

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ”

КАТЕДРА „ЛЕКА АТЛЕТИКА”

Селяхатин Коч

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на

ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

на тема:

**„ДВИГАТЕЛНИ И ФИЗИОЛОГИЧНИ КРИТЕРИИ ЗА СТРЕС И
АДАПТАЦИЯ ПРИ БЯГАНЕ НА СРЕДНИ РАЗСТОЯНИЯ“**

**за присъждане на образователната и научна степен „ДОКТОР”
в професионално направление 7.6. Спорт, научна специалност
„Теория и методика на физическото възпитание и спортната
тренировка (вкл. МЛФ)**

София 2014

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ”

КАТЕДРА „ЛЕКА АТЛЕТИКА”

Селяхатин Коч

**„ДВИГАТЕЛНИ И ФИЗИОЛОГИЧНИ КРИТЕРИИ ЗА СТРЕС И
АДАПТАЦИЯ ПРИ БЯГАНЕ НА СРЕДНИ РАЗСТОЯНИЯ“**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертационен труд за присъждане на образователната и
научна степен „ДОКТОР” в професионално направление 7.6.
Спорт, научна специалност „Теория и методика на физическото
възпитание и спортната тренировка (вкл. МЛФ)**

Научен ръководител: Доц. Феим Джошан, доктор

**Рецензенти: Проф. Петър Дончев Бонов, дн
Доц. Йордан Нешов Йотов, доктор**

София 2014

Дисертационният труд е обсъден от научния колегиум на катедра «Лека атлетика» при Национална спортна академия «Васил Левски» с ръководител проф. Стефан Стойков, дн. Той е написан на 118 стандартни машинописни страници в четири части, увод и ползвана литература. Онагледен е с 10 таблици и 18 фигури.

Официалната защита ще се проведе на 17.XII.2014 г. от 13.00 часа в зала А-3 на НСА „Васил Левски“ на Заседание на Научно жури за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“.

УВОД

В съвременната спортна наука и практика съществуват редица, доказали своята ефективност методически подходи, които са свързани с точното диагностиране на тренировъчните ефекти. С настоящия дисертационен труд ние си поставяме подобна задача в областта на едни от най-интересните и престижни лекоатлетически дисциплини - бяганията на средни разстояния. Нейното решаване предполага получаване на отговор на някои от въпросите относно контрола и оценката на моментното състояние и ефективността на прилаганите специфични бегови натоварвания. Методологическата основа при разработването на труда е теорията за стреса и адаптацията като база на планирането и управлението на тренировъчния процес.

I. РАБОТНА ХИПОТЕЗА

Работната хипотеза, на основата на която е разработен настоящият дисертационен труд, се свежда до очакването, че:

„резултатите от едно комплексно изследване на специфичните промени в критичните нива на така наречените **прагови работни мощности в дейността на кардиореспираторната система** ще обогатят теорията и практиката на тренировката, свързана с определяне на индивидуалните оптимални зони на беговите натоварвания в бягането на средни разстояния”.

II. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ, МЕТОДИ И ОРГАНИЗАЦИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

1. Цел на изследването

Целта на дисертационния труд е повишаване на ефективността на тренировъчния процес в бягането на средни разстояния посредством разкриване и обосноваване на някои количествени характеристики в дейността на кардиореспираторната система, като маркери за определяне праговите нива на беговите натоварвания в тренировката при бягане на средни разстояния.

2. Задачи на изследването

Постигането на поставената цел предполага решаване на следните основни задачи:

- *Анализ на динамиката на пулсовата честота във фазите на работа и почивка при процеса на стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.*
- *Анализ на промените в нивото на кислородната консумация във фазите на работа и почивка при процеса на стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.*
- *Анализ на промените в нивото на кислородния пулс във фазите на работа и почивка при процеса на стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.*
- *Анализ на промените в нивото на лактата в капилярната кръв при процеса на стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.*

- *Създаване на модели за оценка на нивото на беговата икономичност и индивидуалната поносимост към специфични бегови натоварвания при състезатели в бягането на средни разстояния.*

3. Методи и организация на изследването

За решаване на основните изследователски задачи приложихме следната комплексна методика:

Субект на изследване бяха 20 мъже и 20 жени състезатели и състезателки в бягането на средни разстояния от Република Турция. Техните лични резултати, постигнати през съответната спортно-състезателна година (2011) са представени на таблица 3 на дисертационния труд.

Обект на изследване са адаптационните промени в дейността на кардиореспираторната система, вследствие прилагането на системни тренировъчни натоварвания в продължение на един шестседмичен предсъстезателен тренировъчен мезоцикъл (06.05-16.06.2011год.).

Посочените състезатели бяха тествани в естествените условия на спортната тренировка два пъти: първия път - в началото на експерименталния етап (6, 7, 8, 9 май) и след приключването му (18, 19, 20, 21 юни). Тестът, който те изпълниха е стандартно бегово натоварване 5-6 x 1000 метра през 3 минутна пасивна пауза при прогресивно намаляване на времето (увеличаване на скоростта) за пробягване на всяко 1000 метра, както следва:

Мъже 4:20 мин. (3,85 м/сек.), 4:00 мин. (4,17м/сек.), 3:40 мин. (4,54 м/сек.), 3:15 мин. (5,13м/сек.), 3:00 мин. (5,55 м/сек.) 2:50 мин. (5,88 м/сек.).

Жени 4:40 мин. (3.57 м/сек), 4:20 мин. (3,85 м/сек), 4:00 мин. (4,17 м/сек), 3:35 мин. (4,65 м/сек), 3:20 мин. (м/сек), 3:05 мин. (5,40м/сек).

Тестът се изпълняваше на стандартна тартанова лекоатлетическа писта (400 м) в университета на Газиантеп. Изследваните лица бяха в състезателен екип (гащета и фланелка) с маратонки. Темпото на бягане се регулираше със специален автоматичен пейсмейкър. По време на тестирането бяха измерени телеметрично, посредством компютърна комплектация “K4” (фигура 3) следните показатели от дейността на кардиореспираторната система:

- Динамика на пулсовата честота във фазите на натоварване и почивка между пробягванията, измервана непрекъснато от началото до края на беговия тест в удари за минута.

- Динамика на кислородната консумация (максимална и относителна) в работните и възстановителните фази на натоварване и почивка между пробягванията, измервана непрекъснато от началото до края на беговия тест в милилитри за минута - тотално и на килограм телесно тегло

- Динамика на кислородния пулс в работните и възстановителните фази на натоварване и почивка между пробягванията, измервана непрекъснато от началото до края на беговия тест в милилитри за всяко сърдечно съкращение.

Освен това беше измервана лактатната комулация в капилярната кръв по следния начин:

- на първата минута след съответното пробягване се вземаше капка кръв от ушната мида или безименния пръст на една от двете ръце, от която с помощта на лактат-анализатор автоматично се отчиташе съдържанието на лактата.

- след последното пробягване процедурата по взимане на кръв се повтаряше на 6 и 12 минута, т.е. отчиташе се текущото време за елиминация на лактата (непосредственото възстановяване).

Получените данни се съотнасяха към съответната скорост на бягане посредством математико-статистически анализ на съответните корелационни и регресионни зависимости.

За целта беше използвана специално адаптирана програма, заложена в софтуера на „K4” апаратурата. Освен това, първичните данни от работните протоколи (общо 80 броя - по 40 за мъже и за жени) бяха подложени и на допълнителна обработка чрез вариационен, корелационен и регресионен анализи. При графичната обработка на резултатите използвахме операционната система на Майкрософт, Ексел. Установените зависимости бяха онагледени с полиномиални графики. Във времето между двете тестирания (шест седмици) всяко едно от лицата тренираше по индивидуална тренировъчна програма, разработена от съответния личен треньор. Основното, което обединяваше методическите подходи при разработването на програмите е обстоятелството, че всички те се готвеха за участие в започващия в началото на месец юли цикъл от различни отговорни състезания (Национални първенства, Балкански игри, Средиземноморски игри, Европейска купа т.н.). Разликите между резултатите от двете тестирания бяха подложени на специализиран статистически анализ, въз основа на който разработихме нормативи за оценка на ефективността на тренировката.

