

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ  
„ВАСИЛ ЛЕВСКИ“**

**КАТЕДРА „ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ“**

**ПЕТЪР АЛЕКСАНДРОВ СОМЛЕВ**

**ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВАРИАБИЛНОСТТА НА СЪРДЕЧНАТА  
ЧЕСТОТА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЕГЕТАТИВНАТА СЪРДЕЧНА  
РЕГУЛАЦИЯ ПРИ СПОРТИСТИ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна  
степен „Доктор“**

**СОФИЯ, 2012**

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ“**

**КАТЕДРА „ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ“**

**ПЕТЪР АЛЕКСАНДРОВ СОМЛЕВ**

**ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВАРИАБИЛНОСТТА НА СЪРДЕЧНАТА  
ЧЕСТОТА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЕГЕТАТИВНАТА СЪРДЕЧНА  
РЕГУЛАЦИЯ ПРИ СПОРТИСТИ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**на дисертационен труд за присъждане  
на образователна и научна степен „Доктор“**

**по научна специалност „Теория и методика на физическото възпитание  
и спортната тренировка (вкл. МЛФ)“**

**Научен ръководител:**

**Доц. Емилия Павлова, доктор**

**Официални рецензенти:**

**Проф. Вихрен Бачев, доктор  
Проф. Константин Бичев, доктор**

**София, 2012**

Дисертационният труд съдържа 180 стандартни машинописни страници. Онагледен е с 21 таблици, 55 фигури. Библиографията включва 331 литературни източници, от които 26 на кирилица и 305 на латиница.

Дисертационният труд е апробиран, обсъден и насочен за официална защита на заседание на Катедра „Физиология и биохимия“ при НСА „В.Левски“.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 22. 10. 2013 г. от 14 часа в ..... на НСА „В. Левски“.

## Увод

Сърдечносъдовите функции до голяма степен се контролират чрез сложното взаимодействие на симпатиковия и парасимпатиковия дял на вегетативната нервна система (ВНС). Вегетативната сърдечна регулация е динамичен процес и играе съществена роля в адаптацията на организма спрямо въздействия от външната среда, вкл. и тренировъчните натоварвания.

ВНС оказва комплексно модулиращо влияние върху дейността на синусовия възел, в който се генерират възбудните процеси, предизвикващи сърдечните съкращения. Вариабилността на сърдечната честота е физиологично явление, което отразява тези регулаторни вегетативни влияния.

Сърдечната честота има незаменимо приложение като основен физиологичен показател както при функционални тестове, така и при контрола на интензивността на тренировъчните натоварвания. Основа за това е широкото навлизане в спортната практика на мониторите на сърдечната честота, които не само значително улесняват треньорската дейност, но и придобиват все по-голяма популярност като устройства за измерване на ВСЧ за изследователски цели. В настоящия дисертационен труд за пръв път у нас се използва такова достъпно устройство за реализирането на сравнително обширно проучване на ВСЧ при спортисти.

През последните години ВСЧ придобива все по-голяма значимост като метод за изследване на ВНС при спортисти. Въпреки нарастването на броя на проучванията, резултатите по отношение на особеностите на вегетативната сърдечна регулация при спортисти, установени чрез ВСЧ, остават противоречиви. Сравнително малко са данните за промените във ВСЧ при представители на спортове със смесена (аеробно-анаеробна) физиологична характеристика. При приложението на ВСЧ за изследване на спортисти са налице и някои методологични проблеми, свързани с използването на контролирано дишане и на промяна в положението на тялото. В такава насока бяха ориентирани и изследванията, залегнали в основата на дисертационния труд – чрез приложението на ВСЧ да се изяснят някои съществени особености на вегетативната сърдечна регулация при спортисти, както и да се очертаят основни правила, улесняващи използването на този метод в спортната практика.

## **РАБОТНА ХИПОТЕЗА, ЦЕЛ, ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО**

### ***Работна хипотеза***

Показателите на ВСЧ, определени в условията на покой, са достатъчно информативни по отношение на особеностите на вегетативната сърдечна регулация при спортисти в сравнение с нетренирани лица.

### ***Цел на дисертационния труд***

1. Чрез приложението на ВСЧ да се изяснят особеностите на вегетативната сърдечна регулация при спортисти в сравнение с нетренирани лица.

2. Да се анализират условията, при които параметрите на ВСЧ дават надеждни данни относно особеностите на вегетативната сърдечна регулация при спортисти.

### ***Задачи на изследването:***

1. Проучване на динамиката на показателите на ВСЧ по време на активен ортоклиностатичен тест (АОКТ). Изследванията по тази задача са насочени към изясняване на възможностите на двукратната промяна в положението на тялото да създава условия, при които ВСЧ се различава съществено в сравнение със състоянието на покой.

2. Проучване на ВСЧ при тренирани и нетренирани лица по време на АОКТ. Изследванията по тази задача целят да уточнят при какви условия – в покой или при вегетативно въздействие чрез промяна в положението на тялото – параметрите на ВСЧ дават надеждна информация относно вегетативната сърдечна регулация при спортисти в сравнение с нетренирани лица

3. Изследване на влиянието на контролираното (ритмичното) дишане върху показателите на ВСЧ при спортисти и нетренирани лица с оглед изясняване на приложението на дишане с честота 0.25 Hz.

4. Приложение на показателите на ВСЧ за изследване на вегетативната сърдечна регулация при футболисти като представители на спорт с аеробно-анаеробна характеристика.

### ***Методика на изследването***

#### **1. Обект на изследването**

Обект на изследването е вегетативната сърдечна регулация, изразяваща се в модулиращото влияние на ВНС върху сърдечната честота.

## 2. Предмет на изследването

Предмет на изследването са показателите на вариабилността на сърдечната честота, приложена като метод за изследване на вегетативната сърдечна регулация при различни условия.

## 3. Субект на изследването

Субекти на изследването са деветдесет и четири (94) лица от мъжки пол, клинично здрави, нормотензивни и непушачи. Тъй като полът и възрастта влияят ВСЧ (Conte, 2003, De Meersman and Stein, 2007), с цел елиминиране на тези фактори, лицата бяха подбрани да бъдат от един пол с еднаква или близка възраст. Основните характеристики на изследваните лица (ИЛ) са представени в табл. 1. В зависимост от естеството на задачата те бяха разпределени в следните групи:

1. В изследването по *задача 1* участваха 21 души, студенти от НСА.

2. В изследването по *задача 2* взеха участие общо 32 лица, разпределени в две групи. Първата група се състоеше от 16 спортисти, всичките студенти от НСА - представители на спортове, характеризиращи се с изразени тренировъчни натоварвания за издръжливост (лека атлетика, ски-бягане, ориентиране, биатлон, кану-каяк, колоездене), част от които бяха републикански шампиони или участници в национални отбори. Те бяха изследвани по време на подготвителния период в условията на всекидневни тренировки. При всички тренировки за издръжливост надхвърляха минимума, при който дадено физическо упражнение се определя като натоварване за издръжливост – най-малко 20 минути продължителност и сърдечна честота 60-80% от максималната. Втората група се състоеше от 16 лица, студенти от различни учебни заведения, които никога не бяха практикували спорт за издръжливост и водеха заседнал начин на живот, без всякаква допълнителна физическа активност. Тези лица са определени като “нетренирани”.

3. В изследването по *задача 3* взеха участие общо 21 лица, разделени в две групи. Първата група беше съставена от 10 спортисти, студенти от НСА - 9 от групата на спортистите от задача 2 и едно лице, изследвано допълнително; всички изследвани лица от тази група бяха представители на спортове за издръжливост и тренираха активно към момента на изследването. Втората група се състоеше от 11 лица, студенти от Медицински университет, София - 10 от групата на нетренираните от задача 2 и едно лице, изследвано допълнително; всички изследвани лица от тази група бяха със заседнал начин на живот.

4. В изследването по *задача 4* взеха участие общо 39 лица, разпределени в три групи. Първата група се състоеше от единадесет спортисти, представители на елитен столичен футболен клуб от група А. За прегледност на изложението тези футболисти са обозначени като „елитни“. Втората група се състоеше от четиринадесет футболисти,

студенти от НСА, представители на отбори от Б, В и окръжни групи. Тази група условно е наречена група на „неелитни“ футболисти. Третата група се състоеше от четиринадесет лица, студенти от НСА, бивши футболисти.

Елитните футболисти бяха изследвани през преходния период (м. януари), непосредствено преди заминаването им в чужбина на подготвителен лагер. Неелитните футболисти бяха изследвани по време на състезателния сезон. Бившите футболисти бяха прекратили активната футболна състезателна и тренировъчна дейност за период от 4 месеца до 5 години, но продължаваха да играят футбол 1-2 пъти седмично с учебни и/или рекреативни цели.

