinácie pohybov a poklesom telesnej hmotnosti (v krajnom prípade až o 1,0 kg týždenne).

Neumann et al. (2005) rozdelil príznaky pretrénovania vyskytujúce sa v tréningu a mimo tréning.

V tréningu je to pokles výkonnosti alebo stagnácie výkonnostného rozvoja, viac koordinačných a technických chýb a úbytok sily.

Mimo tréning sa objavujú psychické poruchy ako nechúť trénovať, poruchy koncentrácie a vyššia podráždenosť. A tiež vegetatívne funkčné poruchy ako nechutenstvo, poruchy spánku, zhoršená priechodnosť tráviaceho traktu a pokles hmotnosti.

Pri riadení zaťaženia treba počítať s istými fyziologickými odlišnosťami:

- Nárast SF v pokoji i pri zaťažení o 4 – 10 tepov za minútu
- Oneskorený pokles SF po zaťažení
- Kompenzovanie výkonu väčším zapojením anaeróbného metabolizmu (predčasná a vysoká tvorba laktátu)
- Nedostatočná mobilizácia laktátu v dôsledku malého množstva glykogénu

Pri pretrénovaní dochádza k týmto fyziologickým zmenám:

- Klesajúca odolnosť proti infekciám (neočakávané ochorenia)
- Zvýšenie pokojovej SF (o viac ako 10 tepov za minútu)
- Výrazný nárast močoviny a kreatinkinázy po zaťažení
- Zvýšené stresové indikátory kortizol a katecholaminy

Odstránenie týchto nežiaducich príznakov je dlhodobejší proces a vyžaduje si trpezlivý a citlivý prístup trénera i samotného športovca. Podľa Marčeka et al. (2007) by sa terapia pretrénovanosti mala riadiť týmito zásadami:

- Zásadná úprava denného režimu
- Zmena charakteru telesného a psychického zaťaženia
- Racionálne dávkovanie telesného zaťaženia (postihnutému nikdy nezakazujeme pohybové aktivity)
- Zabezpečenie regenerácie (najmä dostatok spánku a kompenzačných činností)
- Účelová aplikácia prostriedkov liečebnej rehabilitácie

Tab. 3 Časový priebeh regenerácie po športovom zaťažení (prevzaté od Neumann et al., 2005)

4 až 6 minút	úplné doplnenie kreatínfosfátu vo svaloch
20 minút	návrat SF a krvného tlaku k východiskovým hodnotám (po dlhých šport. výkonoch trvá dlhšie)
20 – 30 minút	normalizácia hypoglykémie, s príjmom sacharidov sa zvyšuje hladina glukózy v krvi až na 10 mmol.l-1
30 minút	normalizácia kyslosti vnútorného prostredia (homeostáza), koncentrácia laktátu pod 2 mmol.l-1
60 minút	znovu obnova syntézy aminokyselín v zaťažovaných svaloch
90 minút	zmena katabolického na anabolický metabolizmus, intenzívnejší metabolizmus bielkovín pri regenerácii zaťažovaných štruktúr
2 hodiny	prvá fáza regenerácie unavených svalov (možný kompenzačný tréning)
6 h. až 1 deň	vyrovnanie tekutín v organizme, normalizácia hematokritu
1 deň	znovu obnova pečenevého glykogénu
2 až 7 deň	doplnenie svalového glykogénu v intenzívne zaťažovaných svaloch
3 až 4 deň	znovu obnovenie zníženej imunity organizmu
3 až 5 deň	doplnenie tukových zásobníkov vo svaloch (triglyceridy)
3 až 10 deň	regenerácia funkčne porušených kontraktilných bielkovín (aktín, myozín, troponín, titin a pod.) v zaťažovaných svalových vláknach
7 až 14 deň	výstavba štruktúry narušených mitochondrií (enzymatické zaistenie vysoko aeróbného uvoľňovania energie, normalizácia svalovej výkonnosti a tým i VO ₂ max)
1 až 3 týždeň	psychický odpočinok, znovu obnovenie pretekovej výkonnosti vo vytrvalostných športoch (krátkodobá, strednodobá a dlhodobá vytrvalosť)
4 až 6 týždeň	regenerácia po extrémne vytrvalostných výkonoch (napr. maratón, dlhý triatlon a pod.)

1.4.2 HODNOTENIE ÚNAVY V ŠPORTOVEJ PRAXI

Hodnotenie miery únavy v tréningovom procese športovcov je jeden z kľúčových aspektov, ktorý poukazuje na momentálny stav organizmu. Podľa neho by sme sa mali rozhodovať o charaktere, intenzite, objeme a načasovaní nadchádzajúcej tréningovej jednotky.

Hodnotiť stupeň únavy v cyklistike môžeme viacerými spôsobmi. V bežnej praxi sa to najčastejšie robí podľa subjektívnych údajov športovca, čo však nebýva presné. Preto je potrebné únavu objektivizovať. Na objektivizovanie stupňa únavy môžeme použiť viaceré ukazovatele a to:

Biochemické a fyziologické parametre - vhodné sú také, ktoré reagujú na telesné zaťaženie výraznými zmenami a tie, ktoré pretrvávajú zvýšené aj v pokojových podmienkach niekoľko hodín či dní po zaťažení. Sú to napríklad: srdcová frekvencia, telesná teplota, glukóza, aminokyseliny, močovina, amoniak, kreatínkináza, hemoglobín, hematokrit a iné.

Diagnosticke testy – sú zaužívané a štandardizované pohybové činnosti, pri ktorých hodnotíme biologické veličiny (laktát, srdcová frekvencia a iné) a fyzikálne veličiny (čas, výkon, rýchlosť a iné).

Psychologické testy – sú štandardizované dotazníky, ktoré majú za cieľ vyhodnotiť psychický stav športovca. Medzi najpoužívannejšie patrí POMS (Profile of mood states) (Morgan, 1980) a test vnímania úsilia (Borg, 1998).

Z biochemických parametrov sa najčastejšie v praxi využíva:

Meranie koncentrácie **enzýmu - kreatínkinázy (CK)** v krvi. CK je vnútrobunkový enzým bielkovinovej povahy, ktorého úlohou je „nahodiť“ fosfor na kreatín. Takto vzniknutý kreatínfosfát potom odovzdá fosfor ADP (adenosínfosfát) a vznikne ATP (adenosíntrifosfát), čo je hlavná energetická jednotka. CK je teda dôležitý enzým, ktorý sa priamo podieľa na výrobe energie a za normálnych okolností sa nachádza v malom množstve v krvi. Avšak pri preťažení svalových buniek alebo pri ich poškodení neprimeraným zaťažením sa dostáva do krvi vo väčšom množstve. Toto sa deje po extrémnych vytrvalostných výkonoch, náročnom silovom tréningu a tiež neobvyklom

zaťažení, na ktoré nie je športovec zvyknutý. Vtedy dochádza k narušeniu štruktúr v lokálne preťažovaných svaloch sprevádzaných dlho trvajúcim nedostatočným prísunom energie. Tento jav môžeme využiť v diagnostike trénovanosti na posudzovanie únavy. Normálne hodnoty CK v pokoji sú u mužov 3,4 μ kat/l a u žien 2 μ kat/l. Pri praktickom riadení tréningu treba mať na zreteli, aby dlhšiu dobu hodnoty nevzrástli nad 15 μ kat/l. Avšak k meraniu tohto enzýmu treba pristupovať obozretne, keďže jeho hladina v krvi býva najvyššia 6 až 8 hodín po zaťažení a reakcie športovcov na zaťaženie bývajú individuálne odlišné.

Močovina (urea) je konečný produkt odbúravania bielkovín, ktorý prebieha v pečeni. Pri dlhšie trvajúcim intenzívnom zaťažení môže vzniknúť energetický deficit v dôsledku nízkeho príjmu sacharidov alebo nedostatku glykogénu a z tohto dôvodu začína vo zvýšenej miere dochádzať k odbúravaniu telesných bielkovín. Dôsledkom tejto metabolickej situácie sa zvyšuje koncentrácia močoviny v krvi, čo môžeme podobne ako pri CK využívať na odhalenie únavy. Neumann et al. (2005) uvádza, že pri tréningu za štandardných podmienok prebieha nárast močoviny v krvi paralelne s nárastom CK v krvi.

Pomer **testosterónu a kortizolu**

Testosterón je hormón, ktorý reguluje mužské pohlavné orgány a má anabolické účinky. Jeho nedostatok spôsobuje zníženie produkciu spermií, nižšie libido, impotenciu, osteoporózu, svalovú atrofiu a únavu. Naopak jeho prebytok má na svedomí akné, zvýšenie ochlpenia a ďalších sekundárnych pohlavných znakov mužov, agresívne chovanie a tiež sa spája s rakovinou prostaty.

Kortizol je hormón, ktorý sa vyplavuje pri stresových podnetoch a tiež pri fyzickom zaťažení. S pravidelným tréningom sa organizmus na produkciu kortizolu adaptuje a zníži. Avšak pri pretrénovaní sa jeho hodnoty zvyšujú, čoho sprievodným javom je únava, strata svalovej hmoty a zníženie fyzickej výkonnosti.

Pomer týchto dvoch hormónov je dôležitým ukazovateľom pretrénovania vytrvalostných športovcov. Indikuje narušenie anabolicko – katabolickej rovnováhy a jeho sledovanie je potrebné vykonávať dlhodobo. Naopak niektoré štúdie uvádzajú, že tento parameter má menší význam. Napríklad Balthazar et al. (2012) zistil, že pomer testosterónu a kortizolu nepreukázal zmenu u vrcholových atlétov po krátkom triatlone.

Z fyziologických parametrov sa najčastejšie v praxi využíva:

Bazálna SF je citlivým indikátorom stavu vegetatívneho nervového systému. V praxi sa má za dostupnú a používanú metódu na hodnotenie miery únavy. Jej meranie treba vykonávať ráno, bezprostredne po zobudení. Pokiaľ stúpne o 6 – 8 úder/min je treba hľadať príčinu. Môže sa jednať o preťaženie v dôsledku nadmerného tréningového zaťaženia alebo začínajúci zdravotný problém. V prípade pochybností je vhodné použiť kontrolné zaťaženie. Pokiaľ je i pri ňom SF vyššia ako v iné dni, treba tréning redukovať alebo prerušiť. Meranie bazálnej SF je tiež dôležité vykonávať pravidelne, aby sme vedeli vyhodnotiť, či vyššia SF pretrváva viac dní alebo ide len o jednorazovú skutočnosť.

Variabilita srdcovej frekvencie (Heart rate variability - HRV)

Tento parameter vyjadruje mieru nepravidelnej srdcovej činnosti. Srdce v pokoji nebije stále to istou frekvenciou, to znamená, že medzi jednotlivými srdcovými sťahmi je rozdielne dlhá perióda. Tieto zmeny dĺžky srdcovej periódy odrážajú HRV. Tá závisí najmä od prevahy vegetatívneho nervového systému sympatiku a parasympatiku. Pravidelne trénujúci športovci majú vyššiu HRV ako nešportovci. Pravidelným tréningom sa znižuje nielen pokojová SF ale zároveň zvyšuje HRV. Pre hodnotenie únavy je dôležitý fakt, že pri nedostatočnej regenerácii je HRV znížená. Krátkodobé výkyvy HRV v pokoji v priebehu 1 – 2 dní môžu byť dôsledkom normálnych zmien vegetatívneho nervového systému, ale naopak zníženie HRV dlhšiu dobu je znamením nedostatočnej regenerácie alebo blížiaceho sa prepätia a následného pretrénovania. Meranie tohto parametra je v praxi dostupné vďaka technológii najvyšších modelov sporttesterov firmy Polar.

Z diagnostických testov sa na hodnotenie úrovne únavy v praxi najčastejšie využívajú:

Ruffierova skúška je test, pri ktorom sa zaznamenávajú zmeny SF po drepoch. Najprv sa zaregistruje najnižšia pokojová SF1 po 2 minútovom sedení. Potom nasleduje 30 drepov za 30 sekúnd, po ich skončení zaznamenáme najvyššiu SF2. Potom sa proband posadí a po skončení druhej minúty zotavovania zistíme SF3. Z týchto troch hodnôt dostaneme index, ktorý nám pri pravidelnom sledovaní môže naznačiť náš momentálny funkčný stav organizmu.

$$\text{Výpočet indexu} = ((\text{SF1} + \text{SF2} + \text{SF3}) - 200) / 10$$

Hodnotenie:

Do 3,0	výborný funkčný stav,
3,1 - 7,0	dobrý,
7,1 – 12	priemerný,
12,1 - 15,0	slabý,
nad 15,1	veľmi slabý.

Ruskov ortostatický test hodnotí SF pri zmenách polohy tela. Najprv sa zaregistruje najnižšia pokojová SF1 po 10-minútovom ležaní. Potom sa vstane a presne po 15-tich sekundách sa zaznamená SF2, a následne sa ešte zaznamená priemerná SF3 medzi 90. a 120. sekundou od vstania. Pokiaľ športovec nie je pretrénovaný mal by mať všetky tri merané hodnoty SF zo dňa na deň konštantné. Pri začínajúcej únave sú zvyčajne najvýraznejšie zmeny SF3, ktoré môžu vzrásť o viac ako 10 úderov za minútu.

Rýchlosť zotavovania po teste so stupňujúcim sa zaťažením (Conconiho test, laktátová krivka, spiroergometria). Po vykonaní štandardizovaného testu zostane športovec v pokoji sedieť. Pričom sa registruje maximálna SF po zaťažení, ako i v 3 minúte zotavovania. Odpočítaním minimálnej SF od maximálnej dostaneme spád ukludnenia SF, ktorý môže poukazovať na prepätie či pretrénovanie športovca. Športová prax z diagnostiky trénovanosti ukazuje, že štandardné hodnoty spádu ukludnenia sú medzi 65 až 80 úder/minútu. Avšak dôležité je sledovanie zmien parametra u konkrétneho športovca.

Dovalil et al. (2002) uvádza ako vhodný prostriedok na posudzovanie aktuálneho stavu únavy meranie **krátkodobého maximálneho výkonu** pri koordinačne nenáročných činnostiach v dĺžke trvania 30 až 90 sekúnd. Rovnaký prístup odporúča pri kontrole výkonnosti športovca v priebehu aklimatizácie po presune cez časové pásma.

Z psychologických testov sa na hodnotenie úrovne únavy v praxi najčastejšie využívajú:

Profil stavu nálady (Profile of mood states - POMS)

Stav aktuálnej únavy sa hodnotí pomocou dotazníka zameraného na posúdenie emočného stavu.. Testovaným osobám sú položené otázky na vyjadrenie aktuálnej nálady. Na základe odpovedí sa vyhodnotí stav ich psychického rozpoloženia v šiestich charakteristikách nálady, a to napätie, depresia, hnev, vigor (pocit vnútornej energie), únava a pocit zmätočnosti. U športovcov sa vigor nachádza na najvyššej úrovni, o niečo nižšiu úroveň dosahuje hnev a ostatné ukazovatele sú najnižšie. Práve takéto rozloženie pripomína tvar ľadovca a Morgan (1980) udáva, že toto je profil oddychnutého športovca. Zmeny úrovne nálad prejavujúce sa poklesom vigoru a vyrovnaním krivky poukazujú na únavu.

Test vnímania úsilia

Týmto testom zisťujeme subjektívne pocity v priebehu zaťaženia. Najčastejšie sa používa 15-bodová a 10-bodová stupnica (Borg 1998). Športovec počas cvičenia slovne, alebo ukázaním prstom na únavovej škále vyjadrí stupeň, ktorý najlepšie vystihuje pocit vnímaného úsilia. Borg et al. (1983) ukázali, že existuje korelácia medzi testom vnímania úsilia a SF, laktátom, percentuálnym využitím VO_2max a intenzitou dýchania.