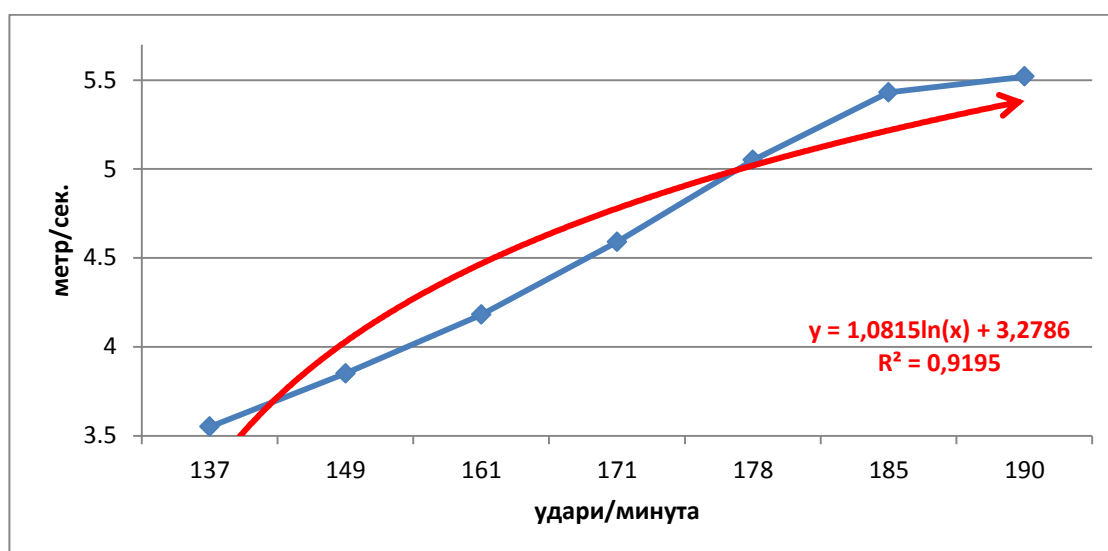
III. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

1. Динамика на пулсовата честота във фазите на работа и почивка при стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.

Резултатите от проведените от нас изследвания разкриват възможност за определянето на характера и величината на беговите натоварвания, съобразно предварително определените нива на

адаптационните маркери в поведението на пулса при натоварвания с различна интензивност (скорост на бягане, продължителност и характер на възстановителните паузи между пробягванията). Данните от комплексното изследване предоставят подобна възможност. Тя предполага допълването на анализите с обработката на взаимовръзката пулс /скорост на бягане. В случая ние обединихме данните от изследванията за мъжете и жените.

Резултатите от обработката на данните са представени в графики на фигура 6 и фигура 7.



Фигура 6.
Обобщен модел на взаимозависимостта скорост на бягане/работна пулсова честота

Сравнявайки фактическите резултати с теоретичните прогнози, представени на двете фигури съвсем ясно проличава почти функционалната зависимост на скоростта на бягане с пулсовите честоти във фазите на натоварване и почивка. Следователно адаптационните маркери на пулсовите диапазони са асоциирани към съответните скорости на бягане (съобразно предложената от проф. И. Илиев класификация):

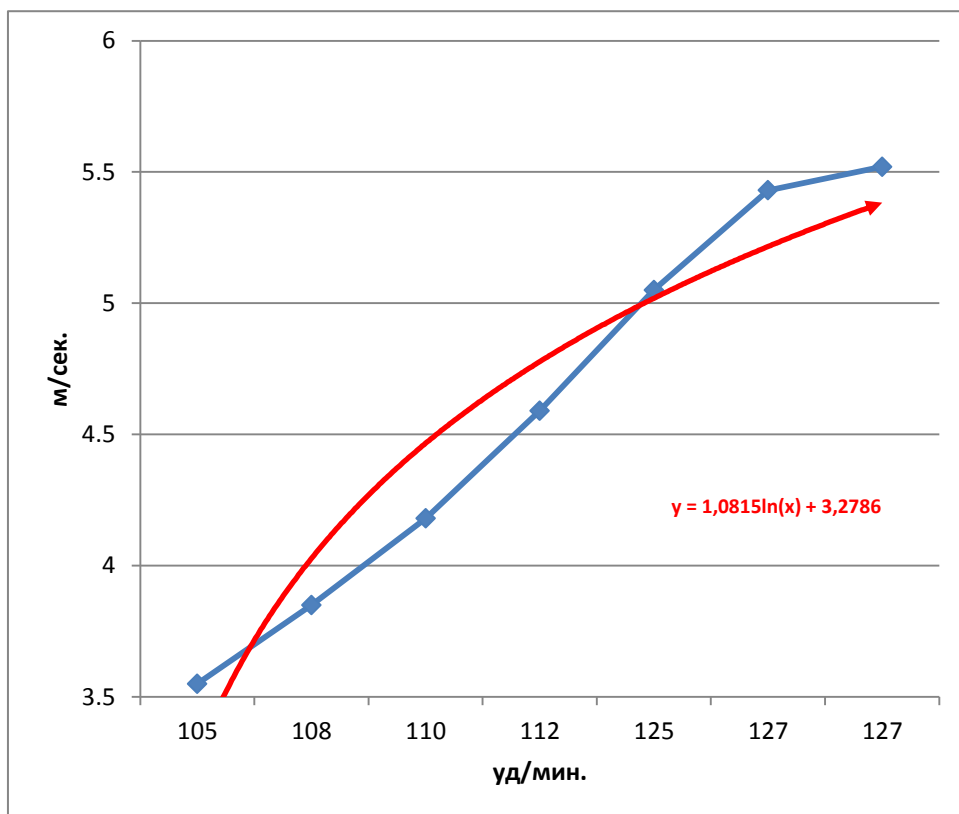
- зона на неограничена адаптация - пулсова честота под 135 уд/мин. при скорост на бягане 3,70 м/сек. (4:30 мин./км);

- зона на ограничена адаптация - от 136 уд/мин. до 180 уд/мин. при скорост на бягане от 3,71м/сек. до 5 м/сек. (от 4:29 мин./км до 3:20 мин./км);
- зона на нарушена адаптация - при пулсова честота над 180 уд/мин. и скорост на бягане по-висока от 5 м/сек. (под 3:20 мин/км).

За да се внесе допълнителна яснота относно функционалните ефекти и степента на тренираност, е необходимо да класифицираме оптималните адаптационни маркери, съобразно динамиката на реакциите на пулса във фазите на почивка, представени на фигура 7, основание за което ни дава функционалната зависимост между динамиката на пулса във фазите на натоварване и възстановяване. Това са следните адаптационни маркери на пулсовата честота във фазата на възстановяване:

- под 110 уд/мин. след бягане със скорости на бягане под 3,70 м/сек. (4:30 мин./км);
- 110-120 уд/мин. след скорости на бягане 3,71м/сек. до 5 м/сек. (от 4:29 мин./км до 3:20 мин./км);
- 121-130 уд/мин. след скорости на бягане по-високи от 5 м/сек (под 3:30 мин/км.).

Посоченият критерий има значителна приложна стойност, поради широките възможности относно индивидуализацията при оценката и регулирането на функционалния ефект от прилаганите бегови натоварвания. В случая пулсовите диапазони във фазата на възстановяването, отнесени към скоростта и продължителността на беговите условия, определят степента на текущата поносимост и нивото на индивидуална функционална подготвеност. Широкият диапазон от скорости позволява да се прави индивидуална интерпретация на функционалните възможности на състезатели и състезателки с различно спортно техническо ниво.



Фигура 7.

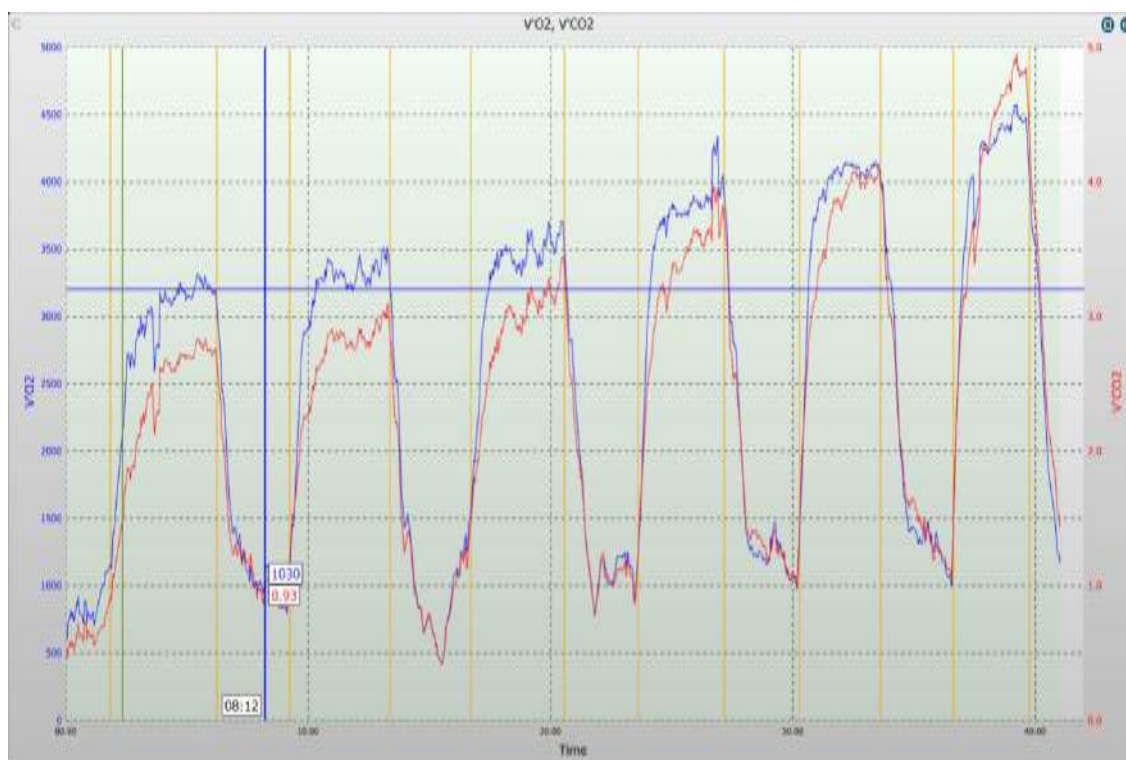
Обобщен модел на взаимозависимостта скорост на бягане/средна пулсова честота във фазите на триминутната пауза между отделните отсечки.