Таблица 1

## Основни характеристики на субектите

ИЛ	ВЪЗРАСТ (год.)	ТЕГЛО (кг)	РЪСТ (см)
Студенти - зад. 1, n=21	21.3±2.7	80.0±10.3	183.5±6.6
Спортисти - зад. 2, n=16	22.0±2.42	76.31± 9.46	179.25±7.23
Нетренирани - зад. 2, n=16	21.5±1.03	73.38±9.82	179.95± 6.17
Спортисти - зад. 3, n=10	23±3.86	77.40±7.59	181.35±7.25
Нетренирани - зад. 3, n=11	21.55±1.29	73.91±11.70	179.68±5.14
Елитни футболисти - зад. 4, n=11	21.45±3.8	78.55±7.7	183.14± 4.18
Неелитни футболисти - зад. 4, n=14	21.57±1.4	77.07±8.75	180.04±5.31
Бивши футболисти - зад. 4, n=14	21.79±2.46	73.43±6.66	178.25±6.25

#### 4. Теоретични методи

За целите на теоретичния анализ, представен в раздел 2 беше извършено подробно проучване на 331 научни труда, включващи статии в периодични списания, монографии и др. Заключениета от този анализ спомогнаха за формулирането на научния проблем, обосноваване на работната хипотеза, подбора на контингента и изясняване на експерименталните методи. При анализа и обсъждането на резултатите данните от собствените изследвания по задачите бяха съпоставени с резултатите на голям брой автори, за да бъде изяснена работната хипотеза, както и за формулиране на адекватни изводи и препоръки (раздел 6).

#### 5. Експериментални методи

##### 5.1 Запис на RR интервалите за целите на анализа на ВСЧ

Изследваните лица бяха инструктирани да не приемат храна минимум два часа преди изследването, да не приемат кафе в деня на изследването и да избягват физическо натоварване в рамките на 24 часа преди изследването. Записите при всички участници бяха направени в тиха стая в условията на температурен комфорт.

Съгласно указанията на производителя Polar Electro върху гръдния кош на всяко изследвано лице на нивото на долната трета на гръдната кост беше поставен еластичен колан (T31/WearLink, Polar Electro, Kempele, Finland). Коланът представлява двуелектродна система, съдържаща електронно обработващо устройство и предавател на електромагнитни сигнали. Електрокардиографският сигнал се излъчва постоянно до приемателното устройство - монитор на сърдечната честота Polar 810i (Polar Electro), който се използва за запис и временно съхранение на RR интервалите. Мониторът Polar 810i работи със честота на дискретизация 1000 Hz, която осигурява детекция на RR интервалите с точност от 1 милисекунда. Бяха извършени следните записи в зависимост от изследователската задача:

1. Записи в покой. При всички изследвани лица записите бяха извършени в легнало положение за период от най-малко 5 мин. Всеки 5-минутен запис беше предшестван от 20-минутно състояние на покой за достигане на базовата сърдечна честота. Участниците в изследванията бяха инструктирани да не се движат и да не говорят. При лицата от задачи 1 и 2 този етап представлява фаза I от АОКТ (изходно положение), а при лицата от задача 3 – състояние на дишане със спонтанна дихателна честота (спонтанно дишане).

2. Записи по време на АОКТ. Активният ортоклиностатичен тест се проведе при лицата, участващи в изследванията по задачи 1 и 2. Тестът се състоеше от три фази, включващи последователното заемане на три положения на тялото – легнало положение (изходно хоризонтално положение) – I фаза на теста, изправено положение (ортостаза) – II фаза на теста и отново легнало положение (клиностаза) – III фаза на теста. Преминаването от едно положение в друго ставаше активно. Участниците бяха предварително инструктирани да не се движат след заемане на право или легнало положение. II и III фаза бяха с продължителност от 8 минути, като през цялото време се правеше запис на RR интервалите.

3. Запис по време на контролирана дихателна честота. Записите в условията на ритмично дишане с честота 0.25 Hz (15 дих.дв./мин) бяха извършени след записите в състояние на спонтанно дишане. Продължителността им беше най-малко 5 минути. Честота на дишане се задаваше чрез аудиосигнал от софтуерен метроном, който изследваните лица бяха инструктирани да следват с дихателните си движения.

## **5.2 Определяне на дихателната честота**

При лицата, участващи в изследванията по задача 3 едновременно с монитора Polar 810i RR интервалите бяха записани и с аналогично устройство Suunto t6c (Suunto Oy, Vantaa, Finland). Записите бяха извършени както в състояние на покой в условията на дишане със спонтанна честота, така и при контролирано дишане с честота 0.25 Hz.



Записите от Suunto t6s бяха свалени чрез usb интерфейс в програмата Suunto Training Manager 2.3, която чрез специфичен алгоритъм за обработка на RR интервалите изчислява дихателната честота с точност от 93%. Това позволи програмата да се използва за проверка дали лицата наистина са постигнали дишане с честота 0.25 Hz, в противен случай изследването се повтаряше.

Данните за спонтанната дихателна честота се експортираха в електронна таблица, чрез която дихателните честоти бяха усреднени за същия 5-минутен период на измерване на RR интервалите, който се използваше и за изчисление на показателите на ВСЧ в покой, като по този начин се изчисли средната дихателна честота (mean BR, mean breathing rate).

### 5.3 Обработка на RR интервалите

След приключване на всеки запис файловете, съдържащи RR интервалите, бяха прехвърлени от монитора в компютър чрез инфрачервен интерфейс и отворени в програмата Polar Precision Performance SW 4.03 (Polar Electro). Програмата представя RR интервалите като тахограми и позволява подробна визуална инспекция на качеството на записа, както и неговото редактиране при нужда.

Артефактите в записите бяха елиминирани чрез вградения във софтуера алгоритъм за премахване на грешки. За последвалия анализ на ВСЧ бяха използвани серии, в които броят на нормалните RR интервали беше най-малко 98%, т.е. записи с повече от 2% артефакти или грешки бяха отхвърлени.

### 5.4 Изчисление на параметрите на ВСЧ

За изчисление на параметрите (индексите) на ВСЧ беше използвана програмата Kubios HRV 2.0 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Department of Physics, University of Kuopio; Kuopio, Finland). Обработката на RR интервалите беше извършена върху серии с продължителност от 300 секунди. От записите, направени по време на фази II и III на АОКТ, беше използван интервала от 3 до 8 минута. Програмата изчислява две групи показатели на ВСЧ:

#### I. Времеви параметри на ВСЧ:

- Mean RR (ms) - средна стойност на RR интервалите
- SDNN (ms) - стандартно отклонение на всички нормални RR интервали (NN интервали)
- RMSSD (ms) - корен квадратен от средната стойност на квадратите на разликите между съседните RR интервали
- pNN50 (%) - процент от общия брой RR интервали на последователните RR интервали, които се различават с повече от 50 ms

Освен тези индекси се изчислява стойността на сърдечната честота, усреднена за целия 5-минутен период - Mean HR (bpm, 1/min)

## II. Честотни показатели на ВСЧ.

3. За оценка на спектралната мощност върху RR сегментите се приложи стандартна обработка чрез FFT (бърза трансформация на Фурие) с използване на периодограмата на Welch и спектрален прозорец на Hanning с ширина от 256 точки и 50% припокриване. Чрез тази обработка се получават абсолютните показатели на ВСЧ в два честотно-ограничени обхвата: 0.04-0.15 Hz за нискочестотната мощност (LFP) и 0.15-0.4 Hz за високочестотната мощност (HFP). Същевременно се изчисляват нормализираните показатели и съотношението между LFP и HFP.

Като краен резултат се получават следните честотни параметри на ВСЧ:

- LF (ms<sup>2</sup>) - ниски честоти в абсолютни единици
- HF (ms<sup>2</sup>) - високи честоти в абсолютни единици
- LF (n.u.) - ниски честоти в нормализирани единици
- HF (n.u.) - високи честоти в нормализирани единици
- LF/HF – съотношението между ниските и високите честоти

## 5.5 Методи за оценка на аеробната издръжливост и физическия работен капацитет

В настоящото изследване кардиореспираторната издръжливост беше оценена по индиректен начин чрез два стандартни и общоприети субмаксимални велоергометрични теста:

1. Определяне на максималната кислородна консумация ( $VO_{2max}$ ). При лицата, участващи в изследванията по задачи 2 и 3 беше приложен субмаксималния велоергометричен тест на Астранд. Въз основа на регистрираните стойности на сърдечната честота през последните минути на теста по формула се изчислява  $VO_{2max}$  (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>).

2. Определяне на физическия работния капацитет чрез тест PWC170. При футболистите (задача 4) беше приложен тест PWC170 на Карпман. Въз основа на сърдечната честота от 4-та и 5-та минути от двете фази на теста се изчислява PWC170 (kgm.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>).

И двата теста бяха проведени на велоергометър Monark Ergonomic 828E (Monark Exercise AB, Vansbro, Sweden). Сърдечната честота по време на тестовете се контролираше и записваше с монитор Suunto t6c (Suunto Oy, Vantaa, Finland).