Niektoré z uvedených parametrov vo svojich prácach preverovali rôzni autori.

Halsen et al. (2002) porovnávali zmeny vo výkone a ukazovateľov únavy po intenzívnom tréningovom týždni u ôsmich vytrvalostných cyklistov. Zistili významný pokles maximálneho výkonu v záťažovom teste a dosiahnutého času v simulovanej časovke. Čo sa týka ukazovateľov únavy, zaznamenali 9,3 % zníženie SF, 5 % zníženie VO_2max a 8,3 % zvýšenie vnímania úsilia. I napriek výraznému zníženiu výkonu, neboli pozorované zmeny v mechanickej účinnosti pedálovania, koncentrácie hladiny laktátu, močoviny, amoniaku a katecholamínov.

V rozpore s jeho výsledkami sú zistenia Rietjensa et al. (2005). Zaznamenávali parametre u siedmich dobre trénovaných mužov, ktorí počas dvoch týždňov zdvojnásobili svoj tréningový objem a o 15 % navýšili intenzitu. Ukázalo sa, že náročný tréning nemal žiadny vplyv na výkon v teste so stupňujúcim zaťažením, výkon v časovke, maximálne

hodnoty koncentrácie laktátu, maximálnu SF, zvýšenie počtu bielych krviniek a zmeny hormonálnych hodnôt. Prekvapivo únavu najcitlivejšie odrážali špeciálnym dotazníkom zisťované ukazovatele aktuálneho stavu nálady (POMS – profile of the mood states), test vnímania úsilia a reakčných schopností.

Uvedené štúdie poukazujú na viaceré metódy používané na posudzovanie únavy. Avšak v prevažnej miere sa v nich zaznamenávajú biochemické a fyziologické parametre. Iba parametre získané v priebehu, a po záťažovom teste, sú získané pri špecifickom zaťažení na bicykli. Táto metóda má však určité nevýhody, najmä časovú náročnosť, vysoké nároky na energetický potenciál cyklistu a nevhodnosť zaťažovania organizmu do maxima v určitých obdobiach prípravy. Navyše zistenia a výsledky zamerané na kvantifikovanie procesu zotavenia po cyklistickom tréningu nie sú jednoznačné. Z tohto dôvodu sme si dali za úlohu overiť možnosť využívať ďalšie metódy na posudzovanie miery únavy v cyklistike, ako aj v iných vytrvalostných športoch. Zvolili sme test aeróbnych schopností (10-minútové zaťaženie na úrovni aeróbného prahu) a test anaeróbnych schopností (7-sekundový výkon maximálnym úsilím). Práve takéto typy testov, ktoré by zároveň zachytili odozvu na tréning, v súčasnej praxi chýbajú. Zároveň sú relatívne nenáročné na čas, energetický potenciál a dajú sa používať bez obmedzenia v priebehu tréningovej prípravy.

Ďalším motívom pre voľbu uvedených testov bolo, že sme nenašli práce, ktoré by skúmali odozvu ukazovateľov diagnostických testov na rozdielne aeróbne a anaeróbne zaťaženie. Jedným z hlavných úloh bolo objasniť, aký bude rozdielny vplyv aeróbného a anaeróbného zaťaženia na test aeróbnych schopností a test anaeróbnych schopností. Na základe uváženia sme predpokladali, že aeróbne zaťaženie vyvolá väčšie zmeny aeróbného parametra (test aeróbnych schopností). Naopak anaeróbne zaťaženie zapríčiní väčšie zmeny anaeróbnych parametrov (test anaeróbnych schopností). Dôvod môže byť, že pri anaeróbnom tréningu sa vyčerpajú tie energetické systémy, ktoré by mohli ovplyvniť test anaeróbnych parametrov. Na druhej strane aeróbne zaťaženie má tendenciu unaviť tie orgánové systémy, ktoré sa podieľajú na transporte a využitií kyslíka potrebného na aeróbnu tvorbu energie.

2 CIEĽ, ÚLOHY, HYPOTÉY PRÁCE

2.1 CIEĽ PRÁCE

Zistiť vplyv rôznych foriem tréningového zaťaženia na krátkodobé zmeny parametrov aeróbnych a anaeróbnych schopností u cestných cyklistov.

2.1.1 HYPOTÉZY PRÁCE

Hypotéza:

- H1: Zmeny priemernej SF počas aeróbného testu bezprostredne po aeróbnom tréningovom zaťažení budú výraznejšie ako ihneď po anaeróbnom zaťažení.
- H2: Zmeny priemernej SF počas aeróbného testu druhý deň po aeróbnom zaťažení budú výraznejšie ako druhý deň po anaeróbnom tréningovom zaťažení.
- H3: Zmeny maximálneho anaeróbného výkonu bezprostredne po anaeróbnom tréningovom zaťažení budú výraznejšie ako ihneď po aeróbnom zaťažení.
- H4: Zmeny maximálneho anaeróbného výkonu druhý deň po anaeróbnom tréningovom zaťažení budú výraznejšie ako druhý deň po aeróbnom zaťažení.
- H5: Zmeny koncentrácie krvného laktátu po teste anaeróbnych schopností bezprostredne po anaeróbnom tréningovom zaťažení budú výraznejšie ako ihneď po aeróbnom zaťažení.
- H6: Zmeny koncentrácie krvného laktátu po teste anaeróbnych schopností druhý deň po anaeróbnom tréningovom zaťažení budú výraznejšie ako druhý deň po aeróbnom zaťažení.

2.2 ÚLOHY PRÁCE

Z cieľa práce vyplývajú nasledovné úlohy:

U1: Vyhodnotiť zmeny parametra aeróbných schopností vo fáze odpočinku po náročnom aeróbnom zaťažení.

U2: Vyhodnotiť zmeny parametra aeróbných schopností vo fáze odpočinku po intervalovom anaeróbnom zaťažení.

U3: Vyhodnotiť zmeny parametra anaeróbných schopností vo fáze odpočinku po náročnom aeróbnom zaťažení.

U4: Vyhodnotiť zmeny parametra anaeróbných schopností vo fáze odpočinku po intervalovom anaeróbnom zaťažení.

3 METÓDY

3.1 STANOVENIE VÝSKUMNEJ SITUÁCIE

Jednoskupinový experiment sme realizovali na 20 výkonnostných cestných cyklistoch, ktorí sú účastníkmi pretekov Slovenského pohára.

Experiment prebiehal od októbra roku 2010 do novembra roku 2011. Každý proband v prvý deň sledovania absolvoval Conconiho test a test anaeróbných schopností. Na druhý deň na začiatku vykonal test aeróbných schopností. Potom nasledoval prvý alebo druhý typ tréningového zaťaženia určený náhodným výberom. Prvý typ tréningového zaťaženia predstavoval náročný aeróbny tréning, a druhý typ intervalový anaeróbny tréning. Po jeho skončení podstúpil test aeróbných a test anaeróbných schopností. Tretí deň vykonal test aeróbných a test anaeróbných schopností. V štvrtý deň absolvoval ten typ tréningového zaťaženia, ktoré nebolo vykonané v druhom dni testovania. Po jeho skončení podstúpil test aeróbných a test anaeróbných schopností. V piatom, záverečnom dni, opäť podstúpil test aeróbných a test anaeróbných schopností. Podrobný popis s priebehom testovania je uvedený v nasledujúcej kapitole.

3.2 CHARAKTERISTIKA SÚBORU

Súbor tvorilo 20 výkonnostných cyklistov. Do skupiny sme zaradili jedincov, ktorí v priebehu ostatných 5 sezón najazdili minimálne 8000 km ročne a zúčastňujú sa pretekov Slovenského pohára. Podrobné charakteristiky uvádzame v tabuľke 3.

Tab. 4 Charakteristika súboru

	Cyklisti
n	20
Vek (roky)	26,6 ± 4,9
Hmotnosť (kg)	72,1 ± 7,2
Výška (cm)	178,9 ± 6,0
Trvanie športovej prípravy (roky)	9,85 ± 4,0
Objem tréningu (km/rok)	12300 ± 3556

3.3 CHARAKTERISTIKA EXPERIMENTÁLNEHO ČINITELĽA

Experimentálnym činiteľmi boli dva typy tréningového zaťaženia (náročný aeróbny tréning na úrovni anaeróbného prahu a intenzívny intervalový anaeróbny tréning. Činitele boli aplikované v rozdielnych dňoch v náhodnom poradí.. Na základe štruktúry športového výkonu v cestnej cyklistike sme prostredníctvom prvého typu zaťaženia simulovali ťažký aeróbny tréning a prostredníctvom druhého, opakované anaeróbne zaťaženie charakteristické pre preteky jednotlivcov s hromadným štartom. V oboch tréningoch sme sa pokúsili nasimulovať maximálne vyčerpanie a preto trvanie bolo individuálne v závislosti od výdrže probandov.

Prvý typ tréningu (ťažký aeróbny) predstavoval konštantné zaťaženie na úrovni mechanického výkonu dosiahnutého na individuálnom anaeróbnom prahu. Proband tréning ukončil, keď už nebol schopný na požadovanom výkone udržať minimálnu frekvenciu šliapania 60 otáčok za minútu.

Druhý typ tréningu (intervalový anaeróbny) pozostával zo zaťaženia, pri ktorom sa striedali minútové intervaly na maximálnom mechanickom výkone dosiahnutom v záťažovom teste, s minútovým aktívnym odpočinkom (zaťaženie na mechanickom výkone 50 wattov). Proband tréning ukončil, keď už nebol schopný udržať minútový interval v požadovanom výkone a minimálnej frekvencii šliapania 50 otáčok za minútu. Pre určenie náročnosti tréningu sme u vybraných probandov zaznamenávali hodnoty hladiny laktátu v periférnej krvi 3 minúty po jeho skončení.

Oba tréningy boli absolvované na bicyklovom ergometri Ergocycle v režime konštantného výkonu alebo na vlastných bicykloch probandov s meracím zariadením mechanického výkonu na trenažéri, či v terénnych podmienkach. Dôvodom zmeny podmienok testovania bola nutnosť zaradiť do výskumu aj probandov, ktorí žijú mimo Bratislavy, kde sme bicyklový ergometer nemali. Tiež pre dodržanie nami stanoveného počtu testovaných cyklistov sme boli nútený výskum realizovať i v letných mesiacoch, kedy som sa v Bratislave nenachádzal.

3.4 METÓDY ZÍSKAVANIA VÝSKUMNÝCH ÚDAJOV

Zaťažový test so stupňujúcou sa intenzitou do vita maxima (Conconiho test)

Test bol vykonávaný na bicyklovom ergometri v režime konštantného výkonu. V prípade merania mimo Bratislavy sme test vykonávali na vlastnom bicykli probandov s využitím meracieho zariadenia mechanického výkonu aplikovanom v zadnom náboji kolesa. Bicykel bol uchytený do cyklistického trenažéra. Počiatočná intenzita predstavovala 100 wattov, ďalšie zvyšovanie prebiehalo v skracujúcich sa intervaloch, vždy o 25 wattov až do stavu, kedy športovec nebol schopný ďalej pokračovať. Dôvodom skracovania intervalov je nutnosť dodržať rovnako vykonanú prácu v každom stupni zaťaženia a tiež sa lepšie zalomení krivka SF, (Neumann et al., 2005). Počas testu sme zaznamenávali srdcovú frekvenciu (SF) prostredníctvom sporttestera Polar s810i v 5-sekundových intervaloch. SF sme pomocou softwaru Polar Precision Performance SW preniesli do PC. Podľa metodiky Neumanna et al. (2005) sme vyhodnotili mechanický výkon na úrovni aeróbného prahu, anaeróbného prahu a maximálneho výkonu dosiahnutého v teste. Princíp stanovenia ANP je založený na zalomení krivky SF v deflexnom bode. Uvedený postup je vysoko spoľahlivý. Svedčia o tom výsledky opakovaných meraní, ktorých test-retest korelačný koeficient $r = 0,99$. Taktiež pri porovnaní stanovenia ANP prostredníctvom Conconiho testu a laktátovej krivky sa dosahujú podobné výsledky (Janssen, 1989).

Test aeróbnych schopností

Test bol vykonávaný v prvej variante na bicyklovom ergometri v režime konštantného výkonu. V druhej variante na vlastnom bicykli probandov s využitím meracieho zariadenia mechanického výkonu aplikovanom v zadnom náboji kolesa. Bicykel bol uchytený do cyklistického trenažéra. Druhú variantu testu sme používali pri meraní probandov mimo Bratislavy. Intenzita zaťaženia bola konštantná na úrovni mechanického výkonu na aeróbnom prahu. Test trval 10 minút. SF sme zaznamenávali pomocou sporttestera Polar s810i. Výstupným parametrom bola priemerná SF, ktorú sme nazvali - aeróbny parameter.

Test anaeróbných schopností

Test bol vykonávaný na bicyklovom ergometri v izokinetickom režime pri frekvencii 90 otáčok za minútu. Úlohou probanda bolo dosiahnuť maximálny výkon v priebehu 7 sekúnd. V prípade testovania mimo Bratislavy sme opäť využili vlastný bicykel probandov a meracie zariadenie mechanického výkonu aplikované v zadnom náboji kolesa. Keďže výkonové maximum cyklistického trenažéra nie je prispôsobené na maximálne výkony, ktoré sú schopní výkonnostní cyklisti produkovať, test prebiehal v rovinnom teréne na asfaltovej ceste. Testom v teréne sme sa pokúsili čo najviac priblížiť meraniu na ergometri. Proband bol odštartovaný z tzv. pevného štartu a prestal šliapať po zapískaní v 7 sekunde. Každý proband mal pri štarte zaradený prevod na 53 zubovom prevodníku a 20 zubovom pastorku. V priebehu testu si radiaciami páčkami na riadidlách vždy pri prekonaní 100 otáčok za minútu prehodil o jeden stupeň ťažší. Prvým výstupným parametrom bol priemerný mechanický výkon dosiahnutý za 7 sekúnd, ktorý sme nazvali – anaeróbný parameter 1. Druhý výstupný parameter predstavoval hodnotu laktátu v kapilárnej krvi odobratú 7 minút po skončení testu, tento sme nazvali – anaeróbný parameter 2.

Popis použitých meracích zariadení:

Bicyklový ergometer Ergocycle

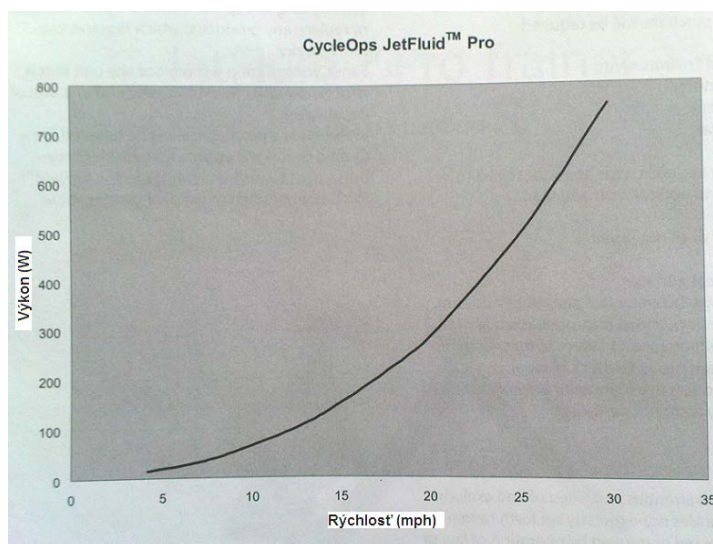
Testovanie prebiehalo v laboratórnych podmienkach na bicyklovom ergometri Ergocycle, ktorý umožňuje monitorovanie tangenciálnych hnacích síl frekvenciou 100 Hz. Pri vyšetreniach sme využívali izokinetický režim a režim konštantného odporu. Pre izokinetický režim je charakteristická konštantná rýchlosť zabezpečovaná elektromagnetickou brzdou a špeciálnym riadiacim systémom, ktorý okamžite prispôbuje odpor sile pôsobiacej na pedále tak, že frekvencia šliapania zostáva bez ohľadu na silu pôsobiacu na pedále konštantná. Pri režime konštantného výkonu je naopak odporová sila regulovaná podľa frekvencie otáčok, aby konštantný zostal výkon. Údaje sme zaznamenávali prostredníctvom softwaru Ergocycle.