2. Динамика на кислородната консумация във фазите на работа и почивка при стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.

На фигура 8 със син цвят е представен запис на индивидуалното изменение на кислородната консумация по време на провеждането на теста от състезателя Cihat Ulus. От него е видно, че процесът на разгръщане на дихателния капацитет в работните и възстановителните фази се очертава от динамиката в нарастването на интензивността. Този процес е детерминиран от индивидуалните стойности на КК (кислородната консумация), които в конкретния случай са следните:

- Първо 1000 м - 3221 милилитри/мин.;
- Второ 1000м - 3390 милилитри/мин. (разлика 169 мл);
- Трето 1000м - 3539 милилитри/мин. (разлика 149 мл);

- Четвърто 1000 м - 4052 милилитри/мин. (разлика 513 мл);
- Пето 1000 м - 4106 милилитри/мин. (разлика 54 мл);
- Шесто 1000 м - 4499 милилитри/мин. (разлика 393 мл).



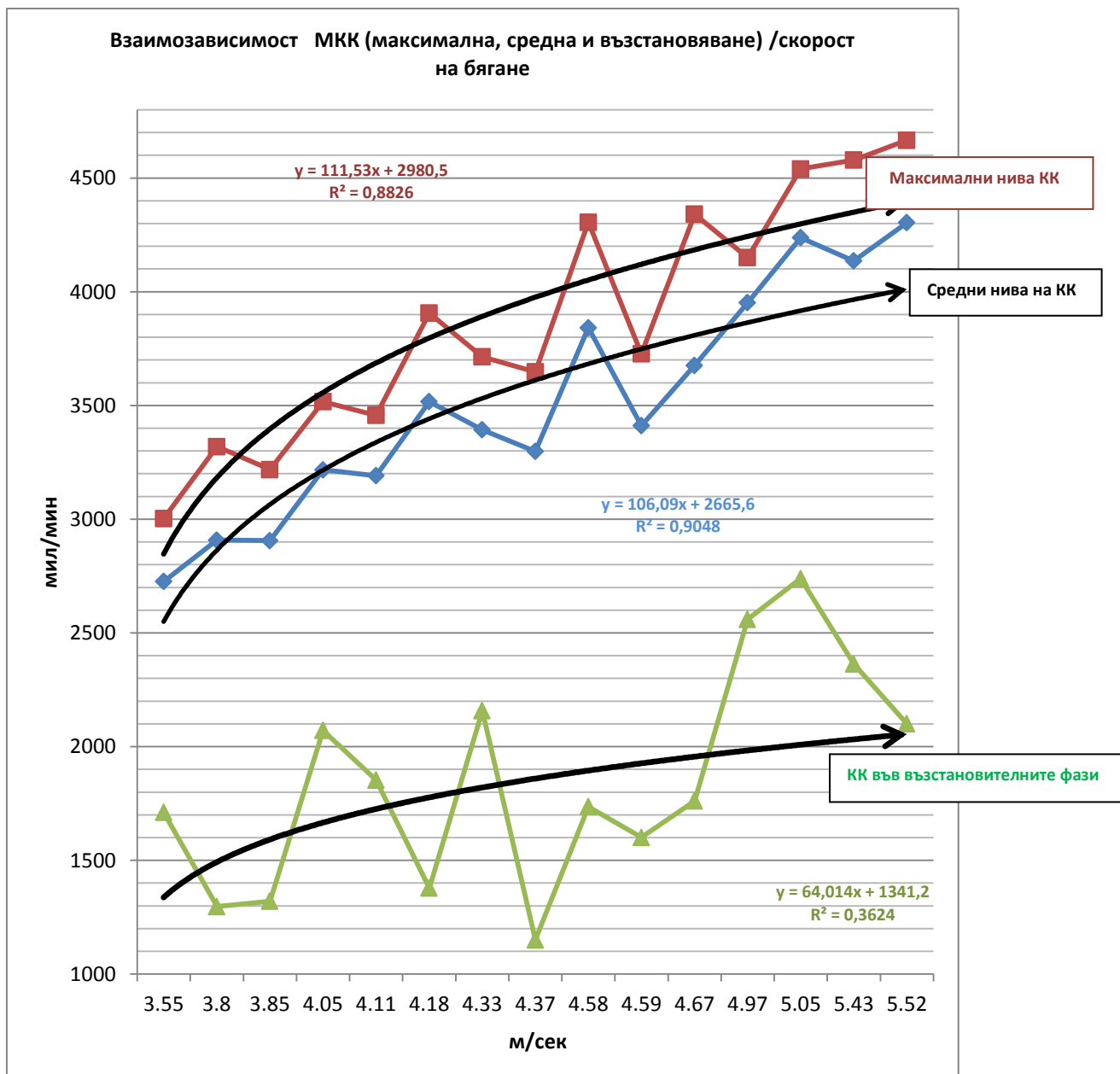
Фигура 8

Динамика на тоталната кислородна консумация съобразно нарастването на интензивността (скоростта на бягане) на всяко 1000 метра (Cihat Ulus – графиката, отбелязана в синьо)

Анализът на посочените количествени стойности показва, че в описаната динамика съществуват два момента, при които енергетичното осигуряване на бягането нараства интензивно. Първият такъв „критичен” момент е нарастването на скоростта на бягане от 4,33 м/сек. на 4,67 м/сек. (между трето и четвърто пробягване), и вторият подобен момент е нарастването на скоростта на бягане от 4,97 на 5,43 м/сек. (между пето и шесто пробягване). В случая може съвсем определено да се твърди, че става дума за индивидуални стойности на адаптационните маркери в

дейността на респираторната система, свързани с промените в интензивността на бягането.

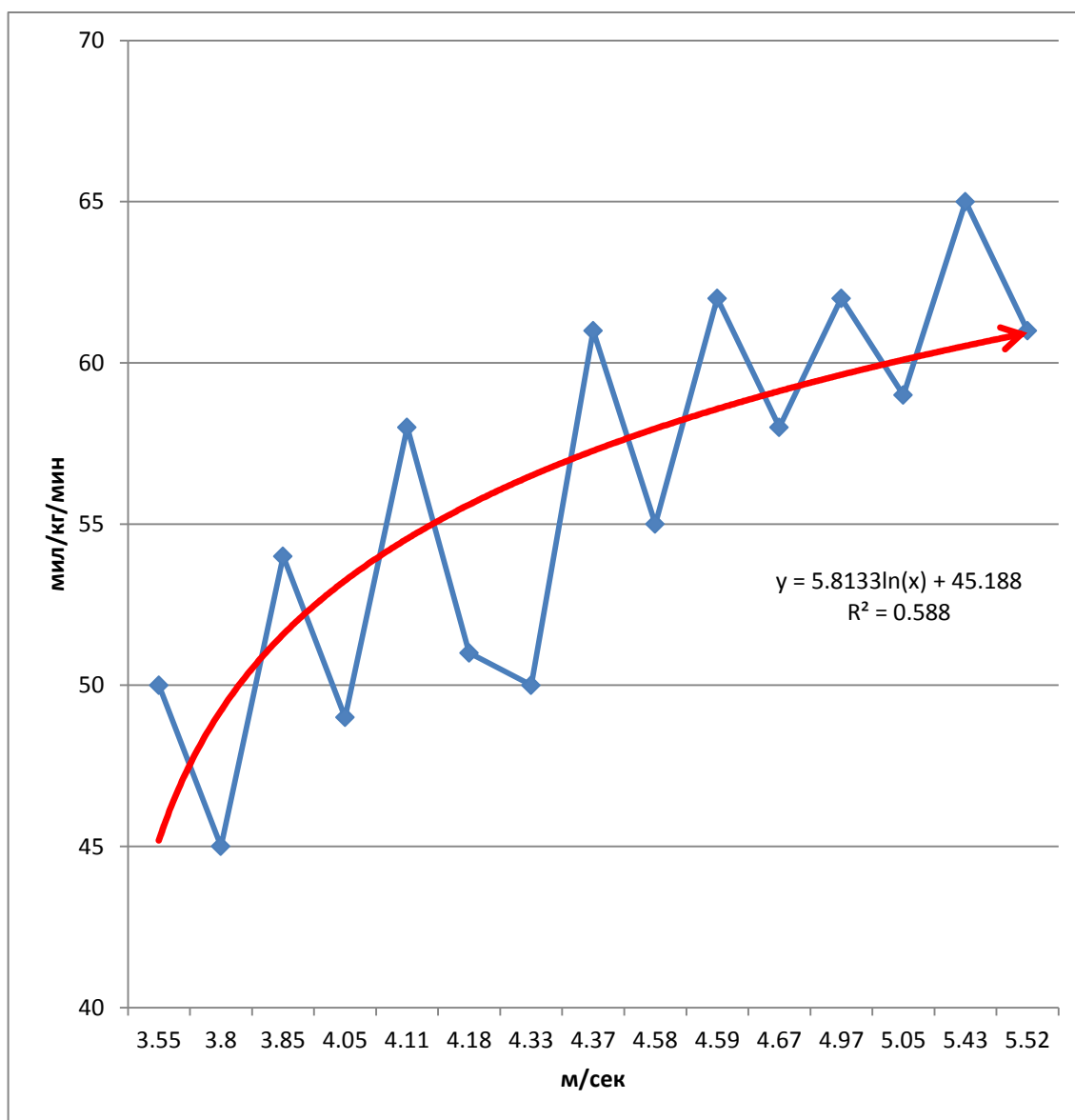
Като основен критерий за съпоставяне на техните взаимозависимости използвахме промените в интензивността (скоростта на бягане), при която рязко нарастват нивата на посочените показатели. На фигура 9 е представена графика на фактичката динамика на обобщените резултати от изследванията върху поведението на максималната кислородна консумация при бяганията с прогресивно нарастване на скоростта. Тя е изключително зависима от индивидуалните качества на различните състезатели. Същевременно теоретичната тенденция е описана от параболична зависимост, която следва логичната тенденция с нарастването на интензивността да се увеличава и количеството на кислорода, необходим за енергоосигуряването на мускулната дейност.



