

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ
„ВАСИЛ ЛЕВСКИ”**

КАТЕДРА „ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ”

д-р ЛЮБОМИР АСЕНОВ ПЕТРОВ

**НЕИНВАЗИВНИ БИОХИМИЧНИ МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА
СЪСТЕЗАТЕЛЕН СТРЕС ПРИ КОЛЕКТИВНИ И ИНДИВИДУАЛНИ
СПОРТОВЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователна научна степен „ДОКТОР”

София 2014

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ”
КАТЕДРА „ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ”

д-р ЛЮБОМИР АСЕНОВ ПЕТРОВ

**НЕИНВАЗИВНИ БИОХИМИЧНИ МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА
СЪСТЕЗАТЕЛЕН СТРЕС ПРИ КОЛЕКТИВНИ И ИНДИВИДУАЛНИ
СПОРТОВЕ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**на дисертационен труд за присъждане на образователна научна степен
„ДОКТОР”**

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

Научен ръководител:

доц. Албена Александрова, доктор

Официални рецензенти:

Проф. Вихрен Бачев, доктор

Проф. Доротея Стефанова, доктор

София 2014

Дисертационният труд съдържа 192 стандартни машинописни страници. Онагледен е с 18 таблици и 65 фигури. Библиографията включва 255 литературни източници, от които 11 на кирилица и 244 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 27.01.2015 г. от 13:00 часа в зала А3 на НСА „Васил Левски“, София.

УВОД

Стресът е един от най-дискутираните проблеми на съвременното и един от основните фактори в патогенезата на най-разпространените заболявания: хипертония, атеросклероза, диабет, които формират около половината от причините за смърт.

Спортната теория и практика през последните години са тясно свързани с проблемите на стреса и адаптацията като неотменни компоненти на тренировъчния и състезателния процес.

Конкуренцията, голямото значение на резултатът от състезанието за спортистите, треньорите и съотборниците предизвикват различни стресови ситуации при спортистите.

За целите на спортната практика са необходими лесно достъпни, експресно-информативни, теренни, неинвазивни методи, резултатите от които да подпомагат дейността на спортните педагози и спортните психолози. През последните години, все по-голяма значимост в изследванията на спортния стрес придобиват неинвазивните методи. Перспективни в това отношение са активността на алфа-амилаза, концентрацията на протеин, K^+ и Na^+ в слюнката. В научната литература вече са описани методи и апарати за експресно определяне на тези параметри, но тяхната интерпретация за целите на спортната практика е все още слабо разработена област.

В такова направление е ориентирана настоящата разработка. Именно към апробиране на подходящи методики за определяне на активността на алфа-амилазата, концентрацията на протеин, концентрацията на K^+ и Na^+ в слюнката, натрупването на данни и опит за тяхната коректна интерпретация при оценката на състезателния стрес.

РАБОТНА ХИПОТЕЗА, ЦЕЛ, ЗАДАЧИ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Работна хипотеза

Състезателният стрес, неговите разновидности и степен на изява, могат да бъдат оценявани чрез използване на неинвазивни биохимични, физиологични и психологични изследователски методи.

Цел на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е да се установят възможностите на определени физиологични (HRV) и биохимични (активност на sAA, концентрация на протеин и електролити в слюнка) показатели, получени чрез неинвазивни изследователски методи, да отразяват адекватно спецификата на състезателния стрес при състезатели от индивидуални и колективни спортове.

Задачи на изследването

1. Проучване на промените във физиологични и биохимични показатели, получени чрез неинвазивни методи при експериментален състезателен стрес при състезатели трениращи индивидуални спортове с минимална физическа активност: стрелба и шахмат.
2. Проучване на промените във физиологични и биохимични показатели, получени чрез неинвазивни методи при експериментален състезателен стрес със сведена до минимум физическа активност при състезатели от колективни спортове: хандбал и волейбол.
3. Проучване на промените във физиологични и биохимични показатели, получени чрез неинвазивни методи при реален предсъстезателен стрес при състезатели от индивидуални и колективни спортове: бокс и художествена гимнастика.