## 6. Организация на изследването

Експерименталните изследвания бяха извършени в периода 2004-2010 година в Катедра „Физиология и биохимия“, НСА „Васил Левски“, София. Процедурите бяха провеждани в дни и часове, свободни от тренировки или учебни занятия, с цел да не се нарушава тренировъчния или учебния процес на изследваните лица.

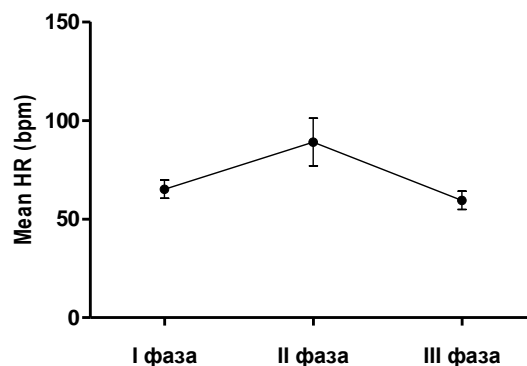
За всяко изследвано лице беше попълнен лабораторен протокол, в които се вписваха паспортни данни, основни антропометрични данни, характеристика на тренировките (вид, честота и продължителност), анамнестични данни, проведените изследвания и тестове и др. Изследваните лица удостоверяваха с подпис информираното си съгласие за доброволно участие. Всяка процедура се обясняваше подробно на участниците, които можеха по свое усмотрение да прекратят изследването във всеки един момент. По време на изследванията се спазваха указанията на Американската колегия по спортна медицина, които осигуряват правилно и безопасно от здравна гледна точка провеждане на функционалните тестове. Всички изследвания, свързани с измерване и анализ на ВСЧ, както и теста на Астранд бяха проведени самостоятелно от автора. За провеждането на теста на Карпман съдействаха преподаватели от Катедра „Физиология и биохимия“.

## 7. Статистически методи

За оценка на ефекта на последователната промяна в положението на тялото върху параметрите на ВСЧ (задача 1) беше приложен еднофакторен дисперсионен анализ при свързани извадки (ANOVA with repeated measures) или тест на Friedman. За сравняване на показателите при двете групи изследвани лица от задача 2 по време на трите фази на АОКТ беше приложен двуфакторен дисперсионен анализ (mixed ANOVA). При задача 3 за сравнение на показателите на ВСЧ между двете групи изследвани лица при спонтанно и ритмично дишане беше използван t-тест за независими извадки или тест на Mann-Whitney. За оценка на ефекта на промяната в честотата на дишане върху ВСЧ, показателите бяха сравнени в рамките на всяка група чрез t-тест за зависими извадки или чрез знаково-ранговия тест на Wilcoxon. За сравнение на показателите на ВСЧ между трите групи изследвани лица от задача 4 беше приложен еднофакторен дисперсионен анализ при независими извадки (one-way ANOVA). Данните в таблиците и графиките са представени като  $\text{Mean} \pm \text{SD}$ .

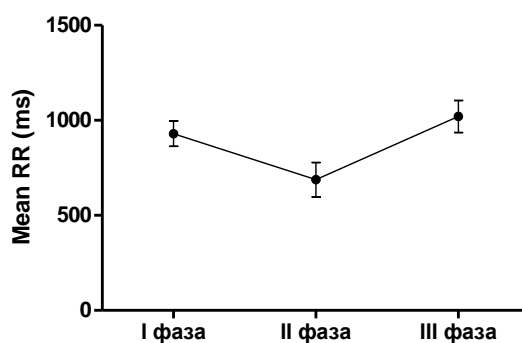
## РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

### ВСЧ по време на активен ортоклиностатичен тест (Задача 1)



фиг. 1. Динамика на Mean HR ( $\text{Mean} \pm \text{SD}$ ) през трите фази на теста. Всяка стойност е статистически различна от другите две ( $p < 0.001$ ).

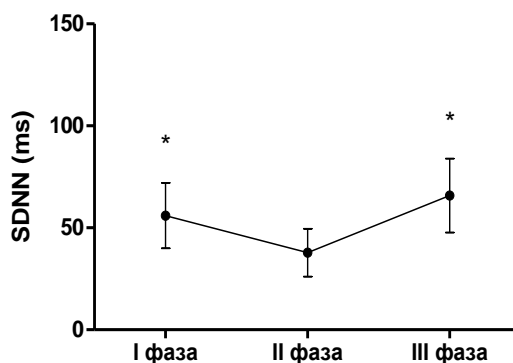
Стойността на средната сърдечна честота (Mean HR) е статистически различна при трите положения на тялото (фиг. 1). Mean HR нараства значително по време на фаза II от теста, а по време на фаза III намалява. По време на фаза III Mean HR е значително по-ниска в сравнение с фаза I.



фиг. 2. Динамика на Mean RR ( $\text{Mean} \pm \text{SD}$ ) през трите фази на теста. Всяка стойност е статистически различна от другите две ( $p < 0.001$ ).

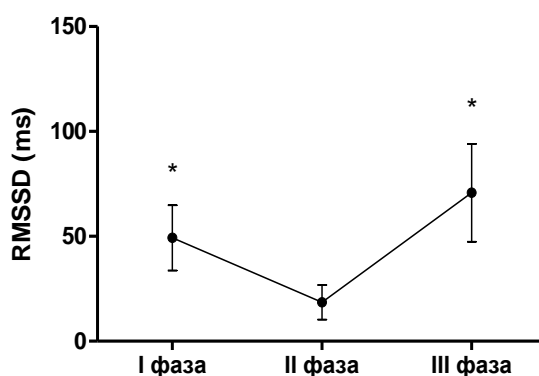
Средната продължителност на RR интервалите (Mean RR) се скъсява по време на фаза II от теста. По време на фаза III Mean RR се удължава значително в сравнение с фаза II и е надвишава изходната стойността през фаза I (фиг. 2).

Времевите показатели SDNN, RMSSD и pNN50% са статистически различни през всяка от трите фази на теста (фиг. 3, 4 и 5).

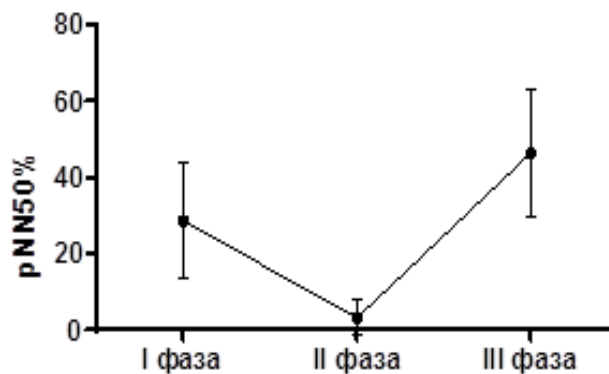


фиг. 3. Динамика на SDNN ( $Mean \pm SD$ ) през трите фази на теста. Всяка стойност е статистически различна от другите две ( $p < 0.001$ , \* -  $p < 0.05$ ).

Промяната в SDNN показва намаляване на общото регулаторно въздействие от страна на ВНС през II фаза на теста и неговото усиление през III фаза. Общата вариабилност остава значително по-висока в сравнение с изходното положение на покой. По-високата стойност на парасимпатиковите показатели RMSSD и pNN50%, през клиностазата в сравнение с положението на покой, показва, че настъпва значително усиление на парасимпатиковите въздействия през III фаза на теста.

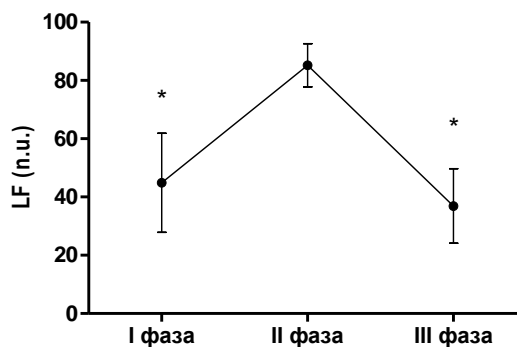


фиг. 4. Динамика на RMSSD ( $Mean \pm SD$ ) през трите фази на теста. Всяка стойност е статистически различна от другите две ( $p < 0.001$ , \* -  $p < 0.05$ ).



фиг. 5. Динамика на pNN50% (Mean±SD) през трите фази на теста. Всяка стойност е статистически различна от другите две ( $p < 0.001$ ).

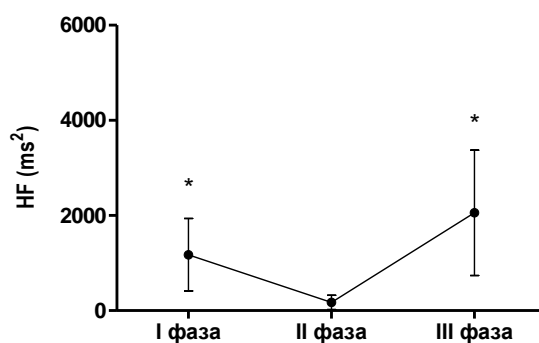
Стойността на LF (н.у.) е значително по-висока по време на фаза II в сравнение с фаза I. По време на фаза III LF (н.у.) намалява съществено в сравнение с фаза II. В сравнение с изходните стойности от фаза I стойността на LF (н.у.) през фаза III е значително по-ниска (фиг. 6).