Фигура 9
Динамика на тоталната МКК във фазите на натоварване и възстановяване

Сравняването на динамиката на шестте графики (фактически и теоретични) показва значително сходство в тенденциите, които те описват. Особено характерно е това сходство между средното и максималното ниво на кислородната консумация във фазите на натоварването. Ние считаме, че в случая по-обективни са средните стойности, тъй като те отразяват много по-детайлно трайното ниво на кислородната консумация. Това

предположение се потвърждава от корелационния коефициент, чиято стойност (0,9048) е най-висока в сравнение с другите две (максималната и възстановителната). Същевременно кривата на кислородната консумация във възстановителните фази показва най-голяма вариативност, което е знак, че основните различия на адаптационния процес при бягане с различни скорости са свързани с индивидуалните възможности на организма да се справи с проблемите по отстраняване на последствията от умората, вследствие на натрупването на негативите от прогресивното нарастване на интензивността на натоварването. Един от най-съществените постоянни количествени фактори в посоченото направление е индивидуалното телесно тегло. Това предполага допълване на данните с анализ на динамиката на релативната – относителната стойност на кислородната консумация. Показател, който отчита значението на телесното тегло относно изясняването на точното количество кислород, което усвоява организмът при енергоосигуряването на двигателната дейност (в случая бягане с прогресивно нарастване на скоростта). Данните от този анализ са представени на фигура 10. Сравнявайки тенденциите от графиките на фигурата с тези от предишната фигура, констатираме, че те са много по-сходни с тези, описващи динамиката на тоталната кислородна консумация във възстановителните фази. Това потвърждава заключението, че индивидуалното телесно тегло оказва съществено влияние върху функционалната ефективност на енергоосигуряването при бягане с различни скорости.



Фигура 10
Динамика относителната МКК във фазите на натоварване

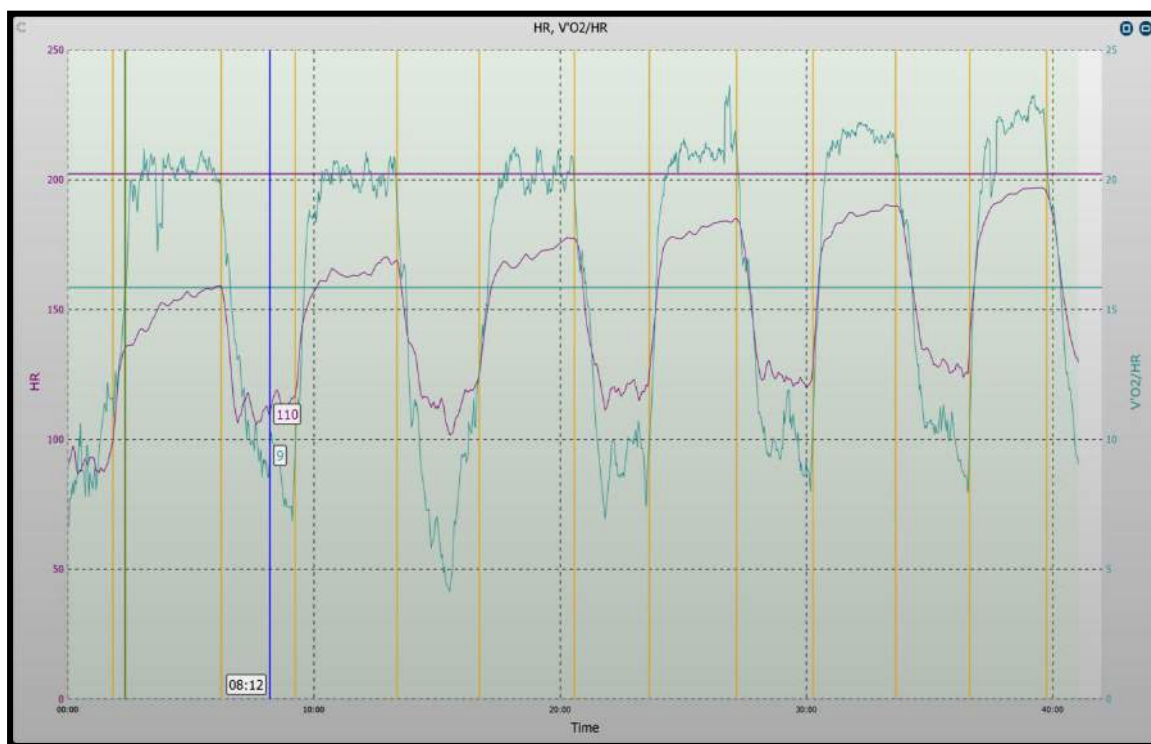
Последните анализи ни дават основание да направим следните заключения относно величините на относителната кислородна консумация, които определят количествените характеристики на адаптационните маркери на аеробната работоспособност при елитните турски състезатели в бягането на средни разстояния. Те са както следва:

- аеробен праг <45 мл./кг/мин.;
- ефективна аеробна зона 45-54 мл./кг./мин.;

- анаеробен праг 55 мил./кг/мин.;
- анаеробна зона 55-65 мил./кг/мин.;
- висока ацидоза > 66 мил./кг/мин.

3. Динамика на нивото на кислородния пулс във фазите на работа и почивка при стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.

Кислородният пулс е един от най-коректните количествени критерии за оценяване на мощността на аеробното енергосигуряване.



Фигура 11
Динамика на пулсовата честота и кислородния пулс в течение на
тестовото натоварване 6x1000 м.

Неговото ниво отразява количеството кислород, което постъпва към двигателния апарат, вследствие на едно сърдечно съкращение. Резултатите

от проведените от нас изследвания проследяват поведението на този показател и неговите взаимозависимости с останалите двигателни и физиологически показатели. Представеният на фигура 11 запис на сравнителната динамика в развитието на нивата на пулсовата честота и кислородния пулс впечатлява с някои аспекти. Така например в първите три стъпала нивото на работната пулсовата честота планомерно нараства, за сметка на това нивото на кислородния пулс не бележи съществено изменение. Посоченият феномен е основание да твърдим, че в тази част на теста енергоосигуряването на мускулната дейност става в условията на относителен комфорт в общото физиологично състояние на организма. В следващите три стъпала обаче тази картина се променя, като нивото на консумирания за едно сърдечно съкращение кислород интензивно нараства. Това само по себе си е индикация за настъпващи затруднения в процеса на енергоосигуряването, т.е. значително се повишава екстремалността на условията при които работят физиологичните системи. Може аргументирано да се твърди, че моментът на интензивното нарастване на кислородния пулс индикира съществената промяна в адаптационните изисквания, провокирани от беговото натоварване относно функционалния капацитет на организма. Следователно параметрите (нивата на МКК, скорост на бягане, работен пулс и т.н.), които обуславят тази промяна се разглеждат като адаптационни маркери. Те са индивидуални за всеки индивид, като носят актуална информация за генетичния потенциал, моментните възможности, характера на промените, вследствие на прилагането на системни тренировъчни натоварвания. Най-общо казано, те са критерии за ефективност на специфичната спортна работоспособност. Тя е разработена върху основата на обобщените данни от вариационния и корелационния анализ на съответните резултати в теста (фигура 12). Както вече споменахме тази динамика се характеризира от няколко типични аспекта. Така в началото на теста (първите три