Анализ и сравнение на промените в изследваните физиологични и биохимични показатели като база за оценка на състезателния стрес.

Методика на изследването

Обект на изследването: физиологични и биохимични промени в организма на състезатели при стрес.

Предмет на изследването: физиологични и биохимични показатели, получени чрез неинвазивни методи при експериментален и реален състезателен стрес.

Субект на изследването: бяха изследвани общо 61 лица. С цел да бъде отчетено влиянието на пола и възрастта бяха включени 48 мъже и 13 жени и девойки на различна възраст (в диапазон от 12 до 55), състезатели от различни видове спорт:

Стрелба: 12 състезатели (3 жени и 9 мъже) на възраст между 14 и 19 години.

Шахмат: 6 шахматисти с ЕЛО коефициент между 2150 и 2450, на възраст от 21 до 55 години и спортен стаж от 37 до 10 години.

Хандбал: 12 състезатели от мъжкия отбор на НСА „Васил Левски” на възраст от 16 до 23 години и среден спортен стаж 7.5 ± 3.71 години.

Волейбол: 10 волейболисти от студентския отбор на НСА „Васил Левски“ на възраст от 21 до 27 години и среден спортен стаж - 9 години и 8 месеца.

Бокс: 11 състезатели от отбора на НСА „Васил Левски“, мъже на възраст от 19 до 23 години и среден спортен стаж 7.5 години, участници в републиканското първенство през 2011 година, град Плевен.

Художествена гимнастика: 10 състезателки от два ансамбъла по художествена гимнастика от спортен клуб „Левски-Триадица”, участнички в „Държавно първенство - ансамбли”, София, 9-10 ноември 2013 год. Ансамбъл „Жени” - 5 състезателки на възраст от 15 до 17 години и ансамбъл „Девойки старша възраст“ (ДСВ) - 5 момичета на възраст от 13 до 14 години.

Биологичен материал

От състезателите се вземаха проби от слюнка със саливети с памучен тампон, производство на Sarstedt AG&Co, Нюрмбрехт, Германия. Саливетите се центрофугираха на 1000 g и полученият материал се съхраняваше на -20°C .

Изследване на сърдечната честота и вариативността на сърдечната честота

Сърдечният ритъм се записваше през цялото време на експериментите с кардиотелеметрична система TEMEO, производство на фирма “Security Solutions Institute”, България, патент 1375/2010 г. Апаратите на системата записваха R-R интервалите с точност 1 ms и физическата активност на всяка секунда чрез вграден тридименсионален акселерометър. Получената информация на всеки 5 минути се предава чрез GSM комуникация в изследователски сървър. Автоматично се изчисляваха минималната (HRmin), средната (HRavg) и максималната (HRmax)

сърдечни честоти. HRmin и HRmax се определяха като усреднената сърдечна честота на 10 секундните периоди в рамките на 5-минутния запис, съответно с най-малка и с най-голяма фреквенция, а HRavg е усреднената сърдечна честота за целия 5-минутен период. Изчисляваха се и следните показатели на вариативността на сърдената честота:

- Стандартното отклонение на всички нормални RR интервали (NN интервали) – (SDNN, Standard Deviation of Normal-to-Normal intervals)
- Квадратен корен от средната стойност на квадратите на разликите между съседните RR интервали - (rMSSD, root Mean Square of Successive Differences)

Биохимични методи

За извършване на биохимичните анализи се използваха китове:

- кит за определяне на активността на алфа амилаза: Alfa-amylase Colorimetric test, REF E12 218A, продукт на ЕМАРОЛ, Гданск, Полша.
- кит за определяне на концентрацията на белтък: Total Protein liquicolor, REF 10570, продукт на HUMAN Gesellschaft fur Biochemica und Diagnostica mbH, Висбаден, Германия;
- кит за определяне на концентрацията на калий: Potassium liquirapid, REF 10118, продукт на HUMAN Gesellschaft fur Biochemica und Diagnostica mbH, Висбаден, Германия
- кит за определяне на концентрацията на натрий: Sodium Rapid, REF 573351, продукт на HUMAN Gesellschaft fur Biochemica und Diagnostica mbH, Висбаден, Германия;