фиг. 6. Динамика на LF (н.у.) (Mean±SD) през трите фази на теста. Всяка стойност е статистически различна от другите две ( $p < 0.001$ , \* -  $p < 0.05$ ).

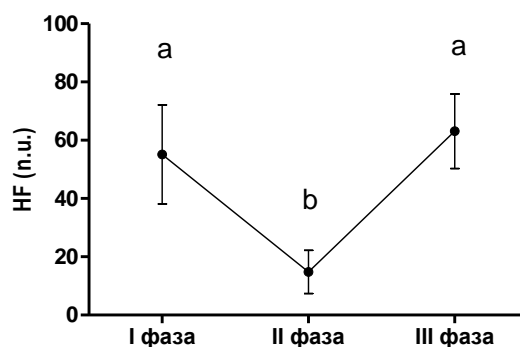
Тези промени в LF (н.у.) показват добре познатото усилване на симпатиковите въздействия при заемане на изправено положение. Въпреки предхождащата симпатикова стимулация през ортостазата, при преминаването от право в легнало положение се развива изразено подтискане на симпатиковия тонус.

Стойността на HF ( $\text{ms}^2$ ) намалява значително по време на фаза II в сравнение с фаза I; по време на фаза III те нарастват съществено в сравнение с фаза II; по време на фаза III те остават по-високи в сравнение с изходните стойности от фаза I (фиг. 7).



фиг. 7. Динамика на HF (ms<sup>2</sup>) (Mean±SD) през трите фази на теста. Всяка стойност е статистически различна от другите две ( $p < 0.001$ , \* -  $p < 0.05$ ).

Високите честоти в нормализирани единици, HF (n.u.), силно намаляват през фаза II в сравнение с изходните стойности. По време на фаза III те съществено се покачват в сравнение с фаза II. (фиг. 8).

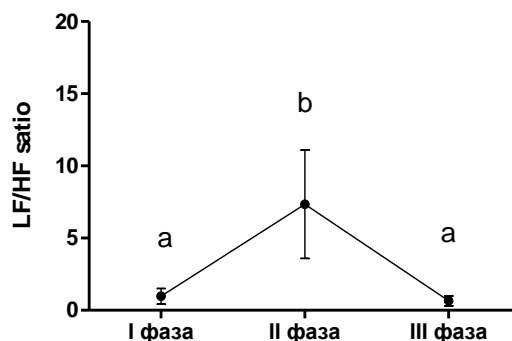


фиг. 8. Динамика на HF (n.u.) (Mean±SD) през трите фази на теста. Еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.001$ ).

Редукцията на HF по време на фаза II от теста е сигурен показател за силното намаляване на парасимпатиковите въздействия върху сърцето при изправяне на тялото. По време на III фаза тези параметри показват не само възстановяване на парасимпатиковите въздействия върху сърдечната дейност, но и тяхното усиление в сравнение с изходното ниво на покой от фаза I.

При съотношението LF/HF е налице нарастване през фаза II в сравнение с изходната му стойност от фаза I; стойността на този

параметър е значително по-ниска през фаза III в сравнение с фаза II. (фиг. 9).



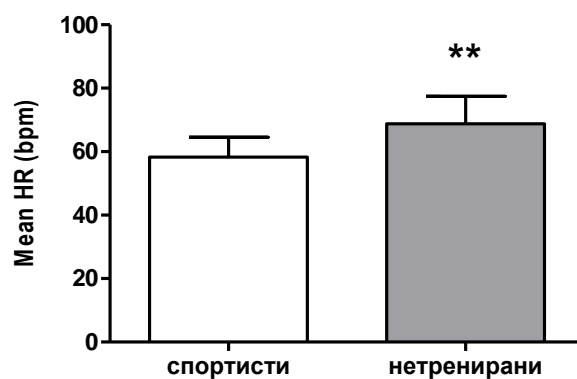
фиг. 9. Динамика на съотношението  $LF/HF$  ( $Mean \pm SD$ ) през трите фази на теста. Еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.001$ ).

Тези резултати дават основания фаза II да бъде определена като фаза на парасимпатиково отслабване, а фаза III - като фаза на парасимпатиково усилване. Динамиката на парасимпатиковите показатели на ВСЧ по време на целия АОКТ позволяват да се направи изводът, че промените на вагусовия тонус представляват основна характеристика на целия тест.

### **ВСЧ при спортисти и нетренирани лица по време на АОКТ** (Задача 2)

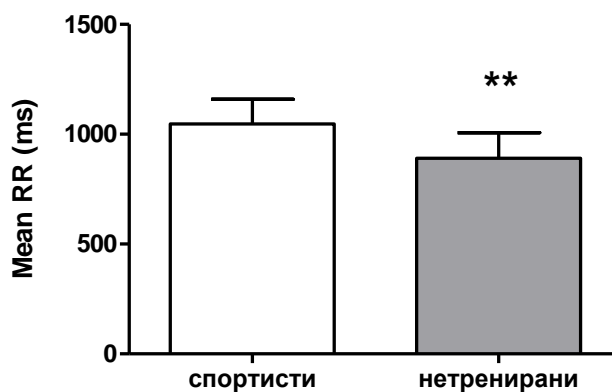
1. Разлики в аеробната издръжливост между двете групи. Максималната кислородна консумация ( $VO_{2max}$ ) при тренираните спортисти и нетренираните лица е съответно  $54.99 \pm 10.46 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  и  $36.77 \pm 7.2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  ( $p < 0.001$ ). Значително по-високата стойност на този показател в групата на спортистите показва по-високите им аеробни възможности, отразяващи по-голямата им обща издръжливост. 2. Показатели на ВСЧ при тренирани и нетренирани лица в покой (фаза I на АОКТ).



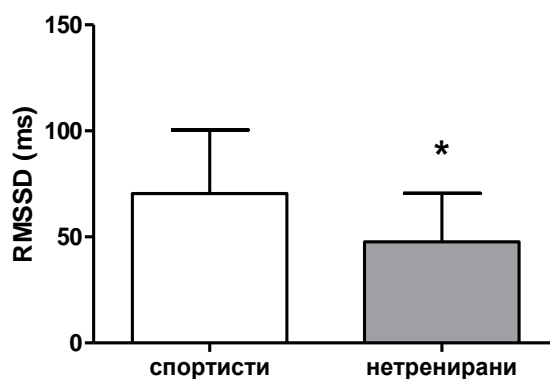


фиг. 10. Mean HR (Mean $\pm$ SD) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \*\* -  $p < 0.001$ .

В състояние на покой (I фаза) се установяват значително по-големи стойности на Mean RR (ms), RMSSD (ms) и pNN50% при спортистите в сравнение с нетренираните лица (фиг 10, 11, 12 и 13).

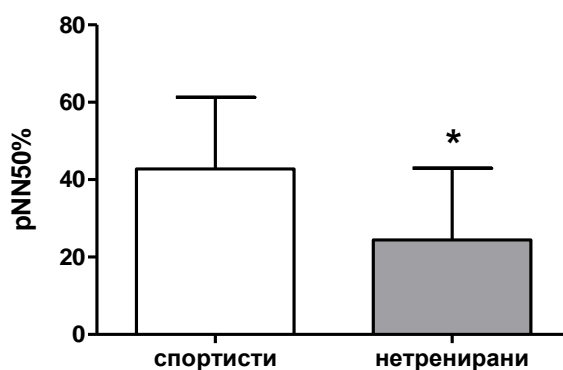


фиг. 11. Mean RR (Mean $\pm$ SD) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \*\* -  $p < 0.001$ .



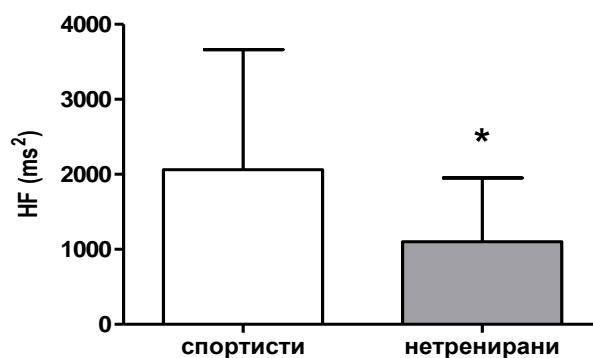
фиг. 12. RMSSD ( $Mean \pm SD$ ) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \* -  $p < 0.05$ .

Тъй като RMSSD и pNN50% корелират с вагусовата модулация на сърдечната честота, този резултат показва, че при тренираните лица парасимпатиковите влияния върху сърдечната дейност в покой са по-изразени.