пробягвания) работният кислороден пулс е стабилен - в рамките на 20-20,44 милилитра за сърдечно съкращение. Не такава обаче е картината във фазата на възстановяване. Тук наблюдаваме една широка вариативност от 8,5 до 11,57 милилитра за сърдечно съкращение. Като посочената максимална стойност от 11,57 милилитра е регистрирана след първото пробягване, т.е. в самото начало на теста. Същевременно тя е втора по големина въобще в теста, след тази, фиксирана след последното пробягването на последното 1000 метра – 14 милимола. Според нас този феномен е заложен в предварителната организация на теста, при която не се допуска предварително бегово разгриване преди започването на тестирането. Това изискване поставя допълнителни затруднения относно „вработването” на организма към специфичните изисквания на беговото натоварване. Това явно се потвърждава от последващото развитие на резултатите: при следващата почивка кислородният пулс (след второто пробягване) е вече 8,5 милилитра, което даже е по-ниско от изходното ниво от 9,75 милимола. Същевременно данните от работните стойности на кислородния пулс в първите три отсечки от 1000 метра демонстрират една стабилност в рамките на 20-20,44 милилитра за удар. По време на четвъртото пробягване тази стабилност се нарушава, при което стойността на кислородния пулс се повишава с приблизително една единица от 20,33 на 21,2 милилитра. При следващата отсечка наблюдаваме планомерно нарастване на това ниво, както следва: 21,8 и 22,33 милилитра. Сравнителният анализ в хода на изследването и съотношението между двете криви ни дава основание да диференцираме следните три зони на адаптационни характеристики:

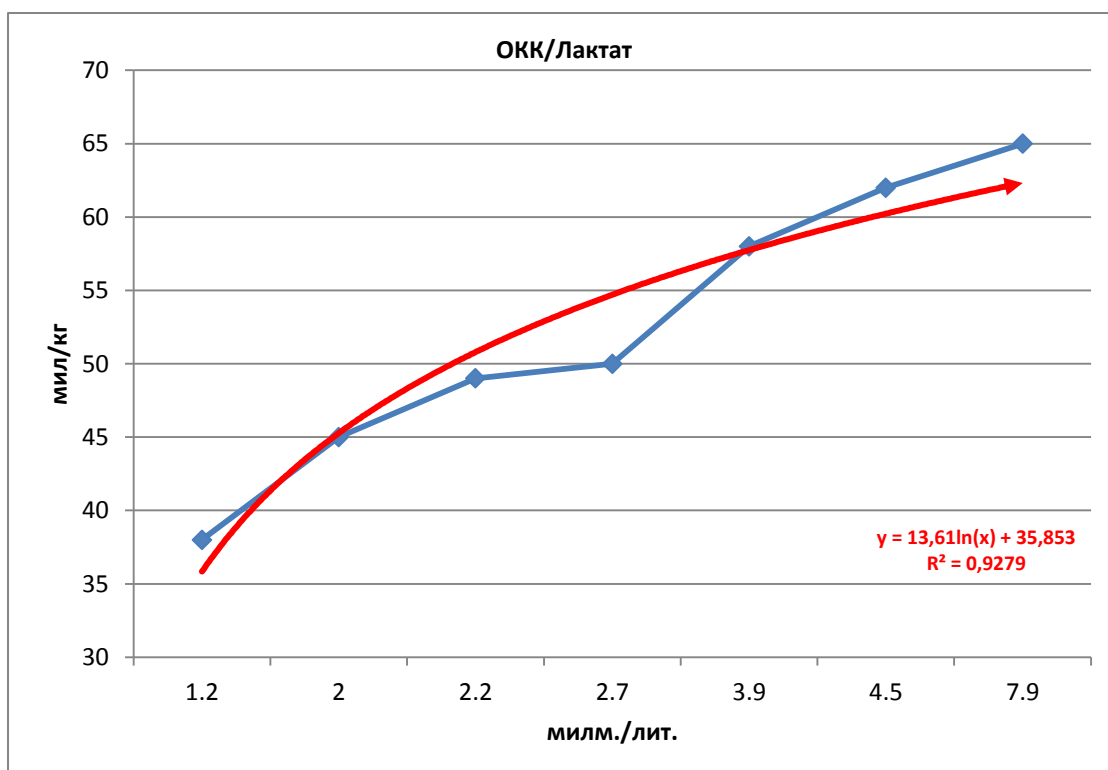
- кислороден пулс от 20 до 20,65 мил/уд. при скорост на бягане от 3,8 до 4,59 м/сек. (26,31-21,79 секунди за 100 метра);
- кислороден пулс от 20,7 до 23 мил/уд. при скорост на бягане от 4,6 до 5,19 м/сек. (21,73-19,26 секунди за 100 метра);

- кислороден пулс $>23,5$ мил/уд. и скорост на бягане $<19,25$ секунди за 100 метра).

Така описаните стойности представляват количествените резултати от обобщената обработка на резултатите от тестиранията. Те дават представа за осреднените параметри на специфичната физическа работоспособност на изследваните лица и разкриват общата типология на този контингент. Тяхната конфигурация обаче потвърждава предположението, че съществуват закономерности в адаптационния процес относно индивидуалните физиологични реакции спрямо изпълнението на интермитентни бегови натоварвания с нарастваща интензивност (скорост на бягане). Подобни натоварвания могат да бъдат коректен критерий за адаптационните промени и ефективността на системните беговите натоварвания. Разработването на подобни критерии, на базата от проведените изследвания, предполага допълването на всичко казано до тук с анализ на биохимичните реакции - динамиката на лактатната кумулация в капилярната кръв при всяко ново ниво в дейността на кардиореспираторната система. Този анализ е обект на следващия раздел на дисертационния труд.

4. Динамика на лактатната кумулация при стандартно бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.

На фигура 14 са представени данните от обработката на резултатите от изследването. Двете графики – фактическата и логаритмичната, рисуват основните тенденции, които характеризират зависимостта между мощността на дихателните процеси и лактатната кумулация в капилярната кръв.



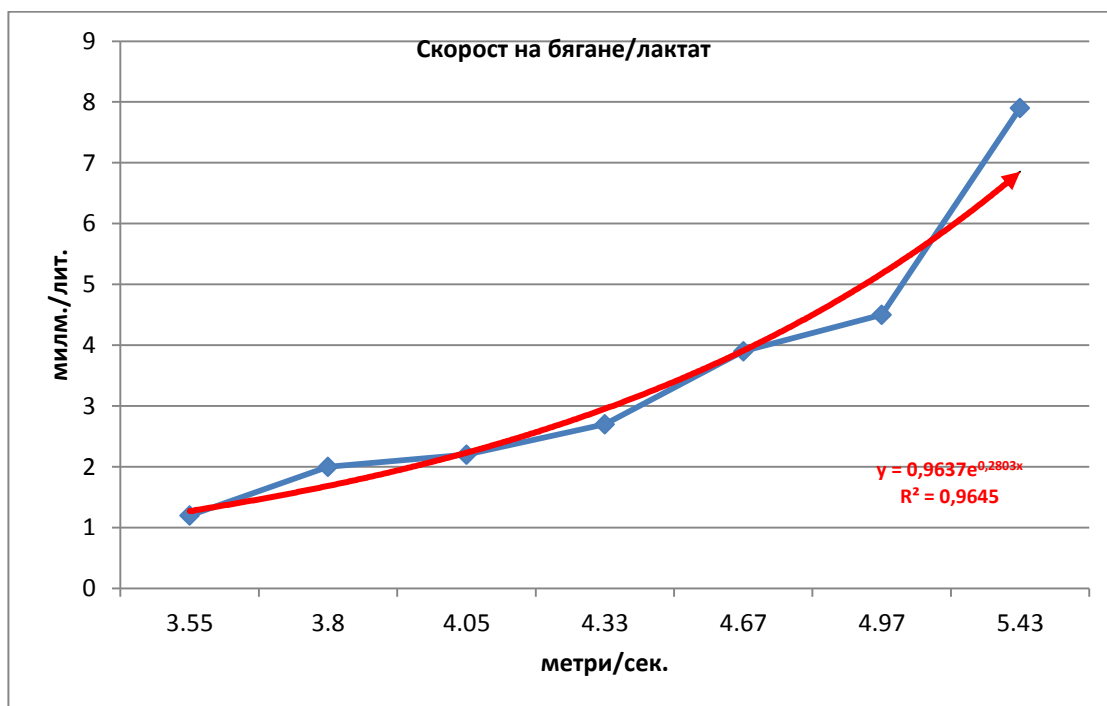
Фигура 14
Логаритмичен израз на взаимозависимостта относителна кислородна консумация/лактатна кумулация в капилярната кръв

Сравняването на динамиката и разположението на тези криви ни даде основание да фиксираме следните две „критични” (инфлексни) точки на адаптационни промени в метаболизма на енергетичните процеси:

- Първата съответства на първото пресичане на двете криви при лактатно съдържание в капилярната кръв 2 милимола/литър, осигурено от кислородна набавка 45 милилитра на килограм телесно тегло за минута.
- Втората съответства на следващото пресичане на двете криви при лактатно съдържание в капилярната кръв от 4 милимола/литър, осигурено от кислородна набавка 58 милилитра на килограм телесно тегло.