Психологически тестове

- Тест за оценка на тревожността на Спилбъргър (STAI - форма Y – STAI-Y (Spielberger et al. 1980; Spielberger & Vagg 1984), българска адаптация от Щетински и Паспаланов (Щетински & Паспаланов 1989).
- Тест за изследване на личностната спортна увереност на Vealey (1986), българска адаптация от Желязкова-Койнова и Савчева (Желязкова & Савчева 2008) от 13 айтема.
- Тест за изследване на ситуативната спортна увереност, съставен специално за изследването, като отразява спецификата на моделирания експеримент, но този

метод може да бъде успешно приложен и за изследване на предсъстезателната спортна увереност.

Статистическата обработка на резултатите

Използван е статистически пакет SPSS19. Приложени са вариационен и корелационен анализ, а за проверка на статистическата достоверност на получените разлики в средните стойности t-критерия на Student за зависими извадки. Навсякъде в текста дисперсията на средните стойности е представена със стандартно отклонение (\pm SD), а в графиките със стандартната грешка (\pm SE).

ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗИ

Експериментален състезателен стрес при състезатели трениращи индивидуални спортове с минимална физическа активност: стрелба и шахмат

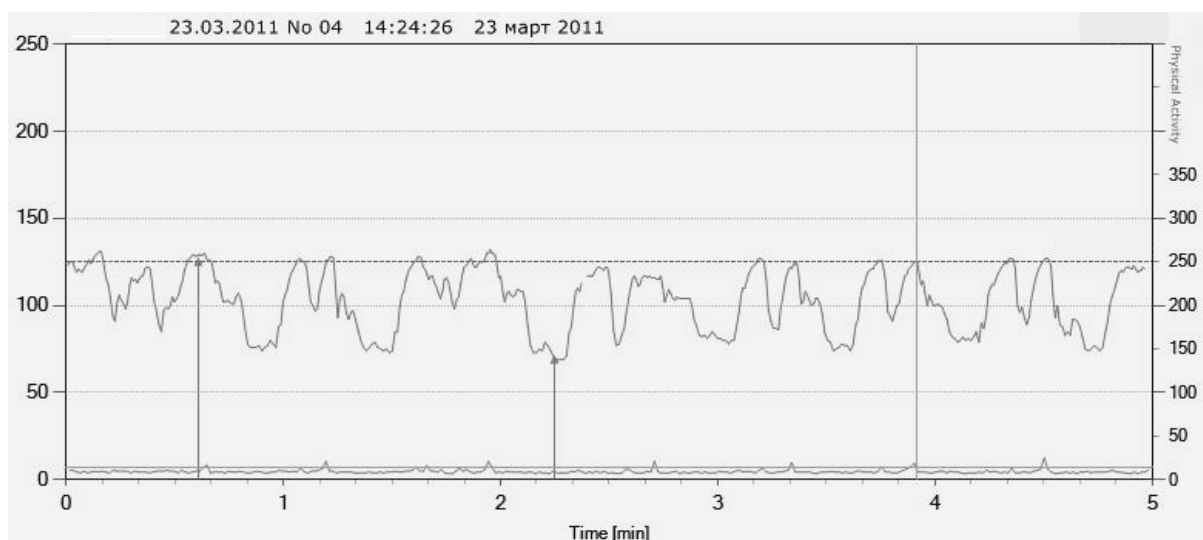
Стрелба

Организация на изследването

Дванадесет състезатели по стрелба бяха разделени в две групи: пневматична пушка - 5 състезателя (2 жени и 3 мъже) номерирани от 1 до 5 и пневматичен пистолет - 7 състезатели (1 жена и 6 мъже), номерирани от 6 до 12. В двете дисциплини се проведе турнир, като всеки състезател изпълни 20 изстрела от