Zariadenie na meranie mechanického výkonu v teréne

Mechanický výkon v terénnych podmienkach sme zaznamenávali pomocou CycleOps PowerTap Pro+, ktorého snímacia časť je v náboji zadného kolesa. Zariadenie prenáša signál bezdrôtovo do počítača upevneného na riadidlách bicykla. Rozsah merania je od 0 – 1999 wattov a chyba merania podľa údajov výrobcu +/- 1,5 %. Údaje sme pomocou USB kábla prenášali do softwaru Power Agent 7.

Cyklistický trenažér

Mechanický výkon v laboratórnych podmienkach s použitím vlastných bicyklov probandov sme registrovali pomocou cyklistického trenažéra CycleOps JetFluid Pro, v ktorom bol bicykel uchytený. Výrobca zaručuje závislosť výkonu od rýchlosti (obr. 6). Taktiež uvádza, že práve tento model je vhodný na testy výkonnosti.



Obr. 6 Odporová krivka trenažéru CycleOps JetFluid Pro

Zariadenie na meranie laktátu v kapilárnej krvi

Hladinu laktátu v kapilárnej krvi sme určovali pomocou Lactate Scout+ (Firma, Nemecko). Tento prístroj pracuje na enzymaticko – ampérometrického princípe s rozsahom merania 0,5 – 25,0 mmol.l⁻¹. Veľkosť vzorky je 0,5 µl, dĺžka merania 15 sekúnd. Prístroj funguje v rozsahu teplôt min. + 5 °C, max. + 45 °C s chybou merania 3 - 8 % v závislosti na koncentrácii.

Zariadenie na meranie srdcovej frekvencie

SF sme zaznamenávali prostredníctvom sporttestera Polar s810i v režime 5 sekundových intervaloch. Údaje sme pomocou infračerveného portu prenášali do počítača a vyhodnocovali pomocou softwaru Polar Precision Performance.

3.5 METÓDY SPRACOVANIA A VYHODNOTENIA ÚDAJOV

Na spracovanie a vyhodnocovanie zistených údajov sme použili základné metódy logickej a vecnej analýzy, najmä analýzu a syntézu, indukciu a dedukciu, zovšeobecňovanie, hľadanie príčinných súvislostí a pod.

Ďalej sme využívali tieto matematické a štatistické charakteristiky:

- aritmetický priemer,
- smerodajnú odchýlku,
- medián,
- minimum nameraných hodnôt,
- maximum nameraných hodnôt,
- variačné rozpätie nameraných hodnôt,

Pri testovaní významnosti zmien aeróbného parametra, anaeróbného parametra 1 a anaeróbného parametra 2 sme používali parametrický párový T-test.

3.6 ORGANIZÁCIA A ZABEZPEČENIE VÝSKUMU

Merania boli vykonávané v laboratóriu funkčnej diagnostiky na katedre športovej kinantropológie FTVŠ UK a v teréne na vlastných bicykloch probandov. Časť z materiálneho zabezpečenia výskumu bola čerpaná z Grantu Mladých a časť z vlastných prostriedkov.

3.6.1 ORGANIZÁCIA TESTOVANIA

Všetci probandi podpísali informovaný súhlas s tým, že boli podrobne oboznámení s podmienkami, metódami, očakávaným prínosom experimentu ako aj možnými rizikami. Potvrdili, že sa sledovania zúčastňujú dobrovoľne a súhlasia s využitím získaných poznatkov na vedecké publikovanie.

Ďalej im bolo zdôraznené, aby redukovali tréningové zaťaženie dva dni pred testovaním, obmedzili príjem kofeínových doplnkov výživy a zabezpečili dostatočnú hydratáciu organizmu v deň testovania.

V priebehu testovania prijímali iba čistú vodu. Špeciálne športové nápoje boli vylúčené, aby boli zamedzené možné rozdiely v množstve prijímaných sacharidov, ktoré by mohli ovplyvňovať výkon. O takýchto vplyvoch svedčí napr. práca Coggana a Coylea (1998), ktorí zistili, že podávanie sacharidových nápojov počas vysoko intenzívnych cvičení predlžuje čas i intenzitu produkovaného výkonu.

Na druhej strane sme probandom nariadili, aby sa dve hodiny pred a do hodiny po skončení testovania, riadne najedli s prevahou sacharidových komponentov stravy. Pri odporúčaníach sme vychádzali zo sledovaní Ivyho et al. (1988), podľa ktorých znížený príjem sacharidov po tréningu negatívne vplyva na obnovu glykogénových zásob. Tie by mohli ovplyvňovať výsledky testovania na druhý deň.

Testovanie prebiehalo v laboratórnych podmienkach na bicyklovom ergometri Ergocycle. Po zakúpení meracieho zariadenia mechanického výkonu CycleOps PowerTap Pro+ sme začali merať na vlastných bicykloch probandov. Meranie potom prebiehalo v laboratórnych podmienkach na cyklistickom trenažéri a v terénnych podmienok na asfaltovej ceste. Proband vždy absolvoval všetky merania v tých istých podmienkach.

Testovanie bolo vykonávané v priebehu piatich dní.

I. deň

V prvý deň testovania sa jedinec dostavil odpočínutý, keď v predchádzajúcom dni absolvoval iba ľahký tréning v kompenzačnom pásme. Na úvod sme zistili hmotnosť,

výšku a vek. V prípade testovania na bicyklovom ergometri sme individuálne nastavili primeranú výšku sedla a riadidiel. Parametre boli nastavené v každom meraní rovnako.

Proband sa postavil vedľa sedla, zdvihol dolnú končatinu zo zeme, tak aby sa stehno nachádzalo vo vodorovnej polohe a podľa horného okraja sme nastavili výšku sedla. Potom sa posadil na bicykel a výšku sedla sme skontrolovali, prípadne upravili tak, aby stehno s predkolením vystretej nohy v polohe mŕtveho bodu pedálov zvieralo 145 až 155-stupňový uhol (koleno bolo mierne pokrčené). Riadidlá sme umiestnili vo výške sedla, v prípade vyšších probandov o 2 – 5 cm nižšie.

Testovania absolvovali v cyklistických tretrách, ktoré boli upevnené k pedálom za pomoci systému SPD. V prípade iného upínacieho systému sme na ergometri vymenili pedále za jeho vlastné.

Na začiatku sa proband 3 minúty rozjazdil na úrovni okolo 100 W. Následne bol vykonaný test anaeróbných schopností (7-sekundové zaťaženie maximálnym úsilím v izokinetickom režime pri frekvencii 100 otáčok za minútu pre určenie maximálneho anaeróbného výkonu). Meranie sa spustilo pomocou počítačového softwaru, v okamihu keď subjekt dosiahol frekvenciu 100 otáčok za minútu. Jedinci boli motivovaní slovným povzbudzovaním a šliapali technikou jazdy zo sedla. Po skončení zaťaženia proband zostal v pokoji sedieť v sedle ergometra. Laktát sme odoberali z periférnej krvi v siedmej minúte zotavovania. Ako hodnotiace kritériá sme používali priemerný mechanický výkon vo W dosiahnutý v 7-sekundovom zaťažení maximálnym úsilím (anaeróbný parameter 1) a hladinu laktátu v mmol.l^{-1} v 7. minúte zotavovania (anaeróbný parameter 2).

Nasledoval Conconiho test v režime konštantného výkonu bicyklového ergometra, resp. na bicykli probanda s využitím meracieho zariadenia mechanického výkonu a cyklistického trenažéra. Prostredníctvom tohto testu sme stanovili hodnoty mechanického výkonu (W) na aeróbnom a anaeróbnom prahu a v závere testu aj výkonové maximum.

II. deň

V druhý deň testovania sa proband dostavil opäť odpočínutý. Vychádzali sme z toho, že Conconiho test a test anaeróbných schopností vykonaný deň pred, pre výkonnostného cyklistu nepredstavuje zaťaženie, z ktorého by mal byť nasledujúci deň unavený. Na úvod

sme vykonali test aeróbných schopností, z ktorého sme zistili aeróbny parameter vo východiskovom stave.

Po skončení mal subjekt 5 minút na vydýchanie, napitie a upokojenie. Potom nasledoval prvý typ tréningu (náročné aeróbne zaťaženie na úrovni ANP) alebo druhý typ tréningu (intervalové anaeróbne zaťaženie) určený náhodným výberom. Bezprostredne po ňom nasledoval test aeróbných schopností a test anaeróbných schopností.

III. deň

Na tretí deň sa proband dostavil k opätovnému vykonaniu oboch testov za účelom stanovenia aeróbného parametra, anaeróbného parametra 1 a anaeróbného parametra 2. Zostatok dňa vyplňovalo voľno alebo len ľahký tréning v kompenzačnom pásme.

IV. deň

V štvrtý deň sa absolvoval ten typ tréningového zaťaženia, ktoré nebolo realizované v druhom dni testovania. Bezprostredne po tréningu sa vykonal test aeróbných a test anaeróbných schopností.

V. deň

Na piaty deň sa proband opäť dostavil ku vykonaniu oboch testov na stanovenie aeróbného parametra, anaeróbného parametra 1 a anaeróbného parametra 2.

4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

4.1 PARAMETRE AERÓBNÝCH A ANAERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ VO VÝCHODISKOVOM STAVE

V úvodný deň testovania každý proband absolvoval Conconiho test. Z neho sme zistili vstupné údaje o mechanickom výkone a srdcovej frekvencii na prahových hodnotách (tab. 4).

Tab. 5 Mechanické výkony a srdcová frekvencia probandov na aeróbnom, anaeróbnom prahu a maximálnom výkone v záťažovom teste

	výkon (W)	SF (úder/min)
AP	$197,5 \pm 33,4$	$148,2 \pm 10,5$
ANP	$295,3 \pm 44,5$	$171,5 \pm 10,7$
Max. v teste	$397,3 \pm 52,3$	$188,8 \pm 10,8$

4.1.1 AERÓBNY PARAMETER

Priemerný výkon pri teste aeróbných schopností (10-minútové zaťaženie na individuálnom mechanickom výkone na úrovni AP) vo východiskovom stave u dvadsiatich cyklistoch predstavoval $197,5 \pm 33,4$ W. Priemerná SF (aeróbný parameter) bol $140,4 \pm 9,4$ úder/min. Dosiahnutá najvyššia SF počas testu bola $148,8 \pm 9,3$ úder/min.

Test na stanovenie anaeróbných parametrov pozostával zo 7 sekundového zaťaženia maximálnym úsilím. Z testu sme získali anaeróbný parameter 1 a anaeróbný parameter 2.

Anaeróbný parameter 1 je vyjadrený zvlášť pre testy v laboratórnych a terénnych podmienkach.

V laboratórnych podmienkach bol anaeróbný parameter 1 vo východiskovom stave $1238,3 \pm 239,9$ W.

V terénnych podmienkach bol anaeróbný parameter 1 vo východiskovom stave $1241,2 \pm 108,1$ W.

Anaeróbný parameter 2 je vyjadrený spoločne pre testy v laboratórnych i terénnych podmienkach.

Anaeróbný parameter 2 vo východiskovom stave bol $4,5 \pm 1,3$ mmol.l⁻¹.

4.2 CHARAKTERISTIKA TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA

Sledované parametre sme ovplyvňovali presne definovaným tréningovým zaťažením - experimentálnym činiteľom. Toto bolo nadstavené každému probandovi podľa jeho východiskových hodnôt zo vstupného záťažového testu (Conconiho test).

4.2.1 PRVÝ TYP TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA – ŤAŽKÝ AERÓBNY TRÉNING

Ťažký aeróbný tréning prebiehal na úrovni mechanického výkonu dosiahnutého na individuálnom ANP. Jeho priemerná hodnota dosahovala $295,3 \pm 44,5$ W. Zaťaženie trvalo $41,2 \pm 16,2$ min. Priemerná SF počas zaťaženia bola $172,7 \pm 10,3$ úder/min. Najvyššia SF v tréningu bola $183,9 \pm 11,1$ úder/min.

I napriek tomu, že sa jednalo o konštantné zaťaženie, nameraná najvyššia SF počas tréningu bola o 11,2 úder/min vyššia ako priemerná SF. Odôvodňujeme to kardiovaskulárnym driftom počas zaťaženia. Zhodujeme sa so zisteniami viacerých autorov. Mognoni et al. (1990) monitorovali SF počas 60-minútového bicyklového testu na individuálnom ANP. Zistili, že SF sa významne začala zvyšovať po 20-tich minútach jazdy a na konci testu po 60-tich minútach bola v porovnaní s hodnotami o 17 až 22 úderov za minútu vyššia. Podobné zistenie uvádzajú Neumann et al. (2005). Nárast SF pri konštantnom hodinovom zaťažení môže byť približne o 10 tepov za minútu. Pripisuje to stúpajúcej únave a zvyšujúcej sa telesnej teplote organizmu. Boulay et al. (1997) popisujú rovnaký fenomén zvyšujúcej sa SF. Jeukendrup a Diemen (1998) udávajú, že kardiovaskulárny drift je výraznejší v horúcom prostredí ako v chladnejšom. Mountain a Coyle (1992) udávajú, že kardiovaskulárny drift je spôsobený znižovaním tepového objemu. Ten sa znižuje spolu s nastupujúcou dehydratáciou, čo má pravdepodobne za následok redukcia objemu krvi na úkor krvnej plazmy (Gonzales et al., 2000).

Pri porovnávaní priemernej SF ($172,7 \pm 10,3$ úder/min) počas tréningu a SF ($171,5 \pm 10,7$ úder/min) dosiahnutej na ANP v záťažovom teste sú hodnoty veľmi podobné. Z tohto môžeme usudzovať, že prvý typ tréningového zaťaženia prebiehal v požadovanej intenzite nielen podľa mechanického výkonu ale i podľa SF. Možno preto konštatovať, že tento typ zaťaženia bol náročný a stresujúci, avšak aeróbný.

4.2.2 DRUHÝ TYP TRÉNINGOVÉHO ZAŤAŽENIA – INTERVALOVÝ ANAERÓBNY TRÉNING

Intervalový anaeróbný tréning pozostával zo zaťaženia, pri ktorom sa striedali minútové intervaly na individuálnom maximálnom mechanickom výkone dosiahnutom v záťažovom teste (priemerná hodnota $397,3 \pm 52,3$ W), s minútovým aktívnym odpočinkom (zaťaženie na úrovni 50 W). Počet opakovaní intervalov bolo $25,1 \pm 8,9$ krát. Priemerná SF počas zaťaženia bola $166,3 \pm 10,8$ úder/min a najvyššia SF $183 \pm 10,5$ úder/min.