Проведеното изследване потвърди научната хипотеза, че взаимозависимостта между динамиката на метаболитната ацидоза с прогресивното нарастване на интензивността на мускулната работа е експоненциална. Този феномен се потвърждава от динамиката на

графиките от следващата фигура 15. Взаиморазположението на графиките (фактическа и теоретична) предполага почти функционална зависимост, което впрочем се потвърждава от коефициента на корелация ($R=0,9645$).



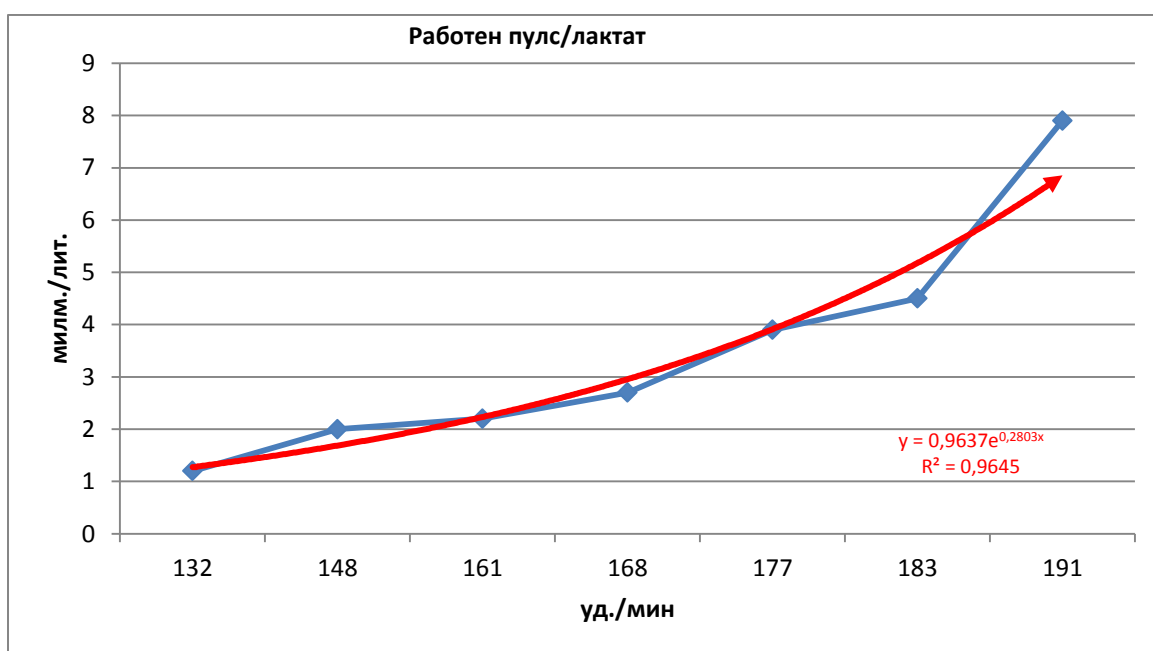
Фигура 15

Графичен израз на експоненциалната зависимост между скоростта на бягане и лактатната кумулация в капилярната кръв

Адаптационните маркери, определени от посочената зависимост, са следните: скорост на бягане в ефективен аеробен режим от 4,05 м/сек. до 4,67 м/сек. Или преведено на „езика на практиката“ от 4:07 мин./км (24,69” за 100 м) до 3:34 мин./км (21,41” за 100 м), т.е. продължителните бегови усилия, насочени към усъвършенстване на функционалните възможности, следва да се провеждат със скорост на бягане в посочения диапазон. Посочените стойности имат валидност основно за изследваните лица (елитни състезатели на средни разстояния мъже и жени от Република Турция) или такива, които имат подобна на тях квалификация. За улеснение на контрола на функционалния ефект от прилаганите бегови

натоварвания допълнихме данните с резултатите от анализа на поведението на пулса в съответните метаболитни зони.

Графиките на фигура 16 разкриват динамиката на поведението на посочения показател и връзката му с развитието на процесите на метаболитна ацидоза в хода на беговото натоварване с прогресивно нарастване на интензивността.



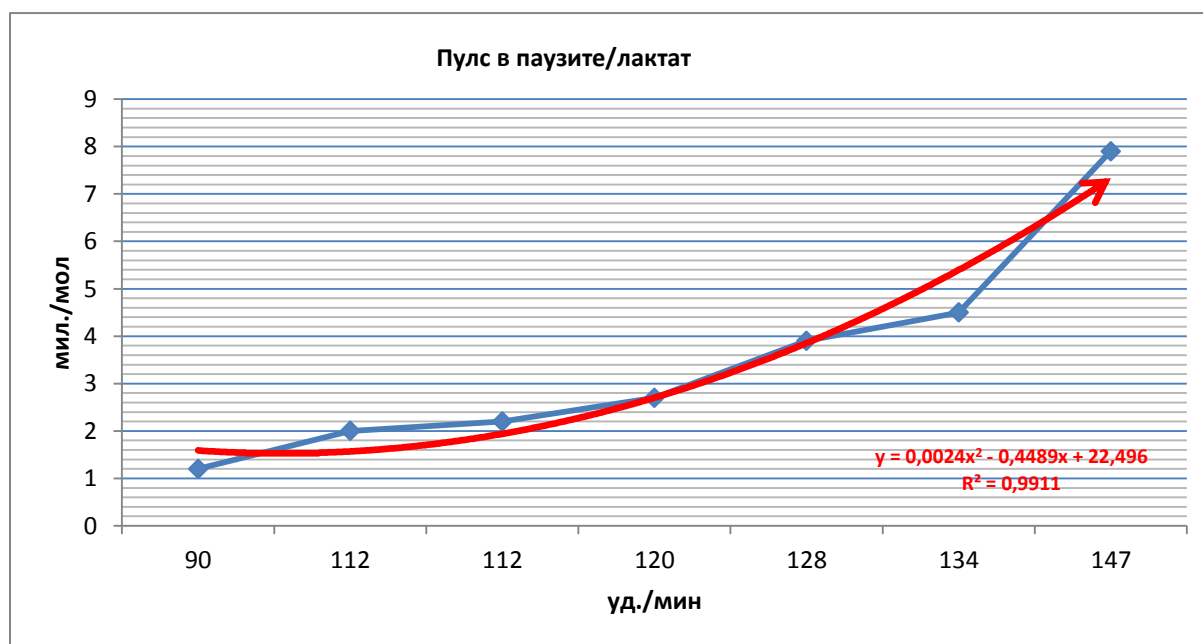
Фигура 16

Графичен израз на експоненциалната зависимост между работната пулсова честота и лактатната кумулация в капиллярната кръв.

Тази взаимозависимост очаквано има експоненциален характер. Нещо повече, тя повтаря едно към едно описаните до момента тенденции, определящи количествените параметри на съответните критични (адаптационни) маркери. Като първата критична точка се явява 2,2 мил/мола лактат, асоцииран към пулсова честота 160 уд/мин. Втората критична точка – 4 мил/мола лактат при пулсова честота 175 уд/мин. Тук обаче откриваме и трета критична точка, която съответства на 5,5 мил/мола и пулсова честота 185 уд/мин. Тези стойности допълват

информацията относно детерминираната ефективна аеробна работна зона на мускулна работа, която в случая се ограничава в пулсовия диапазон от 160 до 175 уд/мин. Същевременно един от най-популярните показатели за функционална подготвеност е динамиката на пулсовата честота във възстановителните паузи.

Данните от изследването позволиха да се направи количествен анализ на неговата взаимозависимост с лактатната кумулация, която също се измерва във фазата на почивка между отделните пробягвания на отсечките по 1000 метра, като в съответната графика на фигура 17 са включени средните данни на пулсовете и лактатните стойности, непосредствено преди започването на тестовото натоварване.



Фигура 17

Графичен израз на полиноминалната зависимост между пулсовата честота в паузите и лактатната кумулация в капилярната кръв

Както е видно, полиноминалната зависимост между динамиката на възстановяването на пулса и лактатната кумулация е функционална ($R=0,9911$). Съвсем ясно се очертават зоните на ниска, средна и висока

интензивност, както и количествените данни, отразяващи степента на тренираност и адаптивност към прилаганите бегови натоварвания. Този феномен е от изключително значение при осъществяване на оперативен контрол и регулация на беговите натоварвания.

Така изведените в настоящия раздел на дисертационния труд количествени граници на метаболитните процеси разкриват широки възможности за усъвършенстване на методиката за индивидуална функционалната тренировка. Като препоръчителни за изследвания контингент лица препоръчваме следните стойности на адаптационните маркери на дихателната и метаболитната дейности със съответно асоциираните към тях скорости на бягане: аеробен праг 2 милмол/лит. при скорост на бягане по-ниска от 4,05 м/сек.; анаеробен праг 4 милм./лит. Пулсови диапазони: до 160 уд/мин., стабилизираща аеробна зона; 160-175 уд/мин. ефективна аеробна зона (зона за развитие на икономичността на аеробното осигуряване); зона 175-185 уд/мин., развиваща и усъвършенстваща максималната мощ на дихателните процеси).