дистанция 10 метра за време 30 минути. За създаване на допълнителна мотивация беше обявен награден фонд за участниците в турнирите – 60 лв. за първо място и 40 лв. за второ. Преди турнирите състезателите попълниха теста за спортна ситуативна увереност. По време на експеримента с телеметрична система TEMEO се отчиташе сърдечната дейност и се записваше физическата активност на всяка секунда чрез вграден акселерометър. Автоматично се изчисляваха HRmin, HRavg, HRmax и rMSSD. Непосредствено преди и след турнира със саливети се вземаха проби от слюнка. В слюнката беше определена концентрацията на Na^+ , K^+ , общ белтък и активността на sAA.

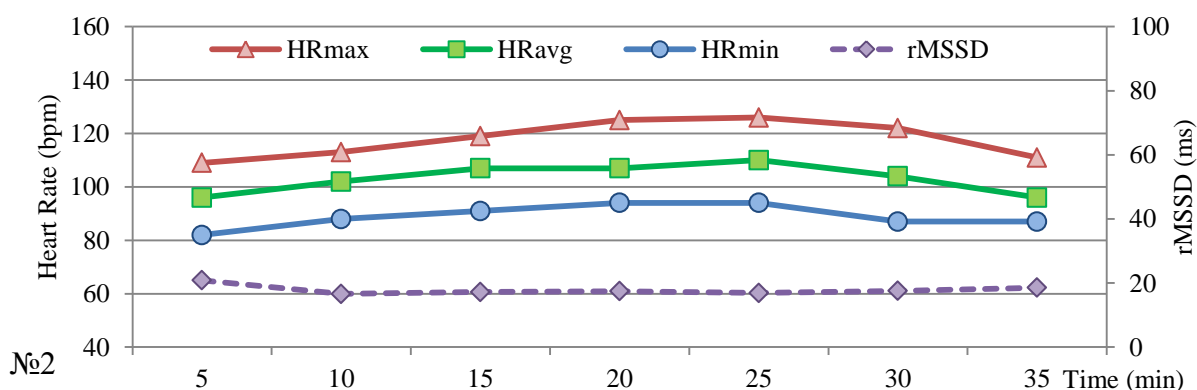
Резултати

Сърдечният ритъм по време на състезанията показва големи циклични колебания, с период покриващ изпълнението на един изстрел (около 30 секунди). Колебанията съвпадат с фазите на дълбоко дишане при стрелба. Моментът на изстрела се регистрира като малък пик на акселерограмата. Разликите между HRmin и HRmax в периодите достига до 25- 30 bpm (Фиг. 1).



Фиг. 1 Запис на сърдечния ритъм от 15-та до 20-та минута (по-горната линия – лява координатна ос) при победителката в турнира на пневматична пушка (опитно лице №4). Наблюдават се характерни колебания в сърдечната честота (с формата на буква „М“). Долната линия (дясна координатна ос) представлява акселерометричната крива, малките пикове регистрират моментите на произвеждане на изстрелите.

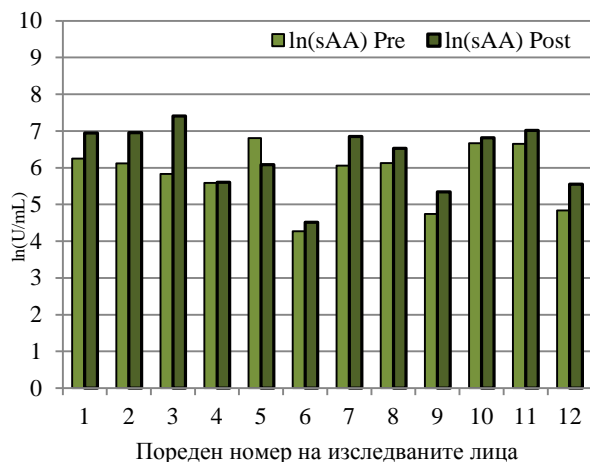
На Фиг. 2 са представени промените в HRmin, HRavg, HRmax и rMSSD в хода на експеримента при състезател №2 в турнира на въздушна пушка.