Pre porovnanie reakcie organizmu na druhý typ tréningového zaťaženia môžeme posudzovať najvyššiu SF ($183 \pm 10,5$ úder/min) dosiahnutú v tréningu a maximálnu SF ($188,8 \pm 10,8$ úder/min) zaznamenanú v záťažovom teste. Nedosiahnutie individuálnej maximálnej SF probandov pri tomto type tréningu pripisujeme krátkemu intervalu zaťaženia, kedy za 1 minútu SF nestihla reagovať na predpísaný maximálny výkon. Anaeróbný charakter zaťaženie potvrdzujú vysoké hladiny krvného laktátu 3 minúty po skončení tréningu ($10,6 \pm 2,6$ mmol.l⁻¹). Tieto hodnoty sú v zhode so zisteniami Jenkinsa a Quigleyho (1990), ktorí u ôsmich vysoko trénovaných cyklistov namerali po 20-minútovom konštantnom kritickom výkone hodnoty laktátu $8,9 \pm 1,6$ mmol.l⁻¹. Konštantný kritický výkon znamená najvyšší mechanický výkon, ktorý sú jedinci schopní vyprodukovať za určitý čas. Domnievame sa, že práve takto dlhé maximálne zaťaženie môže prebiehať na hranici VO₂max. Hladina laktátu po anaeróbnom tréningu bola v porovnaní s uvedenou štúdiou o 1,7 mmol.l⁻¹ vyššia a z tohto usudzujeme, že nami vymodelovaný druhý typ tréningu, mohol počas minútových intervaloch predstavovať anaeróbný tréningový stimul. Treba však dodať, že hodnota laktátu pri zaťažení na úrovni VO₂max je značne individuálna a závisí od podielu pomalých a rýchlych svalových vlákien a tiež od úrovne ANP v pomere ku VO₂max. Toto tvrdenie sa opiera o zistenia Coyla et al. (1988), ktorí porovnávali dve skupiny vysoko trénovaných cyklistov pri zaťažení na 88 % individuálneho VO₂max. Prvá skupina cyklistov mala ANP na 65,8 % VO₂max, laktát po skončení zaťaženia 14,7 mmol.l⁻¹ a pomer pomalých svalových vlákien k rýchlym 48,7 k 51,4 %. Druhá skupina prezentovala ANP na 81,5 % VO₂max, nameraný laktát 7,4 mmol.l⁻¹ a pomer svalových vlákien 66,7 k 33,3 % v prospech pomalých. Skupina s prevahou pomalých vlákien navyše vydržala produkovať stanovený výkon 60 minút, kým prvá, s vyšším podielom rýchlych iba 30 minút.

4.3 ZMENY PARAMETROV VO FÁZE ODPOČINKU PO AERÓBNOM ZATŤAŽENÍ

4.3.1 ZMENY PARAMETRA AERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ

Srdcová frekvencia (Aeróbny parameter):

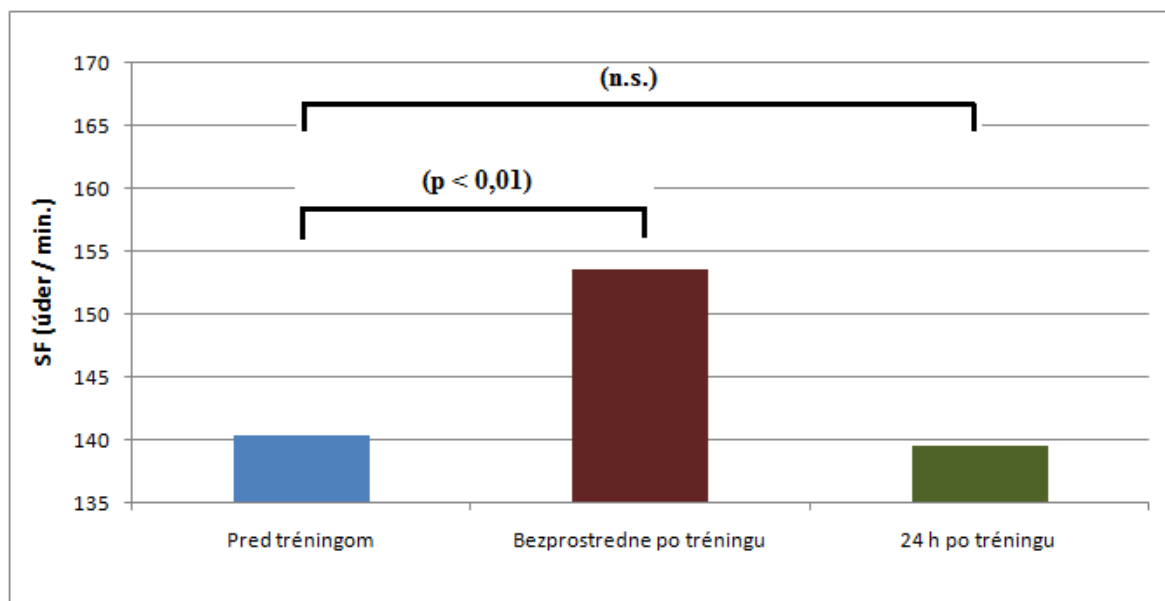
Hodnota aeróbného parametra (priemerná SF počas 10-minútového submaximálneho zaťaženia na úrovni AP) bezprostredne po aeróbnom tréningovom zaťažení bola $153,5 \pm 9,4$ úder/minútu. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o 13,1 úder/minútu (8,5 %) bolo významné na hladine 1 % (obr. 7). U každého probanda sa SF po aeróbnom tréningu jednoznačne zvýšila.

Toto zvýšenie považujeme za logické a s najväčšou pravdepodobnosťou je dôsledkom dehydratácie, nedokonalaj termoregulácia, prehriatím a zvýšením teploty pracujúcich svalov, kyslíkovým deficitom a následným kyslíkovým dlhom po predchádzajúcom aeróbnom tréningu. Naše tvrdenie dokladáme zisteniami viacerých autorov. Podľa Hamara (1989) má na výšku SF vplyv zvýšená vonkajšia teplota prostredia, kedy sa spúšťajú termoregulačné mechanizmy, nastáva potenie, mierne sa zrýchľuje dýchanie a dochádza k stúpnutiu SF. Najnižšie hodnoty SF sú dosahované pri teplotách okolo 20°C. Stannard (1998) zisťoval vplyv vonkajšej teploty prostredia pri konštantnom výkone na bicyklovom ergometri na zmeny SF. Zistil, že pri tom istom výkone a rozdielnej teplote (37, respektíve 20°C) je v teplejšom prostredí SF vyššia až o 18 úderov za minútu v teplejšom prostredí. Podľa Carmichaela (2003) aj dehydratácia na úrovni dvojpercentného úbytku hmotnosti vedie k významnému zníženiu aeróbnej výkonnosti.

Ďalším mechanizmom zodpovedným za zvýšenú SF pri teste po tréningovom zaťažení je vytvorený kyslíkový deficit v priebehu náročného aeróbného zaťaženia. Vo fáze zotavenia zvýšené nároky kyslíka pretrvávajú, čo sa nazýva kyslíkový dlh. Ten býva významnejšie vyšší ako kyslíkový deficit, pretože okrem splácania samotného kyslíka treba zabezpečiť i dostatočné množstvo kyslíka na krytie energetických nárokov tých orgánov, ktorých zvýšená aktivácia pretrváva po skončení zaťaženia. To má na svedomí zvýšená telesná teplota organizmu. Hamar a Lipková (2008) uvádzajú, že pri náročnom zaťažení môže stúpnuť teplota telesného jadra o viac ako 3°C, čoho výsledkom je zvýšená

potreba kyslíku vo fáze zotavovania o viac ako 50 %. Z tohto dôvodu je zvýšená minútová ventilácia i srdcová frekvencia. Ich navýšenie je najvýznamnejšie v úvodných minútach, avšak môže pretrvávať i niekoľko hodín po zaťažení.

Športovec sa počas aeróbného tréningu výrazne prehrial, spotil a tým dehydroval, čoho dôsledkom bola zvýšená priemerná SF v priebehu testu. Avšak toto zvýšenie SF objektívne nevypovedá o stupni únavy, iba odráža odozvu organizmu na zaťaženie.



Obr. 7 Aeróbnny parameter po aeróbnom zaťažení

Hodnota aeróbného parametra 24 hodín po aeróbnom tréningovom zaťažení bola $139,5 \pm 10,7$ úder/min. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o 0,9 úder/minútu (0,6 %) bolo nevýznamné (obr. 7). Vyvolaná zmena parametra bola výrazne individuálna. U jedenástich probandov sme po tréningu zaznamenali zníženie priemernej SF. Naopak u ôsmich probandov nastalo zvýšenie priemernej SF oproti východiskovému stavu. U jedného sa priemerná SF nezmenila. Najvýznamnejšie zníženie priemernej SF sme namerali o 8 úderov za minútu a zvýšenie o 6 úderov za minútu.

Tento fenomén protichodne reagujúcej SF na aeróbne zaťaženie môžeme vysvetliť na základe rozdielnych reakcií autonómneho nervového systému, ktorý SF významne ovplyvňuje. Israel (1976) uvádza, že poznáme dve formy pretrénovania – sympatikotónnu a parasympatikotónnu. Znakom sympatikového typu pretrénovania, kedy pokojová SF reaguje zvýšením, sú zreteľné príznaky v podobe zvýraznených stresových reakcií organizmu. Takýto typ pretrénovania je typický pre mladých atlétov a silovo rýchlostných športovcov. Pri parasympatikovom pretrénovaní, kedy SF reaguje poklesom, a dochádza

k celkovému spomaleniu telesných funkcií, sú príznaky často veľmi mierne a horšie pozorovateľné. Toto je typické pre dlhoročne trénujúcich športovcov, najmä vytrvalcov.

V praxi toto rozdelenie nebýva také jednoznačné a príznaky pretrénovania môžu byť kombináciou oboch typov.

Na odlišenie oboch typov možno využiť variabilitu srdcovej frekvencie (HRV) je schopná krátkodobo lepšie odráža aktivitu a rovnováhu medzi dvoma súčasťami autonómneho nervového systému. Uusitalo (1996) z tohto dôvodu HRV považuje za vhodný nástroj na rozpoznanie pretrénovania, resp. špecifikáciu jeho typu. Pri pozitívnom tréningovom efekte by sa pokojová SF mala znižovať a HRV zvyšovať. Pri prepätí a sympatikovom pretrénovaní to je naopak. Pri parasympatikovom pretrénovaní sa oba parametre znižujú.

V športovej praxi zvyknú športovci odpočívať po ťažkom tréningu jeden až dva dni, počas ktorých sa ich zvýšená pokojová SF vracia do normálu. Avšak pri prepätí a najmä pretrénovaní sa SF po jednom až dvoch dňoch pokoja zvyšuje a športovec sa stále necíti odpočinutý. Treba brať na vedomie, že SF pri akútnej únave, prepätí a pretrénovaní môže reagovať rozdielne v pokoji a pri zaťažení. Hedelin et. al. (2000) merali zmeny SF pri bežeckom záťažovom teste u kanoistov po šesťdňovom tréningovom sústreďení. Na všetkých záťažových stupňoch zistili významný pokles SF, čo pripisujú únave až prepätiu. Jeukendrup a Diemen (1998) uvádzajú, že SF môže byť veľmi užitočná pri odhalení skorého pretrénovania najmä v kombinácii s laktátovou krivkou a dotazníkmi ako napríklad POMS.

Počas pretrénovania môže byť znížená tak maximálna ako aj submaximálna SF. Naopak, v pokoji a spánku zvýšená. Billat et al. (1999) zistili zníženie submaximálnej SF pri pretrénovaní u cyklistov. Naopak Urhausen et al. (1998) udáva, že submaximálna SF sa pri pretrénovaní nemení ale mení sa maximálna SF.

Na základe nevýznamnej zmeny priemernej SF a rozdielných zistení autorov usudzujeme, že aeróbny parameter nie je schopný dostatočne presne a objektívne postihnúť odozvu organizmu vo fáze zotavovania 24 hodín po náročnom aeróbnom zaťažení.

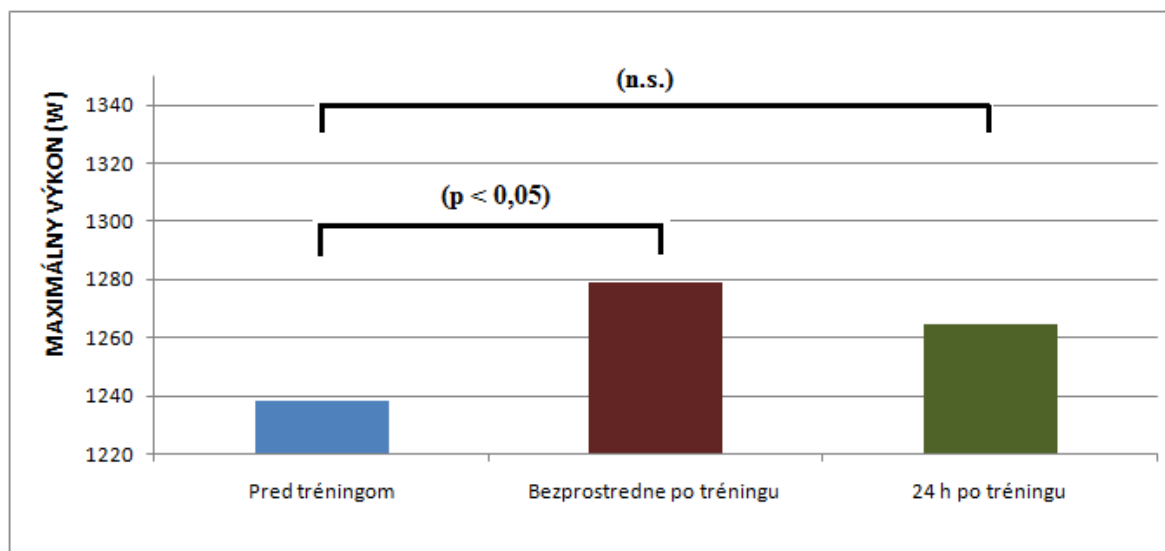
4.3.2 ZMENY PARAMETROV ANAERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ

Mechanický výkon (Anaeróbný parameter 1):

Hodnota anaeróbného parametra 1 (maximálny anaeróbný výkon) meraná v laboratórnych podmienkach na izokinetickom bicyklovom ergometri bezprostredne po aeróbnom tréningovom zaťažení bola $1279,1 \pm 248,8$ W. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o 40,8 W (3,2 %) bolo významné na hladine 5 % (obr. 8).

Zvýšenie výkonu v laboratórnych podmienkach nevieme logicky odôvodniť. Náš predpoklad bol protichodný. Očakávali sme, že sa výkon oproti východiskovému stavu zníži. Dôvodom by mohla byť aktivácia energetických systémov v predchádzajúcom zaťažení. Vychádzali sme zo zistenia Passfielda a Dousta (2000), ktorí namerali významné zníženie maximálneho anaeróbného výkonu po 60-minútovom konštantnom zaťažení na úrovni 60 % VO_2max na bicyklovom ergometri u výkonnostných cyklistov. Zaťaženie bolo naviac menej náročné, keďže zodpovedalo intenzite pod úrovňou ANP.

Naše výsledky ukazujú, že anaeróbný parameter 1, meraný v laboratórnych podmienkach nie je schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu bezprostredne po náročnom aeróbnom zaťažení.