5. Оценка на функционалните промени и индивидуалната адаптивност към бегови натоварвания с различна интензивност при състезатели в бягането на средни разстояния.

Сравнителният анализ на резултатите от двете тестирания отвори възможността за индивидуална оценка на функционалния ефект от приложената тренировка. Освен това, върху основата на резултатите от анализа в предишните раздели, разработихме критерии за оперативно ръководене на беговите натоварвания, съобразно тяхната целева насоченост. На следващите две таблици (табл.4 и табл.5) са представени така обработените резултати. Тези данни представляват основата за оценяване на общите промени във функционалното състояние.

Таблица 4

Вариативност на изследваните показатели преди тренировъчния мезоцикъл

N =40		Descriptive statistics of the pre training test						
	<i>vrdst</i>	<i>VO_{2max}</i>	<i>vVO_{2an.}</i>	<i>vAnT</i>	<i>vAeT</i>	<i>HtrVO_{2max}</i>	<i>HtrAnT</i>	<i>HtrAeT</i>
Mean	5,57	62,46	4,83	3,83	3,58	196,11	185,33	165,22
Standard Deviation	0,71	4,73	0,53	0,59	0,44	9,14	10,39	10,20
Sample Variance	0,50	22,39	0,28	0,35	0,19	83,61	108,00	103,94
Kurtosis	1,79	-0,63	-0,31	4,32	3,29	-0,73	0,47	0,43
Skewness	-0,85	0,69	-0,25	1,94	1,34	0,31	-0,25	-0,34
Range	2,52	13,2	1,68	1,87	1,58	28	35	34
Minimum	4,1	57,8	3,9	3,36	3,33	183	167	147
Maximum	6,62	71	5,58	5,23	4,27	211	202	181
Coefficient of variance	12,7	9,0	10,88	15,38	12,25	4,66	5,51	6,17

Таблица 5

Вариативност на изследваните показатели след тренировъчния мезоцикъл

N = 40		Descriptive statistics of the post training test						
	<i>vrdst</i>	<i>VO_{2max}</i>	<i>vVO_{2max}</i>	<i>vAnT</i>	<i>vAeT</i>	<i>HtrVO_{2max}</i>	<i>HtrAnT</i>	<i>HtrAeT</i>
Mean	5,57	65,77	4,99	3,95	3,80	192,44	181,89	161,89
Standard Deviation	0,71	4,65	0,56	0,39	0,24	6,78	8,46	8,46
Sample Variance	0,50	21,64	0,31	0,15	0,06	46,03	71,61	71,61
Kurtosis	1,79	2,17	-1,32	-0,73	2,90	0,85	-0,90	-0,90
Skewness	-0,85	0,75	0,32	0,36	1,59	0,93	0,16	0,16
Range	2,52	17	1,58	1,17	0,75	22	25	25
Minimum	4,1	58,4	4,3	3,47	3,59	184	169	149
Maximum	6,62	75,4	5,88	4,64	4,34	206	194	174
Sum	50,12	501,9	44,93	35,56	34,24	1732	1637	1457
Coefficient of variance	12,7	8,3	11,14	9,9	6,23	3,53	4,65	5,23

:

Сравнението между количествените стойности на изследваните показатели потвърждава предварителните очаквания за промяна в общото функционално състояние на изследваните лица. Количественият израз на тази промяна е следният:

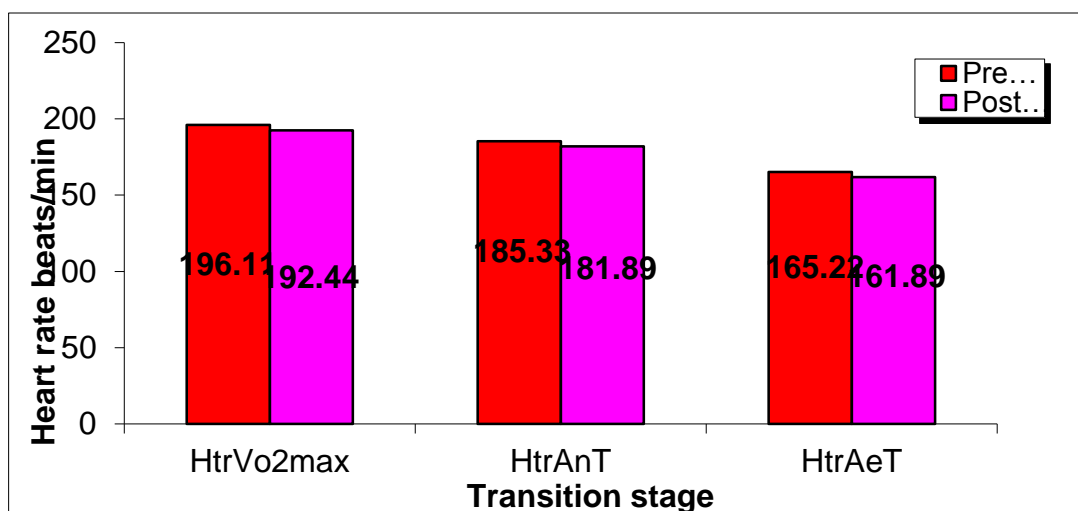
- кислородната консумация е нараснала от 62,46 мил/кг на 65,77 мил/кг;
- скоростта на бягане, асоциирана към тази стойност, се увеличава от 4,83 м/сек. на 4,99 м/сек.;
- скоростта на бягане при анаеробния преход е нараснала от 3,83 м/сек. на 3,95 м/сек.;
- скоростта на бягане при аеробния праг е нараснала от 3,58 м/сек. на 3,80 м/сек.;
- Лимитите на пулсовите маркери намаляват както следва: максимален от 196,11 на 192,44 уд/мин., анаеробен от 185,33 на 181,89 уд/мин., аеробния от 165,22 на 161,89.

Описаните промени показват, че във функционалното състояние на изследваните лица са настъпили съществени позитивни изменения.

Най-общо казано, повишил се е енергетичния потенциал на организма, като едновременно с това се е подобрила и икономичността на неговото изразходване, т.е. при по-високи стойности на механична мускулна работа е спаднало напрежението в работата на сърдечносъдовата система.

Графиките, представени на фигура 18 илюстрират посочения процес.

Обосноваването на механизма на този феномен предполага анализ в промените на интеркорелационните зависимости в резултат на приложените тренировъчни натоварвания.



Фигура 18

Промяна в нивата на пулсовите адаптационни маркери след шестседмичен тренировъчен мезоцикъл

На следващите две таблици (табл. 6 и табл.7) са дадени интеркорелационните зависимости между основните параметри, които характеризират адаптационното ниво и промените преди и след експеримента.

Таблица 6

Интеркорелационна структура на функционалното състояние преди започването на шестседмичния тренировъчен мезоцикъл

	vrdst	VO _{2max}	vVO _{2max}	vAnT	vAeT	HtrVO _{2max}	HtrAn	HtAeT
Vrdst	1,00							
VO _{2max}	0,33	1,00						
vVO _{2max}	0,55	0,45	1,00					
vAnT	0,61	-0,16	0,70	1,00				
vAeT	0,53	0,08	0,80	0,94	1,00			
HtrVO _{2max}	-0,36	-0,51	-0,37	-0,11	-0,26	1,00		
HtrAnT	-0,22	-0,61	-0,45	-0,05	-0,25	0,93	1,00	
HtAeT	-0,23	-0,63	-0,46	-0,05	-0,26	0,93	1,00	1,00

Анализът на интеркорелационните връзки между основните показатели преди започване на тренировката в експерименталния цикъл показва едно относително разпиляване на значимите интеркорелационни връзки. Техният общ брой е 8 ($P_t > 0,6$). Така максималната скорост на бягане има пряка зависимост със скоростта на бягане, асоциирана към анаеробния преход. Скоростта, асоциирана към анаеробния преход пък има почти функционална зависимост със скоростта, асоциирана към аеробния праг и т.н.

Таблица 7

Интеркорелационна структура след шестседмичния тренировъчен мезоцикъл

	vrdst	VO _{2max}	vVO _{2max}	vAnT	vAeT	HtrVO _{2max}	HtrAnT	HtAeT
Vrdst	1,00							
VO _{2max}	0,12	1,00						
vVO _{2max}	0,81	0,48	1,00					
vAnT	0,59	0,03	0,56	1,00				
vAeT	0,74	-0,02	0,56	0,92	1,00			
HtrVO _{2max}	-0,06	-0,75	-0,49	-0,07	0,04	1,00		
HtrAnT	-0,20	-0,58	-0,70	-0,18	0,01	0,71	1,00	
HtAeT	-0,20	-0,58	-0,70	-0,18	0,01	0,71	1,00	1,00

След експеримента интеркорелационната структура значително се раширява, като значимите зависимости се увеличават (таблица 7) и се локализируют към определени показатели. Например такъв важен за практиката показател като максималната скорост на бягане логично се оказва свързан с различните скорости, асоциирани към съответните функционални адаптационни маркери. Разширява се интеркорелационното влияние на максималната кислородна консумация и стойностите на

пулсовите маркери. Всичко това ни дава основание да считаме, че данните от експеримента са достатъчно коректни, за да бъдат основата за разработване на оценки относно ефективността на функционалния ефект от прилагането на целенасочени бегови натоварвания. Основание за подобно решение ни дават резултатите от проверката тест - ретест. Резултатите от нея са представени в таблица 8.