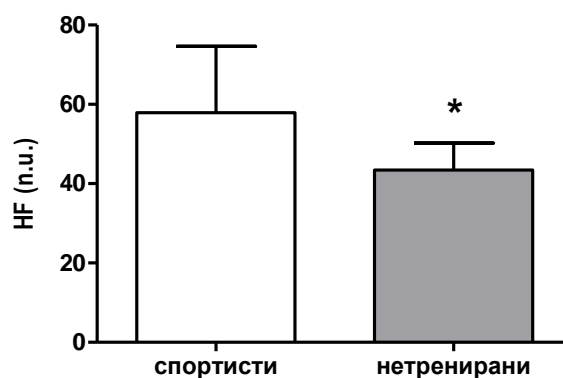
фиг. 13. pNN50% ( $Mean \pm SD$ ) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \* -  $p < 0.05$ .

През фаза I на теста се установяват значително по-големи стойности на HF ( $ms^2$ ) и HF (n.u.) при спортистите в сравнение с нетренираните лица (фиг. 14 и 15).



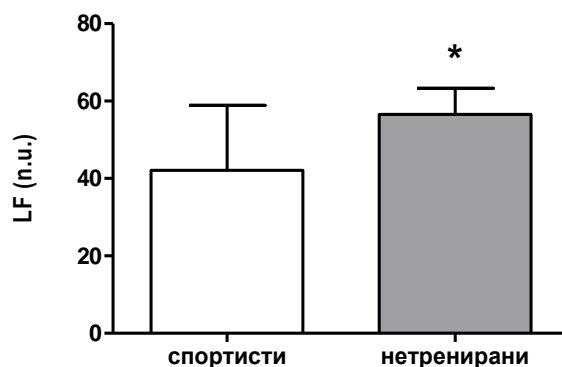
фиг. 14. HF (ms<sup>2</sup>) (Mean±SD) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \* -  $p < 0.05$ .

Тъй като HF отразяват вагусовата сърдечна еферентна активност, този резултат показва наличието на по-голямо участие на парасимпатиковите влияния в сърдечната регулация в покой при тренираните лица.



фиг. 15. HF (n.u.) (Mean±SD) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \* -  $p < 0.05$ .

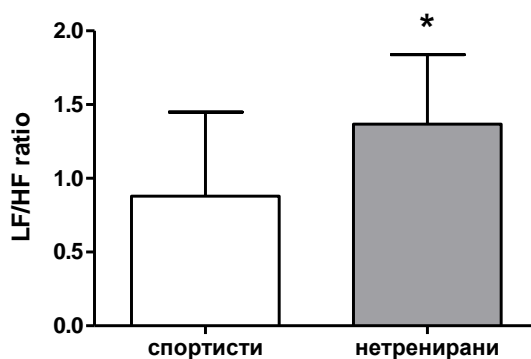
Стойността на LF (n.u.) е значително по-ниска при тренираните в сравнение с нетренираните (фиг. 16).



фиг. 16. LF (n.u.) (Mean±SD) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \* -  $p < 0.05$ .

Значително по-ниската стойност на LF (n.u.) при спортистите показва, че в покой симпатиковите влияния върху сърцето при тях са по-слаби отколкото при нетренираните лица.

Стойността на съотношението LF/HF е значително по-ниска при тренираните в сравнение с нетренираните (фиг. 17).



фиг. 17. LF/HF (Mean±SD) при спортисти и нетренирани през I фаза от теста; \* -  $p < 0.05$ .

Значително по-ниската стойност на съотношението LF/HF при тренираните също може да се интерпретира като признак за изместване на симпатиковагания баланс при спортистите към доминиране на парасимпатиковите и отслабването на симпатиковите влияния върху сърдечната дейност.

3. Показатели на ВСЧ при тренирани и нетренирани лица през фаза II на АОКТ. По време на ортостазата (II фаза на АОКТ) не се установяват статистически разлики между времевите и честотните показатели при двете групи (табл. 2).

Таблица 2

Стойности на Mean HR и на времевите и честотните показатели на ВСЧ при спортисти и нетренирани през фаза II на теста (Mean $\pm$ SD)

	спортисти	нетренирани
<b>Mean HR</b>	82.20 $\pm$ 11.29	90.39 $\pm$ 11.92
<b>Mean RR (ms)</b>	747.56 $\pm$ 106.47	677.65 $\pm$ 86.23
<b>SDNN (ms)</b>	51.13 $\pm$ 16.04	44.45 $\pm$ 17.42
<b>RMSSD (ms)</b>	25.10 $\pm$ 11.26	20.28 $\pm$ 7.92
<b>pNN50%</b>	7.07 $\pm$ 9.25	3.31 $\pm$ 3.23
<b>LF (ms<sup>2</sup>)</b>	1640.42 $\pm$ 1276.88	1118.44 $\pm$ 661.26
<b>HF (ms<sup>2</sup>)</b>	334.25 $\pm$ 355.10	275.57 $\pm$ 246.99
<b>LF (n.u.)</b>	80.64 $\pm$ 18.44	80.20 $\pm$ 9.94
<b>HF(n.u.)</b>	19.36 $\pm$ 18,44	19.79 $\pm$ 9.94
<b>LF/HF</b>	9.22 $\pm$ 7.80	5.53 $\pm$ 3.56

Сравнително продължителното пребиваване в право положение през фаза II на АОКТ може да се разглежда като прекалено мощно въздействие върху вегетативната сърдечна регулация - силните вегетативни стимули заличават разликите между показателите на ВСЧ при двете групи, установени в изходното легнало положение. Този ефект е особено добре изразен при стойностите на LF (n.u.) и HF (n.u.), които са почти еднакви при спортистите и нетрениранираните.

4. Показатели на ВСЧ при тренирани и нетренирани лица през фаза III на АОКТ. По време на клиностазата (III фаза на АОКТ) не се установяват статистически разлики между времевите и честоните показатели при двете групи с изключение на Mean HR, и Mean RR (ms) (табл. 3).

Таблица 3

Стойности на Mean HR и на времевите показатели на ВСЧ при спортисти и нетренирани през фаза III на теста (Mean±SD); \*\* -  $p<0.001$ .

	спортисти	нетренирани
Mean HR	51.23±4.30	62.54±8.28**
Mean RR (ms)	1183.91±98.61	981.68±139.56**
SDNN (ms)	70.51±22.99	64.75±29.01
RMSSD (ms)	82.14±30.25	66.71±45.37
pNN50%	51.28±20.51	35.95±23.52
LF (ms <sup>2</sup> )	1436.02±1032.79	1385.29±1406.38
HF(ms <sup>2</sup> )	2451.12±1653.78	2043.51±2111.75
LF (n.u.)	36.19±12.74	43.54±12.72
HF (n.u.)	63.81±12.74	56.46±12.72
LF/HF	0.62±0.30	0.88±0.52

Липсата на разлики във ВСЧ между двете групи през фази II и III на АОКТ може да се интерпретира като заличаване на фините адаптационни промени във ВНС, налични в покой при спортистите, от прекалено изразените компенсаторни реакции, които възникват по време на двукратната промяна в положението на тялото. Тези резултати дават основание да се заключи, че параметрите на ВСЧ, получени в условията на ортостаза и клиностаза с продължителност от 8 минути не дават допълнителна информация по отношение на особеностите на вегетативната сърдечна регулация на спортисти в сравнение с нетренирани лица.

### **ВСЧ в условията на дишане със спонтанна и контролирана честота при спортисти и нетренирани лица (Задача 3)**

Максималната кислородна консумация при тренираните спортисти и нетренираните лица беше съответно 57.55±11.54 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> и 35.80±7.78 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, като разликата е статистически значима ( $p<0.001$ ). Mean BR в покой на тренираните лица беше 12.5±2.1, а на нетренираните - 13.5±1.8 вдишвания/мин, като липсва статистическа разлика.

*1. Разлики в показателите на ВСЧ между тренирани спортисти и нетренирани лица в условията на дишане със спонтанна и контролирана*

дихателна честота. Резултатите от статистическите анализи са представени в таблици 4, 5, 6, 7.

Таблица 4

Стойности на времевите показатели на ВСЧ при спортисти и нетренирани в условията на дишане със спонтанна честота ( $Mean \pm SD$ );

\* -  $p < 0.05$ .

	спортисти	нетренирани
<b>Mean HR</b>	57.08 $\pm$ 6.63	70.29 $\pm$ 8.33*
<b>Mean RR (ms)</b>	1068.69 $\pm$ 121.44	868.66 $\pm$ 109.19*
<b>SDNN (ms)</b>	66.08 $\pm$ 19.38	52.20 $\pm$ 19.56
<b>RMSSD (ms)</b>	62.24 $\pm$ 17.80	43.67 $\pm$ 21.16*
<b>pNN50%</b>	40.21 $\pm$ 16.23	22.18 $\pm$ 18.63*

Таблица 5

Стойности на спектралните показатели на ВСЧ при тренирани и нетренирани в условията на дишане със спонтанна честота ( $Mean \pm SD$ )

	спортисти	нетренирани
<b>LF (ms<sup>2</sup>)</b>	1233.59 $\pm$ 873.18	1105.13 $\pm$ 795.30
<b>HF (ms<sup>2</sup>)</b>	1564.22 $\pm$ 754.84	1006.02 $\pm$ 770.32
<b>LF (n.u.)</b>	42.73 $\pm$ 16.38	53.48 $\pm$ 7.90
<b>HF (n.u.)</b>	57.27 $\pm$ 16.38	46.52 $\pm$ 7.90
<b>LF/HF</b>	0.88 $\pm$ 0.52	1.20 $\pm$ 0.34

Таблица 6

Стойности на времевите показатели на ВСЧ при тренирани и нетренирани в условията на контролирано дишане ( $Mean \pm SD$ ); \* -  $p < 0.05$ ,

\*\* -  $p < 0.001$ .