Obr. 8 Anaeróbný parameter 1 po aeróbnom zaťažení (laboratórne podmienky)

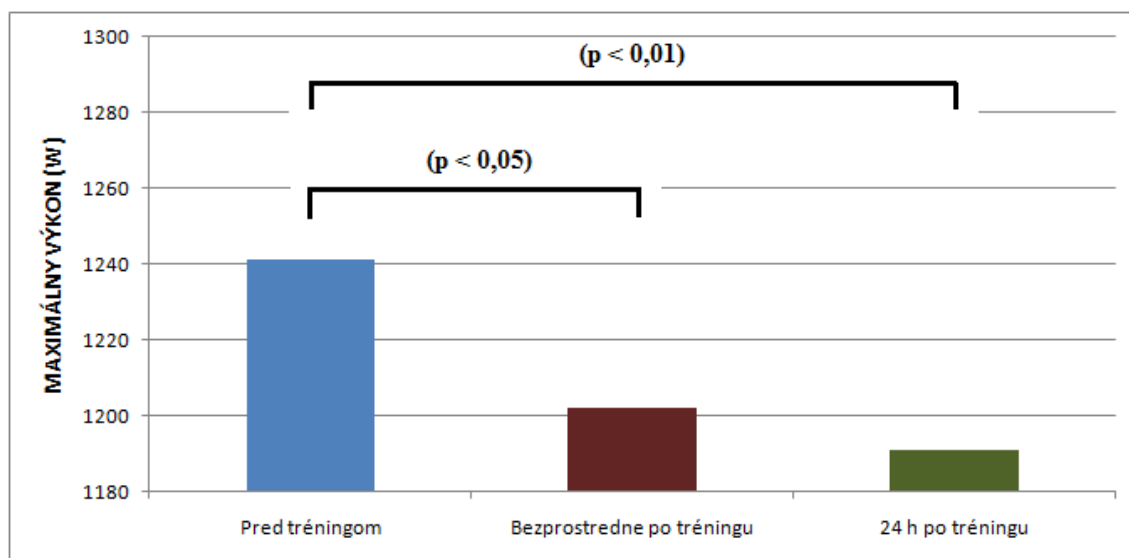
Anaeróbny parameter 1 meraný v laboratórnych podmienkach na izokinetickom bicyklovom ergometri 24 hodín po aeróbnom tréningovom zaťažení bol $1264,6 \pm 235,7$ W. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o 26,3 W (2,1 %) nebolo významné (obr. 8).

Na základe nevýznamnej zmeny, usudzujeme, že anaeróbnym parametrom 1 meraným v laboratórnych podmienkach nie je možné objektívne posúdiť odozvu organizmu 24 hodín po náročnom aeróbnom zaťažení. To by mohlo byť dôsledkom odlišných podmienok testovania v porovnaní s charakterom zaťaženia v prirodzených podmienkach.

Hodnota anaeróbného parametra 1 meraná v terénnych podmienkach na vlastnom bicykli probanda bezprostredne po aeróbnom tréningovom zaťažení bola $1202,2 \pm 117,4$ W. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o 39,8 W (3,3 %) bolo významné na hladine 5 % (obr. 9).

Naše zistenie je totožné s výsledkami Passfielda a Dousta (2000), ktorí namerali významné zníženie výkonu v 30-sekundovom šprinte po 60 minútovom konštantnom zaťažení na úrovni 60% z VO_{2max} na bicyklovom ergometri u výkonnostných cyklistov. Oddelene vyhodnotili zmeny priemerného výkonu a maximálneho výkonu dosiahnutého v 4 sekunde. Práve maximálny výkon sa zhoduje s anaeróbnym parametrom 1. I napriek tomu, že zaťaženie bolo menej náročné, zapríčinilo zníženie maximálneho výkonu o 27 W významné na hladine 5 %.

Zníženie výkonu je jav, ktorým sa potvrdzuje náročnosť predchádzajúceho tréningového zaťaženia. Môže preto vypovedať o akútnej únave v dôsledku predchádzajúceho aeróbného zaťaženia.



Obr. 9 Anaeróbny parameter 1 po aeróbnom zaťažení (terénne podmienky)

Hodnota anaeróbného parametra 1 meraná v terénnych podmienkach na vlastnom bicykli probanda 24 hodín po aeróbnom tréningovom zaťažení bola $1191,1 \pm 102$ W. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o 50,1 W (4,2 %) bolo významné na hladine 1 % (obr. 9).

Významné zníženie výkonu 24 hodín po aeróbnom zaťažení môže naozaj vypovedať o akútnej únave. Môžeme polemizovať, čo únavu spôsobilo.

Znížené pH narušilo vnútorné prostredie organizmu a tým sa zvýšila koncentrácia iónov K^+ a H^+ . Tie zapríčinili pokles celkového počtu aktívnych motorických jednotiek vo svaloch. Unavené svalové vlákno malo skrátený čas kontrakcie a predĺžený čas relaxácie.

Unavený centrálny nervový systém by mohol nedostatočne stimulovať svalové vlákna. K dostatočnej stimulácii anaeróbnej glykolýzy dochádza prostredníctvom sympatikového nervového systému a jeho mediátoru adrenalínu. Ten aktivuje enzým fosforylázu, ktorý odštiepuje glukózu z makromolekuly glykogénu. Po nedostatočnom preladení vegetatívneho systému na parasympatikus nemuselo dôjsť k postačujúcej regenerácii organizmu. To by mohlo pri následnom maximálnom anaeróbnom výkone negatívne ovplyvniť úroveň aktivácie sympatiku, ktorý nedostatočne stimuloval anaeróbnú glykolýzu.

V neposlednom rade sa na znížení maximálneho anaeróbného výkonu mohla podieľať i psychická únava. Tá zvýrazňuje subjektívny pocit vyčerpania, bolesti svalov, averziu k pohybu a oslabenie motivácie. Individuálna schopnosť potlačenia psychickej únavy sa najviac prejavuje pri výkone v maximálnom zaťažení.

Dôležitým substrátom pre svalovú prácu je adenosíntrifosfát (ATP). Na jeho resyntézu negatívne vplyva nedostatok svalového glykogénu. Po vytrvalostnom zaťažení sa zásoby glykogénu výrazne znižujú. Toto tvrdenie potvrdzuje Neumann et al. (2005), ktorí uvádzajú časový priebeh regenerácie po vyčerpávajúcom vytrvalostnom zaťažení. Obnova pečeneového glykogénu by mala trvať 24 hodín, avšak obnovenie glykogénu v intenzívne zaťažovaných svaloch udáva na druhý až siedmy deň. Z uvedeného predpokladáme, že pokles anaeróbného parametra 1, má vo významnej miere na svedomí nedostatočná obnova svalového glykogénu vo svaloch nôh.

Podobné zistenia uvádzajú Hedelin et al. (2000), ktorí merali výkon pri bežekom záťažovom teste u kanoistov po šesťdňovom sústredení. Pri tom istom protokole testovania skončili o viac ako minútu skôr. Pripisujú to únave až prepätiu.

Na základe týchto skutočností usudzujeme, že anaeróbny parameter 1 meraný v terénnych podmienkach je schopný objektivne postihnúť odozvu organizmu 24 hodín po náročnom aeróbnom zaťažení.

Laktát (Anaeróbny parameter 2):

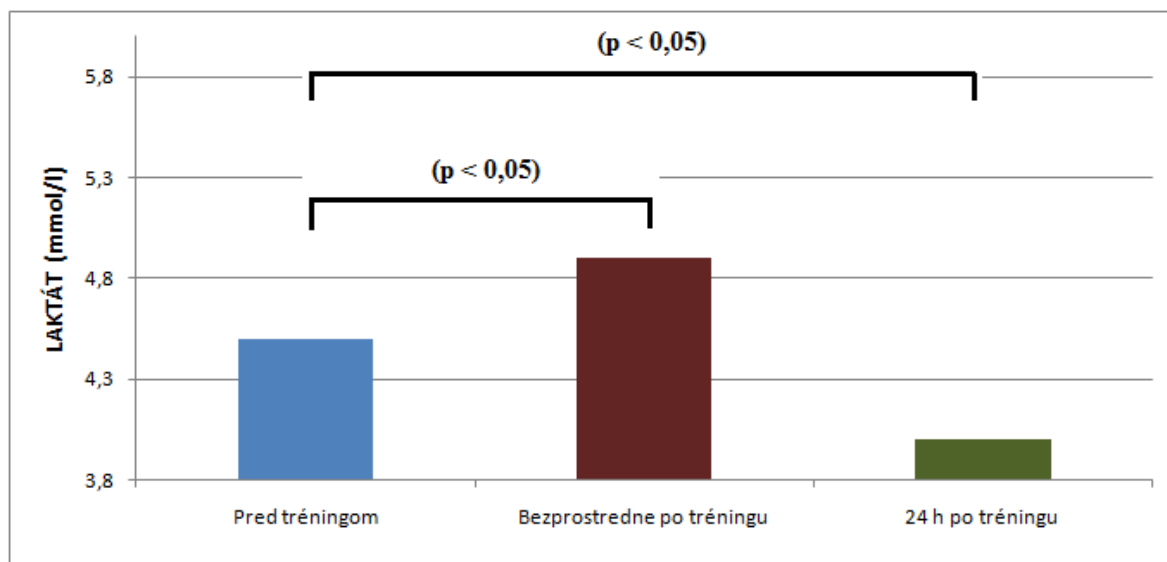
Hodnota anaeróbného parametra 2 (laktát v krvi nameraný 7 minút po skončení testu anaeróbných schopností) bezprostredne po aeróbnom tréningovom zaťažení bola $4,9 \pm 1,1$ mmol.l⁻¹. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o 0,4 mmol.l⁻¹ (8,2 %) bolo významné na hladine 5 % (obr. 10).

Toto mierne zvýšenie považujeme za logické a s najväčšou pravdepodobnosťou to spôsobil predchádzajúci tréning. Počas neho sa hodnoty laktátu dlhodobo zvýšili a po skončení zaťaženia nestihli vrátiť na pokojové hodnoty. Normalizácia kyslosti vnútorného prostredia (homeostáza) a zníženie koncentrácie laktátu pod 2 mmol.l⁻¹ trvá do 30 minút po skončení vyčerpujúceho vytrvalostného zaťaženia (Neumann et al., 2005).

Na druhej strane Stanley (1991) a Chatham et al. (1999) uvádzajú viacero štúdií, ktoré dokazujú, že pri narastaní koncentrácie laktátu v krvi, zvyšovaní myokardiálneho krvného prietoku a spotreby kyslíka sa stáva laktát preferovaným zdrojom energie pre srdce a predstavuje až 60 % z utilizovaných substrátov. Táto skutočnosť by mohla zabezpečiť lepšiu regeneráciu počas aktívnej pohybovej činnosti. Avšak medzi aeróbnym zaťažením a meraním anaeróbného parametra 2 nebolo dostatok času, aby sa laktát mohol využiť ako preferovaný zdroj energie a tým dopomôcť regenerácii.

Naše zistenia nekorešpondujú s výsledkami Passfielda a Dousta (2000), ktorí u výkonnostných cyklistov namerali významné zníženie laktátu vyplaveného po 30-sekundovom šprinte, ktorému predchádzalo 60-minútové konštantné zaťaženie na úrovni 60 % z VO₂max na bicyklovom ergometri. Udáva zníženie z 8,6 mmol.l⁻¹ na 6,6 mmol.l⁻¹, na hladine významnosti 1 %. Zaťaženie bolo však menej náročné, keďže zodpovedalo intenzite pod ANP. Navyše sa počas 30-sekundového šprintu vyprodukuje viac laktátu ako pri 7-sekundovom.

Na základe týchto skutočností možno konštatovať, že anaeróbny parameter 2 nie je schopný objektivne postihnúť odozvu organizmu bezprostredne po náročnom aeróbnom zaťažení.



Obr. 10 Anaeróbný parameter 2 po aeróbnom zaťažení

Hodnota anaeróbného parametra 2 (laktát v krvi nameraný 7 minút po skončení testu anaeróbných schopností) 24 hodín po aeróbnom tréningovom zaťažení bola $4 \pm 1,1$ mmol.l⁻¹. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o 0,5 mmol.l⁻¹ (12,5 %) bolo významné na hladine 5 % (obr. 10).

Nižšie hodnoty laktátu svedčia o menej výraznom zapojení anaeróbnej glykolýzy. Neumann et al. (2005) uvádza, že nedostatočná mobilizácia laktátu môže byť spôsobená v dôsledku nedostatočného množstva glykogénu. Domnievame sa, že naopak centrálna únava by mohla spôsobiť vyššiu tvorbu laktátu počas submaximálneho zaťaženia. Avšak pri zaťažení maximálnym úsilím môže spôsobiť znižovanie hladiny laktátu v krvi. Sprievodným javom centrálnej únavy je zníženie maximálneho výkonu, pretože úroveň výkonu je podmienená tvorbou energie anaeróbnym spôsobom. Denis et al. (1990) porovnávali biochemické parametre s hodnotou maximálneho výkonu. Najvyššiu koreláciu zistili medzi maximálnym výkonom a koncentráciou laktátu v krvi. Bielik (2006) zisťoval vzťah medzi maximálnym a priemerným výkonom vo Wingate teste a hodnotou laktátu po ňom u horských cyklistov. Nenašiel tu významnú koreláciu a vo výsledkoch preto dodáva, že výška hladiny laktátu v krvi nesúvisí s anaeróbnym výkonom pri porovnávaní medzi športovcami. Toto vysvetľujeme tým, že každý športovec disponuje rozdielnou schopnosťou produkovať laktát. Tá závisí od úrovne anaeróbného metabolizmu, pomeru rýchlych svalových vlákien ku pomalým a tiež stravy. Hedelin et. al. (2000) merali laktát pri bežekom záťažovom teste u kanoistov po šesťdňovom sústredení. Na všetkých záťažových stupňoch zaznamenali významný pokles krvného laktátu, čo pripisujú únave až

prepätiu. Podobné zistenie uvádzajú Bosquet et al. (2000), ktorí potvrdili, že pri pretrénovaní sa hodnoty laktátu znižujú. To by mohlo byť spôsobené dlhodobou zníženými zásobami svalového glykogénu. Uvádza, že na tento fenomén treba dávať pozor pri vyhodnocovaní záťažového testu - laktátovej krivky, kedy jej posun doprava nemusí znamenať výkonnostný progres ale pretrénovanie.

Na základe týchto skutočností možno konštatovať, že anaeróbny parameter 2 je schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu 24 hodín po ťažkom aeróbnom zaťažení. Aj anaeróbny parameter 1 meraný v teréne sa ukázal vhodný na zachytenie odozvy organizmu 24 hodín po aeróbnom tréningu. Oba parametre získavame z testu anaeróbných schopností a preto ho považujeme za vhodný na objektivizáciu akútnej únavy po náročnom aeróbnom tréningu.