Таблица 8

Тест – ретест надеждност на промените в нивата на резултатите

Проста линейна корелация				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VO _{2max}	40	0,78	0,01
Pair 2	vVO _{2max}	40	0,82	0,01
Pair 3	vAnT	40	0,62	0,08
Pair 4	vAeT	40	0,54	0,13
Pair 5	HtrVO _{2max}	40	0,86	0,00
Pair 6	HtrAnT	40	0,65	0,06
Pair 7	HtrAeT	40	0,65	0,06
Pair 8	vcdst	40	0,64	0,06

Основа за разработката на нормативите е статистическата обработка на данните за разликите в отделните стойности на показателите между първото и второто изследване. Тези нормативи са дадени в следващата таблица 9.

Таблица 9

Оценяване на функционалния ефект посредством изменението на изследваните показатели

Показатели & Оценка	V02 мл/кг	vV02 мл/кг/сек	Vаер. мл/сек	Vаер. мл/сек	ПулсV02 уд/мин	П-аер. уд/мин	П-аер. уд/мин
Отличен	3,17	0,23	0,37	0,48	-3,67	-3,33	-3,44
Добър	2,31	0,18	0,22	0,3	-2,97	-1,96	-2,77
Незадоволителен	0,86	0,05	0,15	0,18	0,7	-1,37	-0,67

Оценяването на промените в нивата фактически се извършва посредством количествените разлики в нивата на резултатите. Оценките са в три нива. Техните качествени характеристики определят темпа на промените като отличен, добър и незадоволителен.

Оценките се формират по следния начин:

- всички резултати, чиито разлики са в зоната на количествените стойности от отличен до добър, са индикация за много добър ефект на тренировъчното натоварване;
- всички резултати, които имат количествени стойности на разликите на прираста в зоната от добър до незадоволителен, са индикация за добър ефект на тренировъчното натоварване;
- резултатите, чийто разлики са равни и по-ниски от оценка незадоволителен, са индикация за ниска ефективност на тренировъчното натоварване.

На следващата таблица 10 е даден конкретен пример относно технологията на оценяването.

Таблица 10

Промени във функционалното ниво след шестседмичен тренировъчен цикъл при състезателката Нерин Караман

	МКК мл./мин./ кг	V МКК метр./сек	V Аер. метр./сек	V Ан. метр./сек	Пулс МКК уд./мин.	Аер. пулс с уд./мин.	Ан. Пулс уд./мин.
Базов резултат	58,16	4,68	3,55	4,03	196	165	185
Краен резултат	60,38	4,72	3,77	4,33	193	163	178
Разлика	2,22	0,04	0,22	0,3	-3	-2	-7
Оценка на темпа	добра	незадово- лителна	добра	добра	добра	добър	отлична

IV. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

IV.1. Изводи

В резултат от анализите на проведените изследвания и експерименти изведохме важни за спортната практика изводи. Те са свързани с оценката на функционалните ефекти на специфичните бегови натоварвания на елитни състезатели и състезателки в бягането на средни разстояния от Република Турция.

1. Поведението на пулсовата честота във фазите на натоварване е обективен показател за индивидуална оценка на ефективността на беговите въздействия.

2. Скоростта на възстановяване на пулсовата честотата във фазите на скъсена почивка е коректен адаптационен маркер за определяне

на индивидуалната поносимост към беговите натоварвания и нивото на тренираност на съответния състезател.

3. Между интензивността (скоростта) на бягане и пулсовите честоти във фазите на натоварване и почивка съществува функционална зависимост.

4. Параметрите на индивидуалната работна пулсова честота, които характеризират спецификата на адаптационните процеси се групират в следните три диапазона: пулсова честота от 135 до 160 уд/мин.; пулсова честота от 161 до 175 уд/мин. над 175 уд/мин.

5. Зоните на индивидуална пулсова честота, които характеризират адаптационните процеси във възстановителните паузи са следните: **неограничена адаптация** - от 100 до 130 уд/мин.; **ограничена адаптация** – от 130 до 140 уд/мин.; **нарушена адаптация** - над 140 уд/мин.

6. Пулсовите диапазони във фазата на възстановяването, отнесени към скоростта и продължителността на беговите условия, определят степента на текуща поносимост и нивото на индивидуалната функционална подготвеност.

7. Пулсовата честота, кислородната консумация и кислородният пулс имат значителна интеркорелационна зависимост помежду си.

8. Вследствие прилагането на бегово натоварване с прогресивно нарастване на интензивността (скоростта), динамиката на пулсовата честота, кислородната консумация и кислородният пулс имат експоненциален характер, с две „инфлексни” точки.

9. Индивидуалните нива на интензивност (скорост на бягане), които са асоциирани към съответните „инфлексни” точки, са адаптационни маркери, които определят моментните двигателни възможности на състезателите и състезателките в бягането на средни разстояния.

10. Взаимозависимостта между динамиката на метаболитната ацидоза при прогресивно нарастване на интензивността (скоростта на бягане) на мускулната работа е експоненциална, с две „инфлексни” точки; първата - в границата на 2 милимола/лит. и втората в границите на 4 милимола/лит.

11. Проведеното изследване позволява да се сравняват резултатите от лабораторните и теренните изследвания и по този начин да се усъвършенстват нормативните системи за индивидуален контрол и оценка на адаптационните процеси, които характеризират ефективността на тренировъчния процес.

IV.2. Препоръки

Резултатите от проведените изследвания са функция на изследванията, изцяло проведени в специфичните условия на тренировката. Използвана е уникална изследователска апаратура, която позволява да се получи комплексна информация относно адаптационните процеси в кардиореспираторната система на изследваните лица. Това ни дава основание да отправим някои актуални препоръки относно усъвършенстването на методиката на функционалната тренировка при подготовката на най-изявените турски състезатели и състезателки в бяганията на средни и дълги разстояния.

1. Повишаването на ефективността на индивидуалната тренировка, насочена към усъвършенстване на специфичната спортна работоспособност, изисква ежедневен оперативен контрол на дейността на кардиореспираторната система посредством пулсометрична апаратура (пулсотестокомпютри).

2. Обработката на данните от ежедневните резултати от пулсометрията предполага разработването на персонални моделни характеристики за нивата на адаптационни „маркери” (аеробен и

анаеробен пулс, максимална кислородна консумация, кислороден пулс и критични скорости на беговата работа).

3. Създаването на индивидуални критерии за оценка на ефективността изисква планирането на мезоциклова система за функционален контрол. В нея следва да бъдат фиксирани конкретните срокове за провеждане на лабораторни и теренни изследвания.

4. Препоръчително е елитните състезателки в бягането на средни разстояния да използват в подготовката си като „спаринг” партньори състезатели-мъже.

5. Изведените нормативи за оценка на функционалната ефективност са коректни и могат да залегнат в основата на индивидуалното планиране на развитието на специфичната спортна работоспособност.

IV.3. Приноси

Научните резултати от настоящия дисертационен труд определят следните приноси към теорията и практиката по подготовката на елитни състезатели и състезателки в бягането на средни разстояния:

1. Проведен е уникален експеримент в естествените условия на тренировъчния процес при най-изявените турски състезатели и състезателки в бягането на средни разстояния.

2. Обогатена е теорията и практиката за стреса и адаптацията като методологическа основа на тренировката в бягането на средни разстояния за мъже и жени.

3. Експериментално е потвърдена високата коректност на кардиореспиаторните и метаболитни показатели като критерии за оценяване на ефективността на тренировката за развитие на специфичната физическа работоспособност на състезателите и състезателките в бягането на средни разстояния.

4. Разработена е система за планиране и управление на функционалния ефект на елитните турски състезатели и състезателки в бяганията на средни разстояния.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Коч, С., Малкоч, Р. - „Изследване на корелационната структура между показателите за обща издръжливост $V_{O2\max}$ и дихателните функции на организма при 16 годишни атлетки“, IV-ти Спортен конгрес, Хаджеттепе Университет, Анкара, 1-3 Ноември, 2013.
2. Коч, С., Аслан, Дж. - ”Изследване на предстартовите вълнения на спортисти мъже и жени в Република Турция”, IV-ти Спортен конгрес, Хаджеттепе Университет, Анкара, 1-3 Ноември, 2013.
3. Коч, С., Ф. Джошан (2014) – Кислородната консумация във фазите на работа и почивка като критерий за стрес и адаптация при бягане на средни разстояния. Сп. „Спорт и наука“, С.
4. Коч, С., Ф. Джошан (2014) – Пулсовата честота във фазите на работа и почивка като критерий за стрес и адаптация при бягане на средни разстояния. Сп. „Лека атлетика и наука“, НСА.

Забележка: Номерацията на таблиците и фигурите съответства на тази от дисертацията.