	спортисти	нетренирани
<b>Mean HR</b>	57.59 $\pm$ 6.83	72.44 $\pm$ 8.31**
<b>Mean RR (ms)</b>	1057.53 $\pm$ 120.52	841.01 $\pm$ 97.23**
<b>SDNN (ms)</b>	48.10 $\pm$ 16.88	42.92 $\pm$ 16.49
<b>RMSSD (ms)</b>	54.77 $\pm$ 19.45	39.71 $\pm$ 15.67
<b>pNN50%</b>	37.42 $\pm$ 17.06	18.42 $\pm$ 14.65*

Таблица 7.

Стойности на спектралните показатели на ВСЧ при тренирани и нетренирани в условията на контролирано дишане ( $Mean \pm SD$ ); \* -  $p < 0.05$ .

	спортисти	нетренирани
<b>LF (ms<sup>2</sup>)</b>	480.86 $\pm$ 24.85	417.29 $\pm$ 82.15
<b>HF (ms<sup>2</sup>)</b>	1294.51 $\pm$ 964.82	711.59 $\pm$ 559.12
<b>LF (n.u.)</b>	24.79 $\pm$ 13.10	38.51 $\pm$ 6.57*
<b>HF (n.u.)</b>	75.21 $\pm$ 13.10	61.49 $\pm$ 6.57*
<b>LF/HF</b>	0.37 $\pm$ 0.26	0.64 $\pm$ 0.18*

По време на дишане със спонтанна дихателна честота средната сърдечната честота при спортистите е значително по-ниска в сравнение с нетренираните лица, а стойността на Mean RR е по-голяма (табл. 4). При времевите показатели се установи статистически по-висока стойност на RMSSD и pNN50% при тренираните лица (табл. 4).

При SDNN и честотните показатели не се отчита статистически значима разлика между двете групи при дишане със спонтанна честота (табл. 4 и табл. 5).

Получените резултати потвърждава, че при спортистите вагусовите влияния върху сърдечната регулация в покой са по-силни, отколкото при лицата със заседнал начин на живот.

В условията на контролирано (ритмично) дишане с честота 0.25 Hz разликите по отношение на Mean HR и Mean RR между двете групи се запазват (табл.6).

При ритмично дишане стойността на pNN50% при спортистите е значително по-висока (табл. 6), докато при SDNN и RMSSD не се установява статистическа разлика.

При честотните показатели на ВСЧ се установи значително по-ниска стойност на LF (n.u.) при тренираните лица в сравнение с нетренираните (табл. 7). Стойностите на HF (n.u.) при тренираните са по-високи, а съотношението LF/HF е по-ниско (табл.7 ).

При ритмично дишане с честота 15 вдишвания/мин разлики във времевите показатели между тренирани и нетренирани се запазват. Забележителен е обаче ефектът на ритмичното дишане върху честотните показатели в нормализирани единици – за разлика от състоянието на спонтанно дишане, разликата във LF (n.u.) и HF (n.u.) между двете групи става статистически значима, както и разликата в съотношението LF/HF.



## 2. Промени в показатели на ВСЧ под влияние на ритмично дишане.

Резултатите от статистическите анализи са представени в таблици 8, 9, 10, 11.

Таблица 8

Стойности на времевите показатели на ВСЧ в условията на спонтанно и ритмично дишане при нетренираните лица ( $Mean \pm SD$ ); \* -  $p < 0.05$ .

	спонтанно	ритмично
<b>Mean HR</b>	70.29 $\pm$ 8.33	72.44 $\pm$ 8.31*
<b>Mean RR (ms)</b>	868.66 $\pm$ 109.19	841.01 $\pm$ 97.23*
<b>SDNN (ms)</b>	52.20 $\pm$ 19.56	42.92 $\pm$ 16.49*
<b>RMSSD (ms)</b>	43.67 $\pm$ 21.16	39.71 $\pm$ 15.67
<b>pNN50%</b>	22.18 $\pm$ 18.63	18.42 $\pm$ 14.65

Таблица 9

Стойности на спектралните показатели на ВСЧ в условията на спонтанно и ритмично дишане при нетренираните лица ( $Mean \pm SD$ ); \* -  $p < 0.05$ , \*\* -  $p < 0.001$ .

	спонтанно	ритмично
<b>LF (ms<sup>2</sup>)</b>	1105.13 $\pm$ 795.30	417.29 $\pm$ 82.15*
<b>HF (ms<sup>2</sup>)</b>	1006.02 $\pm$ 770.32	711.59 $\pm$ 559.12
<b>LF (n.u.)</b>	53.48 $\pm$ 7.90	38.51 $\pm$ 6.57**
<b>HF (n.u.)</b>	46.52 $\pm$ 7.90	61.49 $\pm$ 6.57**
<b>LF/HF</b>	1.20 $\pm$ 0.34	0.64 $\pm$ 0.18*

Таблица 10

Стойности на времевите показатели на ВСЧ в условията на спонтанно и ритмично дишане при спортистите ( $Mean \pm SD$ ); \* -  $p < 0.05$ .

	спонтанно	ритмично
<b>Mean HR</b>	57.08 $\pm$ 6.63	57.59 $\pm$ 6.83
<b>Mean RR (ms)</b>	1068.69 $\pm$ 121.44	1057.53 $\pm$ 120.52
<b>SDNN (ms)</b>	66.08 $\pm$ 19.38	48.10 $\pm$ 16.88*
<b>RMSSD (ms)</b>	62.24 $\pm$ 17.80	54.77 $\pm$ 19.45
<b>pNN50%</b>	40.21 $\pm$ 16.23	37.42 $\pm$ 17.06

Таблица 11

Стойности на спектралните показатели на ВСЧ в условията на спонтанно и ритмично дишане при спортистите ( $Mean \pm SD$ ); \* -  $p < 0.05$ .

	спонтанно	ритмично
<b>LF (<math>ms^2</math>)</b>	1233.59 $\pm$ 873.18	480.86 $\pm$ 24.85*
<b>HF (<math>ms^2</math>)</b>	1564.22 $\pm$ 754.84	1294.51 $\pm$ 964.82
<b>LF (n.u.)</b>	42.73 $\pm$ 16.38	24.79 $\pm$ 13.10
<b>HF (n.u.)</b>	57.27 $\pm$ 16.38	75.21 $\pm$ 13.10
<b>LF/HF</b>	0.88 $\pm$ 0.52	0.37 $\pm$ 0.26*

В групата на нетренираните лица ритмичното дишане предизвиква нарастване на Mean HR и намаляване на Mean RR в сравнение със спонтанното дишане (табл. 8). От времевите показатели съществена промяна има само в SDNN, чиято стойност намалява по време на ритмичното дишане ( $p < 0.05$ ).

Стойностите на LF ( $ms^2$ ), LF (n.u.) и съотношението LF/HF са по-ниски при ритмично дишане в сравнение с дишането със спонтанна честота, докато HF (n.u.) нараства (табл. 8).

Получените резултати от сравнението на показателите на ВСЧ при спонтанно и ритмично дишане в групата на нетренираните лица потвърждават данните от литературата, че ритмичното дишане се отразява върху ВСЧ и особено върху HF.

В групата на спортистите стойностите на SDNN, LF ( $ms^2$ ) и LF/HF са значително по-ниски по време на ритмичното дишане, отколкото при спонтанно дишане (табл. 10).

Контролираното дишане не предизвиква промени в Mean HR, Mean RR, RMSSD, pNN50%, HF ( $ms^2$ ), HF (n.u.) и LF (n.u.) при спортистите. Тези резултати показват, че при тренирани лица влиянието на ритмичното дишане върху ВСЧ е значително по-ограничено.