4.4 ZMENY PARAMETROV VO FÁZE ODPOČINKU PO ANAERÓBNOM ZAŤAŽENÍ

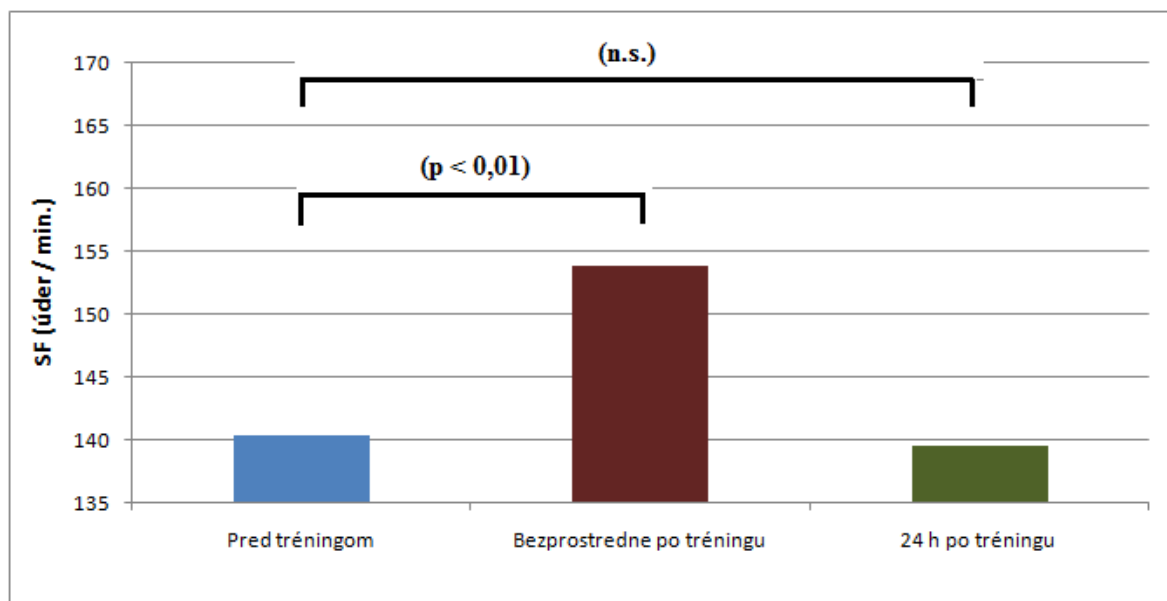
4.4.1 ZMENY PARAMETRA AERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ

Srdcová frekvencia (Aeróbny parameter):

Hodnota aeróbného parametra bezprostredne po anaeróbnom tréningovom zaťažení bola $153,8 \pm 7,9$ úder/minútu. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o 13,4 úder/minútu (8,7 %) bolo významné na hladine 1 % (obr. 11). U každého probanda sa SF pri submaximálnom zaťažení po anaeróbnom tréningu jednoznačne zvýšila.

Toto zvýšenie považujeme rovnako, ako u aeróbného parametra po aeróbnom zaťažení, za logické. Tiež to odôvodňujeme dehydratáciou, nedokonalou termoreguláciou, prehriatím a zvýšením teploty pracujúcich svalov, kyslíkovým deficitom a následným kyslíkovým dlhom po predchádzajúcom anaeróbnom tréningu.

Zmena aeróbného parametra objektívne nevypovedá o stupni únavy, iba odráža odozvu organizmu na zaťaženie.



Obr. 11 Aeróbny parameter po anaeróbnom zaťažení

Hodnota aeróbného parametra 24 hodín po anaeróbnom tréningu bola $139,5 \pm 9,5$ úder/min. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o 0,9 úder/minútu (0,6 %) bolo nevýznamné (obr. 11). Zmena parametra bola výrazne odlišná. Dvanástim probandom sa priemerná SF po tréningu znížila. Naopak u siedmich probandov nastalo zvýšenie oproti východiskovému stavu. U jedného sa priemerná SF nezmenila. Najvýznamnejšie zníženie sme namerali o 13 úderov za minútu a zvýšenie o 12 úderov za minútu.

Fenomén protichodne reagujúcej SF na anaeróbne zaťaženie vysvetľujeme rovnako ako u aeróbného parametra meraním 24 hodín po aeróbnom zaťažení. Pripisujeme to dvom rozdielnym formám pretrénovania - sympatikotónnu a parasympatikotónnu (Israel, 1976).

Z dôvodu nevýznamnej zmeny priemernej SF usudzujeme, že aeróbny parameter nie je schopný dostatočne presne a objektívne postihnúť odozvu organizmu vo fáze zotavovania 24 hodín po intervalovom anaeróbnom zaťažení.

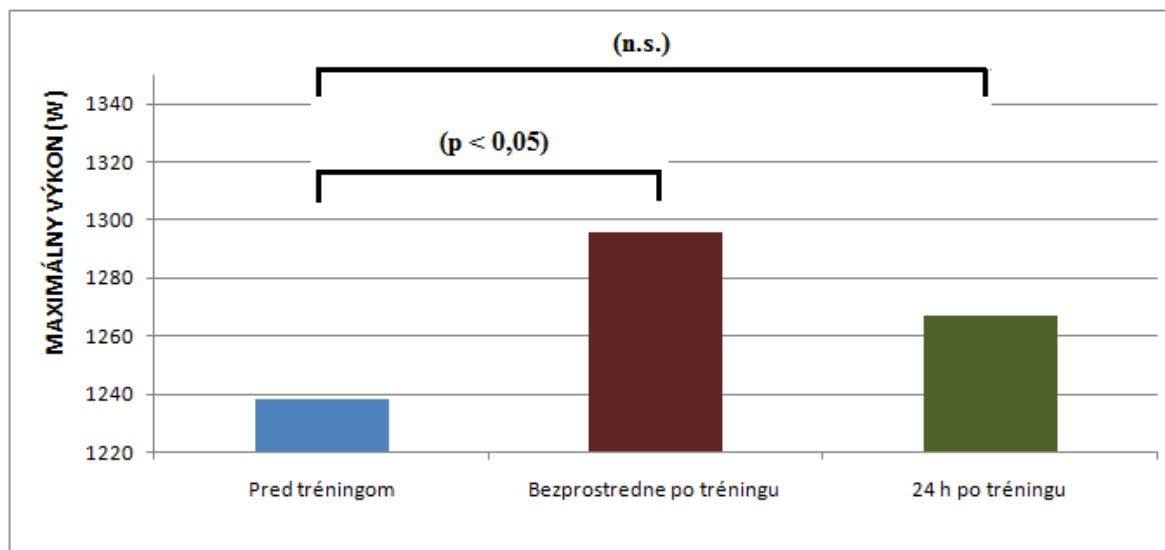
4.4.2 ZMENY PARAMETROV ANAERÓBNÝCH SCHOPNOSTÍ

Mechanický výkon (Anaeróbný parameter 1)

Anaeróbný parameter 1 meraný v laboratórnych podmienkach na izokinetickom bicyklovom ergometri bezprostredne po anaeróbnom tréningu bol $1295,5 \pm 260,4$ W. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o 57,2 W (4,4 %) bolo významné na hladine 5 % (obr. 12).

Zvýšenie výkonu v laboratórnych podmienkach rovnako ako u anaeróbného parametra 1 meranom po aeróbnom tréningu nevieme logicky odôvodniť. Náš predpoklad bol protichodný. Očakávali sme, že sa výkon oproti východiskovému stavu zníži. Rovnako ako u zmeny parametra po aeróbnom zaťažení by dôvodom mohla byť aktivácia energetických systémov v predchádzajúcom zaťažení.

Naše výsledky ukazujú, že anaeróbný parameter 1, meraný v laboratórnych podmienkach nie je schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu bezprostredne po intervalovom anaeróbnom zaťažení



Obr. 12 Anaeróbný parameter 1 po anaeróbnom zaťažení (laboratórne podmienky)

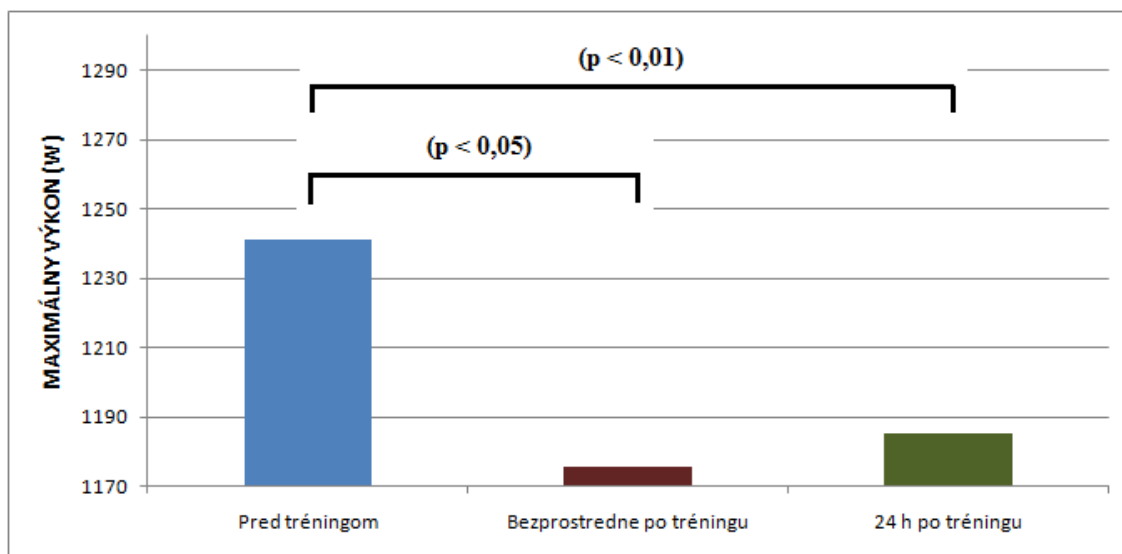
Anaeróbný parameter 1 meraný v laboratórnych podmienkach na izokinetickom bicyklovom ergometri 24 hodín po anaeróbnom tréningovom zaťažení bol $1266,7 \pm 237,7$ W. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o 28,4 W (2,2 %) nebolo významné (obr. 12).

Na základe nevýznamnej zmeny, usudzujeme, že anaeróbnym parametrom 1 meraným v laboratórnych podmienkach nie je možné objektívne posúdiť odozvu organizmu 24 hodín po intervalovom anaeróbnom zaťažení.

Hodnota anaeróbného parametra 1 meraná v terénnych podmienkach na vlastnom bicykli bezprostredne po anaeróbnom tréningovom zaťažení bola $1175,8 \pm 112,8$ W. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o 65,4 W (5,6 %) bolo významné na hladine 5 % (obr. 13).

Výskumy, kedy sa zaznamenávala zmena anaeróbného výkonu po intervalovom anaeróbnom zaťažení, sme nenašli.

Zníženie výkonu je jav, ktorým sa potvrdzuje náročnosť predchádzajúceho tréningového zaťaženia. Môže preto vypovedať o akútnej únave v dôsledku predchádzajúceho aeróbného zaťaženia.



Obr. 13 Anaeróbný parameter 1 po anaeróbnom zaťažení (terénne podmienky)

Hodnota anaeróbného parametra 1 meraná v terénnych podmienkach na vlastnom bicykli probanda 24 hodín po anaeróbnom tréningovom zaťažení bola $1185,1 \pm 101,7$ W. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o 56,1 W (4,7 %) bolo významné na hladine 1 % (obr. 13).

Významné zníženie výkonu 24 hodín po anaeróbnom zaťažení môže naozaj vypovedať o akútnej únave. Laczó (2006) popisuje dynamiku neúplnej regenerácie na začiatku a na vrchole superkompenzačného procesu po rôznych typoch zaťaženia. Rýchla,

neúplná regenerácia po tréningu špeciálnej vytrvalosti trvá 48 hodín. Taktiež znovu obnova svalového glykogénu v zaťažovaných svaloch je na druhý až siedmy deň (Neumann et. al.). Práve intervalový anaeróbny tréning v cestnej cyklistike môžeme považovať za špeciálnu vytrvalosť. Z uvedeného predpokladáme, že pokles anaeróbného parametra 1, má vo významnej miere na svedomí nedostatočná obnova svalového glykogénu vo svaloch nôh.

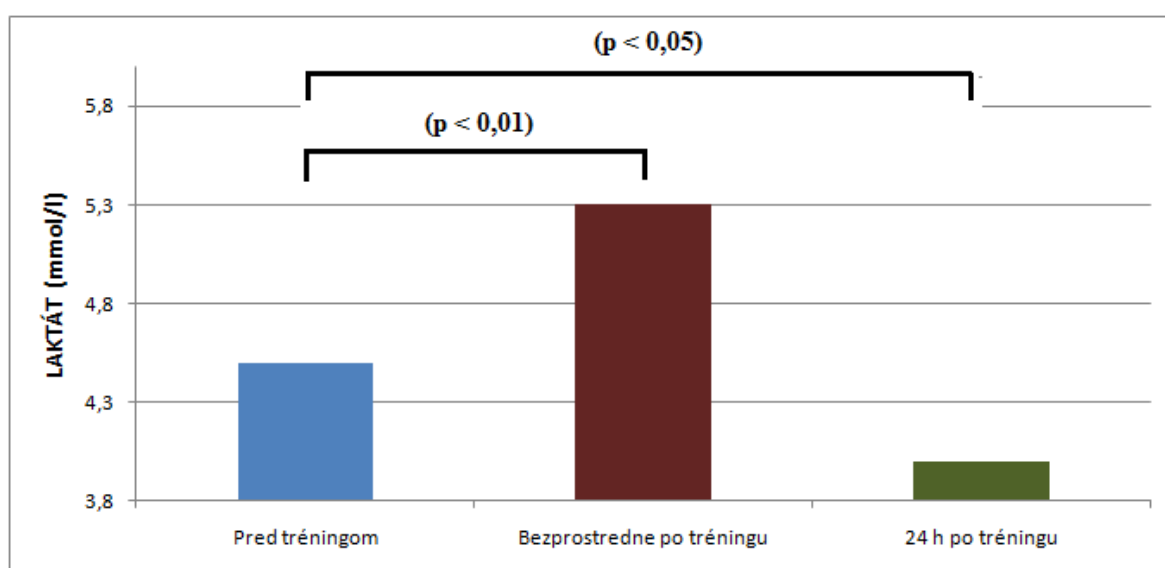
Na základe týchto skutočností usudzujeme, že anaeróbny parameter 1 meraný v terénnych podmienkach je schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu 24 hodín po intervalovom anaeróbnom zaťažení.

Laktát (Anaeróbny parameter 2):

Hodnota anaeróbného parametra 2 (laktát v krvi nameraný 7 minút po skončení testu anaeróbných schopností) bezprostredne po intervalovom tréningu bola $5,3 \pm 2,1 \text{ mmol.l}^{-1}$. Zvýšenie oproti hodnote pred tréningom o $0,8 \text{ mmol.l}^{-1}$ (15,1 %) bolo významné na hladine 1 % (obr. 14).

Toto mierne zvýšenie považujeme za logické a s najväčšou pravdepodobnosťou to zapríčinil predchádzajúci tréning.

Na základe tejto skutočnosti konštatujeme, že anaeróbny parameter 2 nie je schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu bezprostredne po intervalovom anaeróbnom zaťažení.



Obr. 14 Anaeróbny parameter 2 po anaeróbnom zaťažení

Hodnota anaeróbného parametra 2 (laktát v krvi nameraný 7 minút po skončení testu anaeróbných schopností) 24 hodín po tréningovom zaťažení bola $4 \pm 1 \text{ mmol.l}^{-1}$. Zníženie oproti hodnote pred tréningom o $0,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ (12,5 %) bolo významné na hladine 5 % (obr. 14).

Nižšie hodnoty laktátu odôvodňujeme menším zapojením anaeróbnej glykolýzy, čo môže byť dôsledkom nedostatočného množstva svalového glykogénu (Neumann et. al. 2005). Na základe týchto skutočností možno konštatovať, že anaeróbny parameter 2 je schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu 24 hodín po intervalovom anaeróbnom zaťažení. I anaeróbny parameter 1 meraný v teréne sa ukázal vhodný na zachytenie odozvy organizmu 24 hodín po anaeróbnom tréningu. Oba parametre získavame z testu anaeróbných schopností a preto ho považujeme za vhodný na objektivizáciu akútnej únavy po intervalovom anaeróbnom tréningu.

4.5 ZMENY PARAMETROV PO AERÓBNOM A ANAERÓBNOM ZAŤAŽENÍ

V tejto kapitole porovnávame rozdiely zmien parametrov v závislosti od typu tréningu, po ktorom boli merané. Zvlášť vyhodnocujeme parametre dosiahnuté bezprostredne po tréningu a 24 hodín po ňom.

4.5.1 ZMENY PARAMETROV BEZPROSTREDNE PO DVOCH RÔZNYCH TYPOCH TRÉNINGU

Aeróbny parameter sa vplyvom aeróbného tréningu zvýšil o 8,5%, čo bolo významné na hladine 1% (obr. 15).

Aeróbny parameter sa vplyvom anaeróbného tréningu zvýšil o 8,7%, čo bolo významné na hladine 1% (obr. 15).

Rozdiel v týchto zmenách bol štatisticky nevýznamný. Z čoho usudzujeme, že aeróbny parameter meraný bezprostredne po aeróbnom a anaeróbnom tréningu nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia.

Anaeróbny parameter 1 v laboratórnych podmienkach sa vplyvom aeróbného tréningu zvýšil o 3,2 %, čo bolo významné na hladine 5 % (obr. 15).

Anaeróbny parameter 1 v laboratórnych podmienkach sa vplyvom anaeróbného tréningu zvýšil o 4,4 %, čo bolo významné na hladine 5 % (obr. 15).

Rozdiel v týchto zmenách bol štatisticky nevýznamný. Usudzujeme, že anaeróbny parameter 1 meraný bezprostredne po aeróbnom a anaeróbnom tréningu nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia.

V terénnych podmienkach sa anaeróbny parameter 1 vplyvom aeróbného tréningu znížil o 3,3 %, čo bolo významné na hladine 5 % (obr. 15).

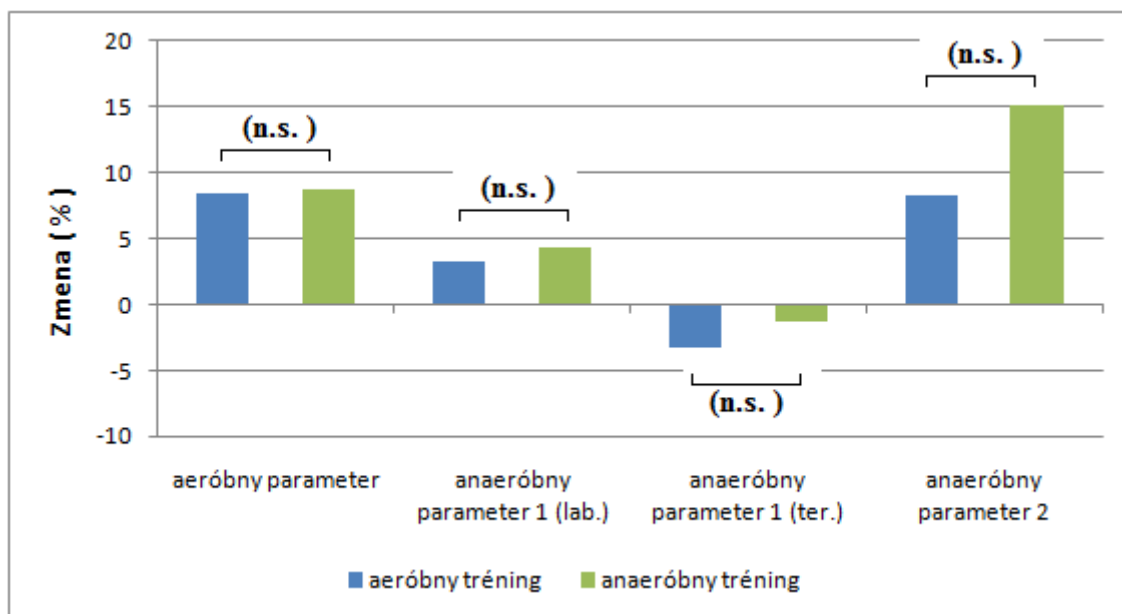
Anaeróbny parameter 1 v rovnakých podmienkach sa vplyvom anaeróbného tréningu znížil o 1,3 %, čo bolo významné na hladine 5 % (obr. 15).

Rozdiel v týchto zmenách bol štatisticky nevýznamný. Z čoho vyvodzujeme, že anaeróbny parameter 1 meraný bezprostredne po aeróbnom a anaeróbnom tréningu nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia.

Anaeróbny parameter 2 sa vplyvom aeróbného tréningu zvýšil o 8,2 %, čo bolo významné na hladine 5 % (obr. 15).

Anaeróbny parameter 2 sa vplyvom anaeróbného tréningu zvýšil o 15,1 %, čo bolo významné na hladine 1 % (obr. 15).

Rozdiel v týchto zmenách bol štatisticky nevýznamný. Anaeróbny parameter 2 meraný bezprostredne po aeróbnom a anaeróbnom tréningu, rovnako ako ostatné parametre, nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia.



Obr. 15 Zmeny parametrov bezprostredne po aeróbnom a anaeróbnom tréningu

Na základe štatisticky nevýznamných zmien parametrov medzi aeróbnym a anaeróbnym tréningom usudzujeme, že žiadny z parametrov nezachytil rozdiel odozvy na dva odlišné typy zaťaženia.

Uvažovať, ktorý z parametrov by mohol odrážať odozvu na rozdielne tréningové zaťaženie, má význam iba pri anaeróbnom parametri 1 meranom v teréne. Podľa našich zistení, iba tento parameter odráža akútnu únavu na predchádzajúce zaťaženie. Maximálny anaeróbný výkon sa znížil menej výrazne po anaeróbnom tréningu. Naopak po aeróbnom tréningu došlo k jeho výraznejšiemu zníženiu. Keďže podobné zistenia autorov sme nenašli, môžeme iba špekulovať, prečo po anaeróbnom tréningu nastal menej výraznejší poklesu anaeróbného parametra 1. V priebehu anaeróbného tréningu sa aktivoval energetický systém a rýchle glykolytické svalové vlákna. Tie mohli byť vďaka predchádzajúcej aktivácii lepšie využité pri produkovani maximálneho anaeróbného výkonu.

4.5.2 ZMENY PARAMETROV 24 HODÍN PO DVOCH RÔZNYCH TYPOCH TRÉNINGU

Aeróbny parameter sa vplyvom aeróbného tréningu znížil iba nevýznamne o 0,6 % (obr. 16). Aeróbny parameter sa vplyvom anaeróbného tréningu znížil tiež iba nevýznamne o 0,6 % (obr. 16).

Rozdiel v týchto zmenách bol štatisticky nevýznamný. Možno preto konštatovať, že aeróbny parameter meraný 24 hodín po aeróbnom a anaeróbnom tréningu nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia.

Anaeróbny parameter 1 v laboratórnych podmienkach sa vplyvom aeróbného tréningu síce zvýšil o 2,1 %, avšak toto zvýšenie bolo nevýznamné (obr. 16).

Anaeróbny parameter 1 v laboratórnych podmienkach sa vplyvom anaeróbného tréningu tiež nevýznamne zvýšil o 2,2 % (obr. 16).

Rozdiel v týchto zmenách bol štatisticky nevýznamný. Usudzujeme, že anaeróbny parameter 1 meraný 24 hodín po aeróbnom a anaeróbnom tréningu nezachytil rozdiel odozvy na dva odlišné typy zaťaženia.

Anaeróbny parameter 1 v terénnych podmienkach sa vplyvom aeróbného tréningu znížil o 4,2 %, čo bolo významné na hladine 1 % (obr. 16).

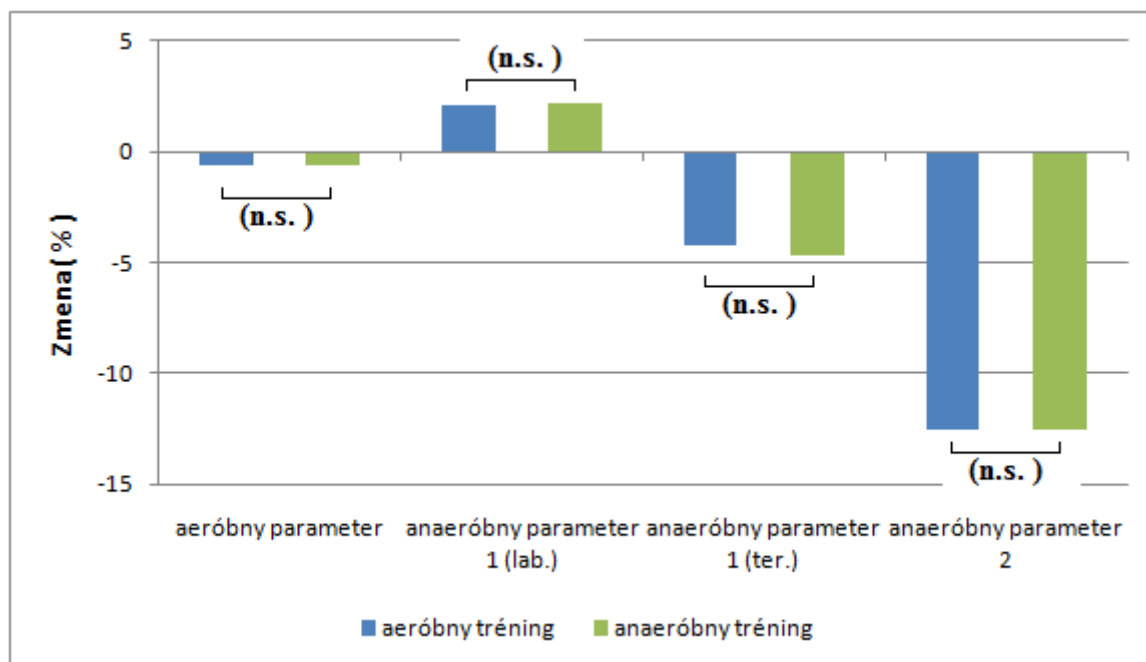
Rovnaký parameter sa vplyvom anaeróbného tréningu znížil o 4,7 %, čo bolo významné na hladine 1 % (obr. 16).

Rozdiel v týchto zmenách bol štatisticky nevýznamný. Uvádzaný parameter taktiež nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia.

Anaeróbny parameter 2 sa vplyvom aeróbného tréningu znížil o 12,5 %, čo bolo významné na hladine 5 % (obr. 16).

Ten istý parameter sa vplyvom anaeróbného tréningu znížil o 12,5 %, čo bolo významné na hladine 5 % (obr. 16).

Rozdiel v zmenách bol štatisticky nevýznamný. I tento parameter nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia.



Obr. 16 Zmeny parametrov 24 hodín po aeróbnom a anaeróbnom tréningu

Rovnako pri parametroch meraných 24 hodín po aeróbnom a anaeróbnom tréningu vyvodzujeme, že žiadny z nich nezachytil rozdiel odozvy na dva odlišné typy zaťaženia.

Zamýšľať sa, ktorý z parametrov by mohol odrážať odozvu na rozdielne tréningové zaťaženie, má význam iba pri anaeróbnom parametri 1 meranom v teréne. Nakoľko by tento parameter mohol odrážať únavu a tiež sme zachytili miernu zmenu po rozdielnom type tréningu. Maximálny anaeróbny výkon sa výraznejšie znížil po anaeróbnom tréningu ako po aeróbnom tréningu. Na základe toho by sme mohli povedať, že anaeróbny tréning vyvolal vyššiu únavu energetických systémov a svalových vlákien využívaných v priebehu maximálneho anaeróbného výkonu.

ZHRNUTIE POZNATKOV A ZÁVERY PRÁCE

ZHRNUTIE POZNATKOV

Cieľom práce bolo rozšíriť poznatky o hodnotení krátkodobej odozvy na rôzne formy tréningového zaťaženia. Dvadsať výkonnostných cyklistov absolvovalo dva rozdielne typy zaťaženia (intenzívne aeróbne na úrovni anaeróbného prahu a intenzívne intervalové anaeróbne). Po každom z nich sme opakovane (bezprostredne po a nasledujúci deň) sledovali parametre aeróbnej a anaeróbnej výkonnosti. Predpokladali sme, že najväčšie zmeny parametrov aeróbnych schopností nastanú po aeróbnom tréningovom zaťažení.

Na základe realizácie experimentu, dosiahnutých výsledkov, štúdia literatúry a vlastných praktických skúseností sme dospeli k nasledovným poznatkom:

1. Aeróbny parameter (priemerná SF počas 10-minútového submaximálneho zaťaženia na úrovni AP) meraný bezprostredne po aeróbnom tréningu, po anaeróbnom tréningu a tiež 24 hodín po aeróbnom a 24 hodín po anaeróbnom tréningu objektívne nevypovedá o stupni únavy. Taktiež aeróbny parameter meraný bezprostredne po a 24 hodín po aeróbnom a anaeróbnom zaťažení nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia. Týmto sme nepotvrdili H1 a H2.
2. Anaeróbny parameter 1 v laboratórnych podmienkach (maximálny anaeróbny výkon) meraný bezprostredne po aeróbnom tréningu, po anaeróbnom tréningu a tiež 24 hodín po aeróbnom a 24 hodín po anaeróbnom tréningu objektívne nevypovedá o stupni únavy.
3. Anaeróbny parameter 1 v terénnych podmienkach (maximálny anaeróbny výkon) meraný bezprostredne po aeróbnom tréningu a tiež po anaeróbnom tréningu vypovedá o akútnej únave v dôsledku predchádzajúceho zaťaženia. Avšak parameter nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia. Týmto sme nepotvrdili H3.
4. Anaeróbny parameter 1 v terénnych podmienkach meraný 24 hodín po aeróbnom a tiež 24 hodín po anaeróbnom tréningu vypovedá o únave a je preto schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu. Avšak parameter nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia. Týmto sme nepotvrdili H4.
5. Anaeróbny parameter 2 (laktát v krvi nameraný 7 minút po teste maximálneho anaeróbného výkonu) meraný bezprostredne po aeróbnom tréningu a tiež po

anaeróbnom tréningu nie je schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu. Taktiež parameter nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia. Týmto sme nepotvrdili H5.

6. Anaeróbný parameter 2 meraný 24 hodín po aeróbnom a tiež 24 hodín po anaeróbnom tréningu vypovedá o únave a je preto schopný objektívne postihnúť odozvu organizmu. Avšak parameter nezachytil rozdiel odozvy na odlišné typy zaťaženia. Týmto sme nepotvrdili H6.

ZÁVERY PRE ROZVOJ VEDNÉHO ODBORU

Práca priniesla výsledky, ktoré rozširujú poznatky o hodnotení únavy ihneď po, a na druhý deň ráno po dvoch typoch vytrvalostného tréningu. Za dôležité poznatky v našej práci považujeme:

1. Maximálny anaeróbný výkon (anaeróbný parameter 1) meraný v teréne a koncentrácia laktátu v krvi 7 minút po jeho skončení (anaeróbný parameter 2) postihuje únavu 24 hodín po aeróbnom a anaeróbnom tréningu.
2. Maximálny anaeróbný výkon (anaeróbný parameter 1) v teréne vypovedá o akútnej únave bezprostredne po aeróbnom a anaeróbnom tréningu.