#### **ВСЧ в покой при три групи футболисти (Задача 4)**

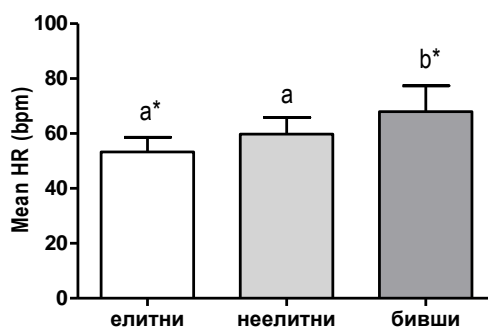
Стойността на работния капацитет на елитните футболисти е значително по-висока в сравнение със стойностите на неелитните футболисти и бившите играчи (табл. 12)

Таблица 12

Стойности на PWC170 при трите групи футболисти (Mean $\pm$ SD); еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлика, а различните – наличие на такава ( $p<0.005$ )

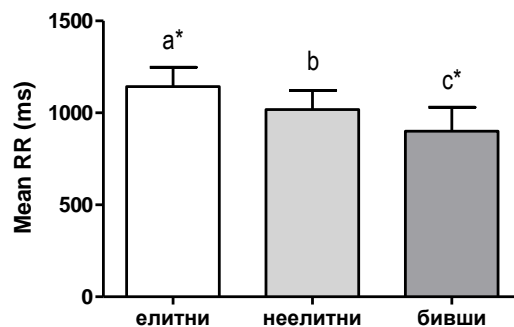
	PWC170 (kgm.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )
<b>елитни</b>	18.37 $\pm$ 2.17 <sup>a</sup>
<b>неелитни</b>	15.92 $\pm$ 1.80 <sup>b</sup>
<b>бивши</b>	15.23 $\pm$ 2.78 <sup>b</sup>

Средната сърдечна честота mean HR е значително по-ниска при елитните и трениращите в сравнение с бившите ( $p<0.05$ ); между елитни и трениращи няма статистическа разлика, но все пак при елитните футболисти средната сърдечна честота е по-ниска (фиг. 38).



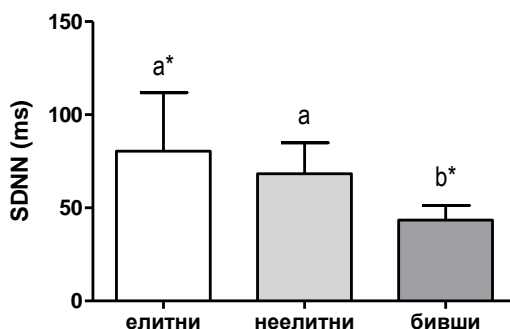
фиг. 38. Разлики в Mean HR (Mean $\pm$ SD) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлика, а различните – наличие на такава ( $p<0.05$ , \* -  $p<0.001$ ).

Средната дължина на RR интервалите, mean RR, е статистически различна ( $p<0.05$ ) между трите групи, като показателят е най-голям при елитните футболисти, а най-малък – при бившите (фиг. 39).



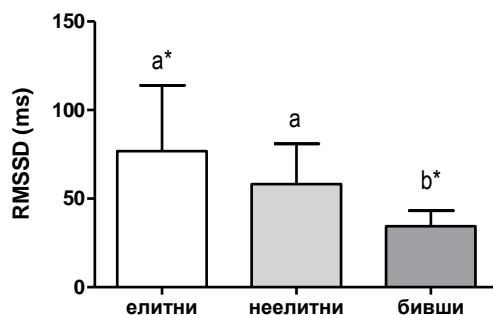
фиг. 39. Разлики в Mean RR ( $Mean \pm SD$ ) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ , \* -  $p < 0.001$ ).

Показателят SDNN има значително по-висока стойност при елитните и трениращите в сравнение с бившите ( $p < 0.05$ ); между елитни и трениращи няма статистическа разлика, но все пак при елитните показателят е по-висока (фиг. 40).



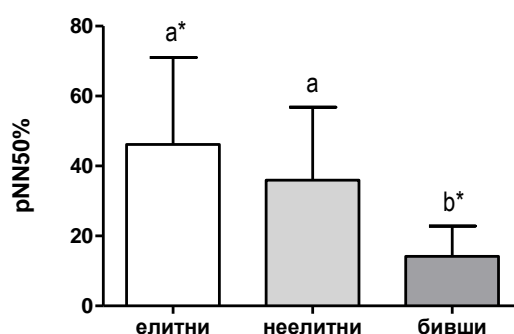
фиг. 40. Разлики в SDNN ( $Mean \pm SD$ ) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ , \* -  $p < 0.001$ ).

Показателят RMSSD има значително по-висока стойност при елитните и трениращите в сравнение с бившите ( $p < 0.05$ ), като между елитни и трениращи не се отчита статистическа разлика (фиг. 41). Все пак при елитните футболисти RMSSD е по-висок.



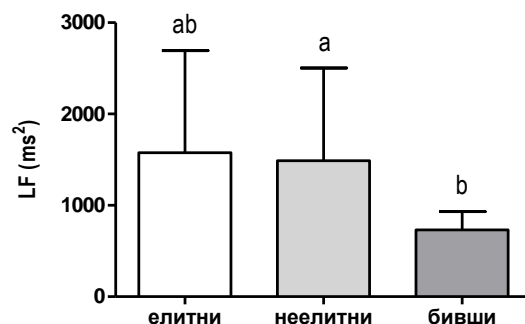
фиг. 41. Разлики в RMSSD (Mean±SD) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ , \* -  $p < 0.001$ ).

По отношение на pNN50% статистическият анализ показва, че този показател значително по-висок при елитните и неелитните футболисти в сравнение с бившите ( $p < 0.05$ ). Между елитни и неелитни няма статистическа разлика, но показателят е по-висок при елитните (фиг. 42).



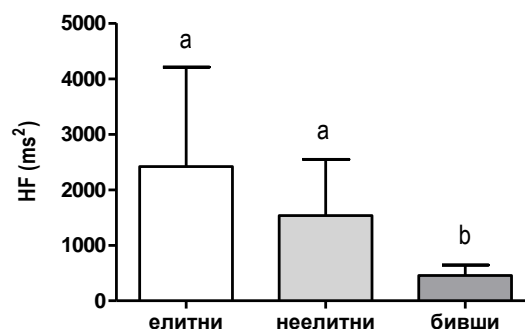
фиг. 42. Разлики в pNN50% (Mean±SD) между трите групи футболисти еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ , \* -  $p < 0.001$ ).

Ниските честоти, изразени в абсолютни единици, LF ( $\text{ms}^2$ ), са по-високи при трениращите футболисти в сравнение с бившите ( $p < 0.05$ ). Между елитни и бивши, и между елитни и трениращи няма статистическа разлика (фиг. 43).



фиг. 43. Разлики в LF ( $ms^2$ ) ( $Mean \pm SD$ ) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ ).

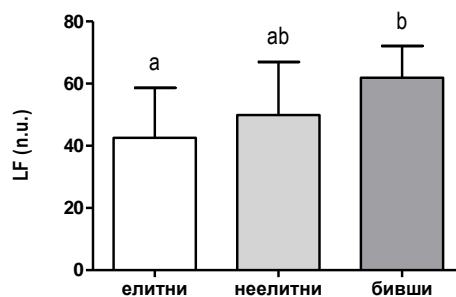
Високите честоти, изразени в абсолютни единици, HF ( $ms^2$ ) са значително по-високи при елитните футболисти в сравнение с бившите и по-висока при трениращите в сравнение с бившите ( $p < 0.05$ ), (фиг. 44).



фиг. 44. Разлики в HF ( $ms^2$ ) ( $Mean \pm SD$ ) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ ).

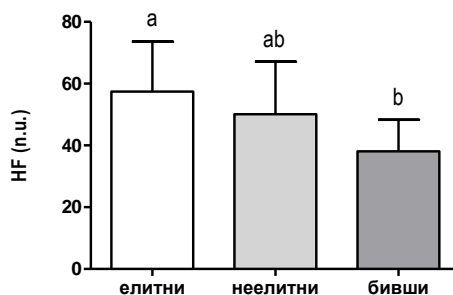
Значително по-големите стойности на RMSSD, pNN50% и HF ( $ms^2$ ) при двете групи активни футболисти, показват по-изразени парасимпатикови влияния върху сърдечната честота в сравнение с групата на бившите играчи.

Показателят LF (n.u.) е значително по-нисък при елитните футболисти в сравнение с бившите (фиг. 45). Този резултат показва наличието на по-слаби симпатикови влияния в покой при елитните футболисти.



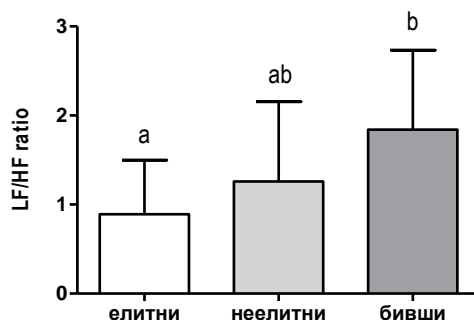
фиг. 45. Разлики в LF (n.u.) (Mean±SD) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ ).

Стойността на HF (n.u.) е значително по-висока при елитните в сравнение с бившите футболисти (фиг. 46). Този резултат показва по-изразени парасимпатикови въздействия върху сърдечната регулация при елитните играчи.



фиг. 46. Разлики в HF (n.u.) (Mean±SD) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ ).

Съотношението LF/HF е значително по-ниско при елитните в сравнение с бившите футболисти (фиг. 47), което отразява промяната в симпатиковагалния баланс при тези спортисти, изразяваща се в отслабени симпатикови и усилен парасимпатикови въздействия върху сърдечната регулация.