ZÁVERY PRE ŠPORTOVÚ PRAX

Zámer práce bol smerovaný predovšetkým k športovej praxi. Z tohto hľadiska považujeme cieľ za čiastočne naplnený.

Prvý poznatok (maximálny anaeróbný výkon meraný v teréne a koncentrácia laktátu v krvi po jeho skončení postihuje únavu 24 hodín po oboch typoch tréningu) umožňuje získať presnejšie informácie o únave športovca po tréningu absolvovaného v predchádzajúcom dni. Poznanie jeho aktuálneho stavu môže spresniť dávkovanie objemu a intenzity nasledujúceho tréningového zaťaženia. Výhodou testu je nenáročnosť na čas a energetický potenciál cyklistu. Z tohto dôvodu sa môže pravidelne používať na začiatku

BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

BALTHAZAR, CH., GARCIA M. C., SPADARI-BRATFISCH, R. C. 2012. *Salivary concentrations of cortisol and testosterone and prediction of performance in a professional triathlon competition*. Department of Biosciences, Federal University of São Paulo (UNIFESP), Santos, São Paulo, Brazil. Stress. 2012 Jan 10.

BERNARD, T., et al. 1998. *Time of day effects in maximal anaerobic leg exercise*. Eur. J. Appl. Occup. Physiol., 1998, 77, (1-2), 133-138

BERUCCI, W., DUC, S., GRAPPE, F. 2006. Comparison of power output measured with three different cycling powermeters – a preliminary study. In *4th International Sport Sciences Days :2006*, Conference Proceedings, str. 135 – 137

BIELIK, V., ANEŠTÍK, M., PELIKÁNOVÁ, J., PETROVIČ, J. 2006. *Analýza laktátu v športovej praxi*. Tel. Vých. Šport, 2006, vol. 16, No. 3, pp. 17-20.

BILLAT, V.L., FLECHET, B., PETIT, B., MURIAUX, G. AND KORALSZTEIN, J-P. 1999. Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. In *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 3 (1), 156-163.

BORG, G. 1998. *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL: Human Kinetics. 1998, ISBN 0-88011-623-4

BORG, G. et al. 1983. *A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate*. In Med. Sci. Sports Exerc. 1983, 15 (6), p. 523-528

BOSQUET, L., LÉGER, L., LEGROS, P. 2000. *Blood lactate response to overtraining in male endurance athletes*. [online]. Prístup dňa 23.2.2012 z <http://sportexperts.org/pdf/PDF%2011.pdf>

BOULAY, M. R., SIMONEAU, J. A., LORTIE, G., BOUCHARD, C. 1997. Monitoring high intensity endurance exercise with heart rate and thresholds. In *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1997, 29:125-132.

BURKE, E. R. 2003. *High-tech cycling. 2nd ed*. United Kingdom: Human Kinetics. 2003. ISBN 0-7360-4507-4

- CARMICHAEL, CH. 2003. *Rozhodující jízda*. Praha: Pragma 2003. ISBN 80-7205-129-6
- COGGAN, A., ALLEN, H. 2006. *Training and Racing With a Power Meter*. Boulder, CO: VeloPress. 2006 ISBN 978-1-931382-79-3
- COGGAN, A. R., COYLE, E. F. 1998. Effect of carbohydrate feedings during high intensity exercise. In *Journal of Applied Physiology* 1998, 65:1703-1709.
- COYLE, E. F., COGGAN, A. R., HOPPER, M. K., WALTERS, T. J. 1988. *Determinants of endurance in well-trained cyclists* [online]. Prístup dňa 23.2.2012 z <http://www.edb.utexas.edu/coyle/pdf%20library/%2833%29%20Coyle,%20Determinants%20of%20endurance%20in%20well-trained%20cyclists,%20JAP%2064%202622-30,%201988.pdf>
- DALTON, B., MCNAUGHTON, L., DAVOREN, B. 1997. Circadian rhythms have no effect on cycling performance. In *J. Sports. Med*, 1997, 18,7, 538-542.
- DENIS, C., LINOSSIER, M. T., DORMOIS, D., FOUQUET, A., GEYSSANT, J. R., LACOUR, J. R., INBAR, O. 1990. Specific responses of the Wingate test to sprint versus endurance training. Effects of the adjustment of the load. In *Proceedings of the Macablah-Wingate International Congress, Life Sciences, Netanya, Israel*: Wingate institute, 1990, s. 9 – 17.
- DOVALIL, J. et al. 2002 *Výkon a trénink ve sportu*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2002. 336s. ISBN 80-7033-760-5
- DRŠATA, J. 1983. *Patobiochemie pro farmaceuty*. Praha :Státní pedagogické nakladatelství. 1983.
- FRIEL, J. 1996. *The Cyclist's Training Bible: a complete training guide for the competitive road cyclist. 1st. ed.* Boulder, CO: VeloPress, 1996. ISBN 1884737218
- GARRETT, W. E., KIRKENDALL, D. T. 2000. *Exercise and sport science*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. ISBN 0-683-03421-9
- GONZALEZ-ALONSO, J., MORA-RODRIGUEZ, R., COYLE, E. F. 2000. Stroke volume during exercise: influence of environment and hydration. In *American Journal of Physiology (Heart Circ. Physiol.)* 278: H321-H330, 2000.

- GRASSI, G. et. al. 1994. Circadian rhythm in young male orienteers: a preliminary report. In *Scientific journal of orienteering*, 10, 1/2, 1994, 44-53
- HALSON, S. L., BRIDGE, M. W., MEEUSEN, R., BUSSCHAERT, B., GLEESON, M., JONES, D. A., JEUKENDRUP, A. E. 2002. In *Journal of Applied Physiology* 2002, 93:947-956.
- HAMAR, D. - LIPKOVÁ, J. 2008. *Fyziológia telesných cvičení*. Univerzita Komenského. Bratislava, 2008. ISBN 978-80-223-2366-6
- HAMAR, D 1989. *Všetko o behu*. Bratislava: Šport, slovenské telovýchovné vydavateľstvo 1989. ISBN 80-7096-010-8
- HAMAR, D. 1985. *Diagnostika trénovanosti*. Bratislava : Univerzita Komenského, 1985.
- HAMID, G., SHANNON, J. & MARTIN, J. 2005. *Physiologic basis of respiratory disease*. United state of America: Bc Decker Inc, 2005. ISBN 1-55009-236-7
- HAWLEY, J. A., NOAKES, T. D. 1992. Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. In *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1992, vol. 65, no. 1, p. 79 – 83.
- HEDELIN, R., KENTTÄ, G., WIKLUND, U., BJERLE, P., HENRIKSSON-LARSÉN, K. 2000. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. In *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Aug;32(8):1480-4.
- HEIGENHAUSER, G. J., SUTTON, J. R., JONES. N. L. 1983. *Effect of glycogen depletion on the ventilatory response to exercise* [on line]. Prístup dňa 18.3.2012 z <http://jap.physiology.org/content/54/2/470.short>
- HILL, D.W. 1996. Effect of time of day on anaerobic power in exhaustive high intensity exercise. In *Journal of sports medicine and physical fitness (Torino)*, 1996, 36, 3, 155-160.
- HOWE, CH., COGGAN, A. 2007. *The Road Cyclist's Guide to Training by Power* [on line]. Prístup dňa 29.11.2011 z <http://www.freewebs.com/guidepreview/RCGTP1.pdf>.
- CHATHAM. J.C., GAO, Z. P., FORDER, J. R. 1999. Impact of 1 wk of diabetes on the regulation of myocardial carbohydrate and fatty acid oxidation. In *Am J Physiol* 277, E342–E351, 1999.

- ISRAEL, S. 1976. Zur Problematik des Übertrainings aus internisistischer und leistungsphysiologischer Sicht. In *Med u Sport*. 1976, *XVI* (1, jan): 1-12.
- IVY, J. L., KATZ, A. L., CUTLER, C. L., SHERMAN, W. M., COYLE, E. F. 1988. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. In *Journal of Applied Physiology*. 1988, (64(4): 1480-1485.
- JANSSEN, P.G.J.M . 1989. *Training – Laktáte – Puzle Rate*. Polar Elektro Oy. Finland 1989.
- JANSSEN, P. 2001. *Lactate threshold training*. Leeds: Human Kinetics, 2001. ISBN 0-7360-3755-1
- JEUKENDRUP, A., DIEMEN, A. 1998. Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. In *Journal of sports Sciences* 1998, vol. 16.
- JENKINS, D. G., QUIGLEY, B. M. 1990. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. In *Eur J Appl Physiol* 1990, 61: 278-283.
- JUEL, C., BANGSBO, J., GRAHAM, T., SALTIN, B. 1990. Lactate and potassium fluxes from human skeletal muscle during and after intense, dynamic, knee extensor exercise. In *Acta Physiol. Scand.*, 1990, Vol. 140, pp. 147-159.
- KARAS, J., HAMAR, D. 2010. *Analýza hnacích síl pri posudzovaní techniky šliapania* (s. 109 – 116). Bratislava: Medzinárodná vedecká konferencia strojncka fakulta STU, 2010. ISBN 978-80-227-3403-5
- KEIDEL, W.D.: *Stručná učebnica fyziológie*, 466s, 1973.
- KOLESÁR, J. 1989. *Humánna bioklimatológia a klimatoterapia*, Vydavateľstvo Osveta, Martin, 1989, 344 s. ISBN 80-217-0006-8
- KOMADEL, Ľ., HAMAR, D., MARČEK, T. 1985. *Diagnostika trénovanosti*. Bratislava: Šport, slovenské telovýchovné vydavateľstvo 1985.
- KUČERA, V., TRUSKA, Z. 2000. *Běhy na střední a dlouhé trati*. Praha: Olympia, 2000. 290s. ISBN 80-7033-324-3

- LACZO, E. 2006. Adaptačný efekt – ako výsledok reakcie organizmu na alaktátový laktátový obsah tréningového a súťažného zaťaženia. In *Zborník NŠC*. Bratislava: 2006, ISBN 978-80-89130-43-6
- LIM, A.C., PETERMAN, J.E., TURNER, B.M., LIVINGSTON, L.R. & BYRNES, W.C. 2011. Comparison of male and female road cyclists under identical stage race conditions. In *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 43, p. 846 – 852. 2011
- LIPKOVÁ, J. 2002. *Cirkadiánne zmeny vybraných motorických schopností*. UK 2002. ISBN 80-89075-05-3
- MONTAIN, S. J., COYLE, E. F. 1992 Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. In *Journal of Applied Physiology* 73(4):1340-1350, 1992.
- MARČEK, T. et. al. 2007. *Telovýchovné lekárstvo*. Univerzita Komenského. Bratislava, 2007. S. 89 – 92. ISBN 978-80-223-2276-8
- MOGNONI, P., SIRTORI, M. D., LORENZELLI, F., CERRETELLI, P. 1990. Physiological responses during prolonged exercise at the power output corresponding to the blood lactate threshold. In *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 60(4), 1990, 239-43.
- MORGAN, W.P. 1980. Test of the champions: the iceberg profile. In *Psychology Today*. 6 July. 92-108. 1980.
- NEUMANN, G., PFUTZNER, A., HOTTENROTT, K. 2005. *Trénink pod kontrolou*. Praha: Grada Publishing 2005. ISBN 80-247-0947-3
- PASSFIELD, L., DOUST J. H. 2000. *Changes in cycling efficiency and performance after endurance exercise*. Department of Biomedical Sciences, University of Aberdeen, United Kingdom, 2000.
- REILLY, T. 1990. Human circadian rhythms and exercise. In *Crit. Rev. Biomed. Eng.*, 1990, 18, (3), 165-180.
- REILLY, T., DOWN, A. 1992. Investigation of circadian rhythms in anaerobic power and capacity of the legs. In *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 32, 4, 1992, 343-347.

- REILLY, T., GARRET, R. 1998. *Investigation of diurnal variation in sustained exercise performance*. Ergonomics, 1998, 41,8,1085-1094
- RIETJENS, G. J. et al. 2005. Physiological, Biochemical and Psychological Markers of Strenuous Training-Induced Fatigue. In *J Sports Med* 2005; 26: 16-26
- SAGIV, M. et. al. 1995. Interference of the time of day on physical performance in patients with coronary artery disease. In *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 71, 6, 1995, 530-534
- SEDLIAK, M., FINNI, T., PELTONEN, J., HAKINNEN, K. 2008. Effect of time-of-day-specific strength training on maximum strength and EMG activity of the leg extensors in men. In *J Sports Sci.*, 2008, 26,10,1005-14
- SCHMIDT, R.F. 1992. *Memorix – Fyziologie*, VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-6940 Weinheim, 1992, 310s.)
- STANLEY, W. C. 1991. Myocardial lactate metabolism during exercise. In *Med Sci Sports, Excer* 23, 920–924, 1991.
- STANNARD, S., THOMPSON, M. 1998. “Heart rate monitors: Coaches’ friend of foe?” In *Sports Coach*, 1998, vol. 21, pp. pp. 36–37.
- ŠTULRAJTER, V., BROZMANOVÁ, I. 1990. *Fyziológia telesných cvičení a športovej výkonnosti*. Bratislava : UK Bratislava, 1990. ISBN 80 – 223 – 0258-9
- TROJAN, S. et al. 1987. *Fyziologie - Učebnice pro lékařské fakulty*. Avicenum zdravotnické nakladatelství. Praha, 1987. ISBN 08-027-87

PRÍLOHY

PRÍLOHA A

Cogganová tabuľka s maximálnymi mechanickými výkonmi rôznych výkonnostných kategórií (prevzaté od Coggan a Allen, 2006).

Men				
	5 s	1 min	5 min	20 min
World Champion/World Record Holder	23.5	11.5	7.6	6.62
	23.16	11.35	7.46	6.5
	22.82	11.2	7.33	6.38
	22.48	11.05	7.19	6.26
World Class	22.14	10.9	7.06	6.14
	21.8	10.75	6.92	6.02
	21.46	10.6	6.79	5.91
	21.12	10.45	6.65	5.79
UCI Div. I/II Pro	20.78	10.3	6.52	5.67
	20.44	10.15	6.38	5.55
	20.1	10	6.25	5.43
	19.76	9.85	6.11	5.31
UCI Div. III pro	19.42	9.7	5.97	5.19
	19.08	9.55	5.84	5.07
	18.74	9.4	5.7	4.95
	18.4	9.25	5.57	4.84
Cat. 1	18.06	9.1	5.43	4.72
	17.72	8.95	5.3	4.6
	17.38	8.8	5.16	4.48
	17.04	8.65	5.03	4.36
Cat. 2	16.7	8.5	4.89	4.24
	16.36	8.35	4.75	4.12
	16.02	8.2	4.62	4
	15.68	8.05	4.48	3.88
Cat. 3	15.34	7.9	4.35	3.76
	15	7.75	4.21	3.64
	14.66	7.6	4.08	3.53
	14.32	7.45	3.94	3.41
Cat. 4	13.98	7.3	3.81	3.29
	13.64	7.15	3.67	3.17
	13.3	7	3.53	3.05
	12.96	6.85	3.4	2.93
Cat. 5	12.62	6.7	3.26	2.81
	12.28	6.55	3.13	2.69
	11.94	6.4	2.99	2.57
	11.6	6.25	2.86	2.46
Untrained	11.26	6.1	2.72	2.34
	10.92	5.95	2.59	2.22
	10.58	5.8	2.45	2.1
	10.24	5.65	2.32	1.98
	9.9	5.5	2.18	1.86
Note: Values are displayed in watts/kg. The weight should be the weight of the body only. Bicycle, kit, water bottles, etc... are all excluded				