фиг. 47. Разлики в съотношението  $LF/HF$  ( $Mean \pm SD$ ) между трите групи футболисти; еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлики, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ ).

## ИЗВОДИ

1. Чрез анализ на ВСЧ се установиха съществени разлики във времевите и честотните показатели в състояние на покой между спортисти и нетренирани лица. Тези разлики показват изместване на симпатовагалия баланс при спортистите към доминиране на парасимпатиковите въздействия върху сърдечната честота, съчетано с по-слаби симпатикови въздействия. Състоянието на покой създава условия, при които измерването на ВСЧ дава надеждни данни относно особеностите на вегетативната сърдечна регулация при спортисти в сравнение с нетренирани лица.

2. Потвърждават се промените в параметрите на ВСЧ в условията на ортостаза (II фаза на АОКТ), изразяващи се в нарастване на ниските честоти и намаляване на високите честоти.

3. Промените във ВСЧ по време на II фаза на АОКТ показват намаляване на парасимпатиковата активност, придружено с увеличаване на симпатиковата активност, поради което ортостазата с продължителност от 8 минути може да се определи като фаза на парасимпатиково отслабване на вегетативните регулаторни влияния.

4. Промените във ВСЧ по време на III фаза на АОКТ се характеризират с увеличаване на парасимпатиковата активност, съчетано с намаляване на симпатиковата активност. Поради данните, че парасимпатиковите влияния върху сърдечната честота в III фаза са по-изразени в сравнение с изходното състояние на покой, клиностазата с продължителност от 8 минути може да се определи като фаза на парасимпатиково усилване на вегетативните регулаторни влияния.



5. Динамиката на парасимпатиковите параметри на ВСЧ представлява основна характеристика на целия тест. Установените последователни промени във ВСЧ по време на представения АОКТ позволяват комплексен подход за изследване на вегетативната сърдечна регулация и особено на вагусовите влияния.

6. В условията на двукратна промяна в положението на тялото не се отчитат съществени разлики в показателите на ВСЧ между спортисти и нетренирани лица, като този резултат може да се обясни със значително по-комплексната вегетативна регулация през активните фази на АОКТ.

7. Анализът на ВСЧ показва, че установените разлики във вегетативната сърдечна регулация между тренирани и нетренирани лица се проявяват както при дишане със спонтанна честота, така и при контролирано дишане с честота 0.25 Hz.

8. Честотните показатели на ВСЧ показват, че разликите във вегетативната сърдечна регулация между тренирани и нетренирани лица са по-изразени при контролирано дишане.

9. Контролираното дишане не влияе парасимпатиковите времеви параметри както при спортисти, така и при нетренирани лица.

10. Потвърждават се данните, че контролираното дишане влияе върху спектралните параметри на ВСЧ.

11. Влиянието на контролираното дишане върху ВСЧ е по-слабо при спортисти в сравнение с нетренирани лица, което е признак за усилване на парасимпатиковите влияния в групата на тренираните.

12. Честотните параметри на ВСЧ показват по-изразени парасимпатикови влияния върху сърдечната честота при елитни футболисти в сравнение с бивши футболисти.

13. При елитните футболисти ВСЧ показва по-слаби симпатикови влияния върху сърдечната регулация в сравнение с бившите играчи.

14. Времевите параметри на ВСЧ показват по-изразена вагусова активност в покой при трениращи футболисти в сравнение с бивши играчи.

### ***Приноси***

1. Изследвана е за първи път динамиката на ВСЧ по време на АОКТ с две активни фази с продължителност от 8 минути, като се установиха следните по-съществени резултати с приносен характер:

а. По време на II фаза на теста (осемминутна ортостаза) се наблюдава намаляване на времевите парасимпатикови параметри, съчетано с отслабване на общата вариабилност.

б. По време на III фаза на теста (осемминутна клиностаза) се предизвиква нарастване на парасимпатикови параметри до стойности, надвишаващи изходните.

в. По време на III фаза на теста (осемминутна клиностаза) се предизвиква намаляване на симпатикови параметри до стойности, по-ниски от изходните.

2. Анализирано е влиянието на двукратна последователна промяна в положението на тялото върху ВСЧ при тренирани и нетренирани лица. В резултат са установени условията, при които параметрите на ВСЧ позволяват надеждно отчитане на особеностите на вегетативната сърдечна регулация при спортисти в сравнение с нетренирани лица.

3. Установени са нови данни относно влиянието на дишането върху показателите на ВСЧ при тренирани и нетренирани лица, които показват че:

а. В условията на ритмично дишане разликите в спектралните параметри на ВСЧ между спортисти и нетренирани лица са по-изразени

б. Ритмичното дишане има ограничено влияние върху времевите параметри на ВСЧ при тренирани и нетренирани лица.

в. Ритмичното дишане има по-ограничено влияние върху ВСЧ при спортисти

4. Получени са нови данни относно ВСЧ при футболисти, които позволяват разграничаването на особеностите във вегетативната сърдечна регулация при представители на спорт със смесена физиологична характеристика.

## ***Препоръки***

Направените изводи създават основа за приложението на ВСЧ в спортната практика, тъй като показват, че този метод позволява добиването на съществена информация относно промените във ВНС при спортисти.

1. Показателите на ВСЧ могат да се използват като допълнителни критерии относно влиянието на практикуването на спорт върху сърдечносъдовата система и нейната регулация.

2. Методът на ВСЧ се препоръчва за изследване на особеностите на вегетативната сърдечна регулация както при представители на спортове за издръжливост, така и при представители на спортове със смесена физиологична характеристика.

3. За целите на практическото приложение на ВСЧ, както и за целите на бъдещи изследвания на спортисти чрез този метод, се предлага използването на апаратурата и софтуера, описани в настоящата дисертация, при спазване на посочените условия за запис и обработка на

RR интервалите. Важно практическо предимство на метода е използването на достъпни и широко разпространени монитори на сърдечната честота и на утвърден безплатен софтуер.

4. При тренирани спортисти може да се препоръча като стандарт изследването на краткотрайната ВСЧ само в покой.

5. При нетренирани лица е необходимо ВСЧ да се изследва както при спонтанно, така и при ритмично дишане с честота 0.25 Hz.

6. При спортисти, ако дихателната честота е във физиологичните граници, не е задължително изследването на ВСЧ при ритмично дишане.

7. При сравнителни изследвания на показателите на ВСЧ при тренирани и нетренирани лица, за подчертаване на разликите във вегетативната сърдечна регулация, е подходящо записът на RR интервалите за целите на спектралния анализ да се извършва както при спонтанно, така и при ритмично дишане.

8. За бъдещи научни изследвания относно разширяване на приложението на ВСЧ в спортната практика се предлага извършването на лонгитудинални изследвания на спортисти в условията на АОКТ, особено при състояния, свързани с нарушения в невровегетативната регулация.

***Публикации във връзка с дисертацията:***

1. Сомлев, П. (2011). Промени във времевите показатели на вариабилността на сърдечната честота под влияние на ритмично дишане при тренирани и нетренирани лица. Спорт и Наука, брой 3, 51-56
2. Somlev, P. (2012). The effects of paced breathing on spectral parameters of heart rate variability in athletes and untrained controls. Scripta Scientifica Medica, volume 44(1), Supplement 1, 85-88
3. Somlev, P., Uzunova, G., Pavlova, E. (2012). Heart rate variability at rest in elite and former soccer players. Scripta Scientifica Medica, volume 44(1), Supplement 1, 89-91
4. Somlev, P. (2012). Influence of active clinostatic test on spectral indices of heart rate variability in trained and untrained subjects. Proceeding Book XVI International Scientific Congress "Olympic Sport and Sport for All" and VI International Scientific Congress "Sport, Stress, Adaptation", Sport & Science Extra Issue, 440-441

***Публикувани резюмета във връзка с дисертацията:***

1. Somlev, P., Uzunova, G and Pavlova, E. Heart rate variability at rest in soccer players with different training status. [abstract]. Book of abstracts, 15th annual Congress of the European College Of Sport Science, 23rd-26th June ECSS Antalya 2010 – Turkey, 587-588
2. Somlev, P. Heart rate variability in athletes and sedentary controls during active orthostatic test. [abstract]. Book of abstracts, 17th annual Congress of the European College Of Sport Science, 4-7th July ECSS Bruges 2012 – Belgium, p. 550

***Участия в международни конгреси:***

1. Somlev, P., Uzunova, G. and Pavlova, E. Heart rate variability at rest in soccer players with different training status. 15th annual Congress of the European College Of Sport Science, Antalya, Turkey, 23rd-26th June 2010
2. Somlev, P. Influence of active clinostatic test on spectral indices of heart rate variability in trained and untrained subjects. VI International Scientific Congress "Sport, Stress, Adaptation", 2012
3. Somlev, P. Heart rate variability in athletes and sedentary controls during active orthostatic test. 17th annual Congress of the European College Of Sport Science, Bruges, Belgium, 4-7th July 2012