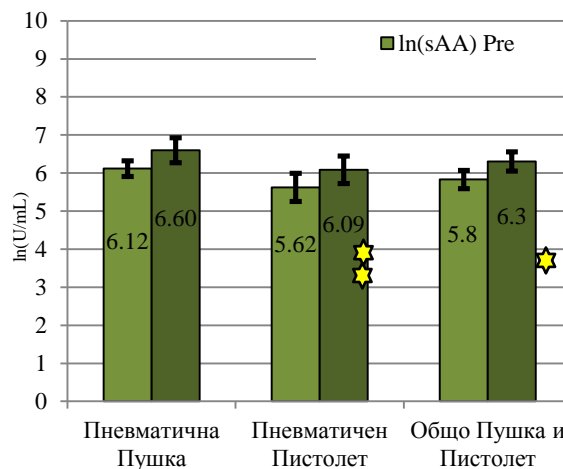
Фиг. 2 HRmin, HRavg, HRmax и rMSSD в хода на експеримента при състезател №2 в турнира на въздушна пушка.

Индивидуалните стойности на активността на слюнчената алфа-амилазата са в рамките 4.3 – 6.8 ln(U/mL) преди състезанието и от 4.5 до 7.4 ln(U/mL) след това (Фиг. 3). Наблюдава се повишена ензимна активност след състезанието с изключение при

опитни лица №4 и №5. Достоверни разлики се установяват при състезателите в дисциплината въздушен пистолет и общо за всички състезатели (Фиг. 4).

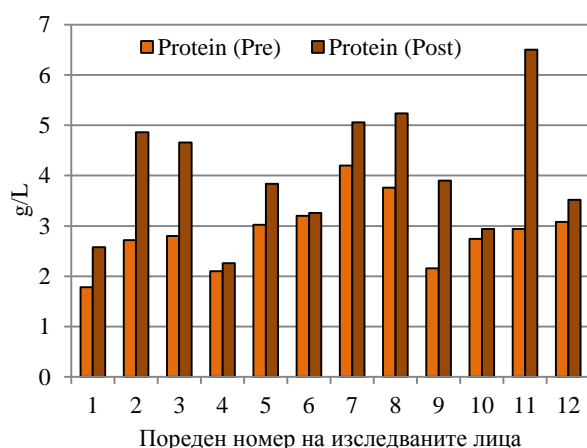


Фиг. 3 Активност на алфа-амилазата в слюнка при състезателите, преди и след турнирите.

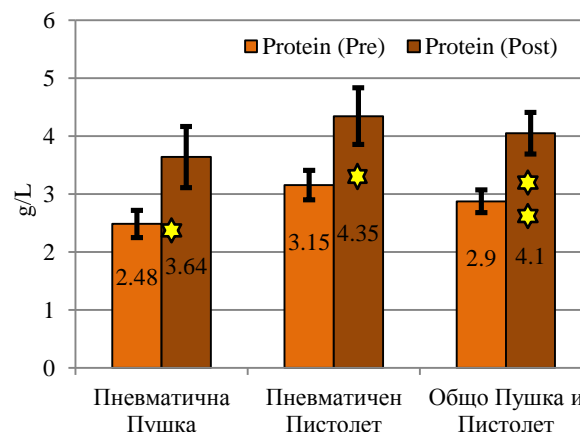


Фиг. 4 Активност на sAA преди и след турнирите по отделно за двете дисциплини и общо за всички състезатели; (*) $p < 0.05$, (**) $p < 0.01$ - спрямо изходното ниво.

Стойностите на концентрацията на протеин в слюнката се движат в рамките 1.8 – 4.2 g/L преди турнирите и от 2.3 до 6.6 g/L след състезанията. При всички състезатели има увеличение при вторите проби (Фиг. 5). Покачването на средните стойности след приключване на състезанието са достоверни, както в отделните дисциплини така и общо за всички състезатели (Фиг. 6).



Фиг. 5 Концентрация на протеин в слюнката преди и след турнира.

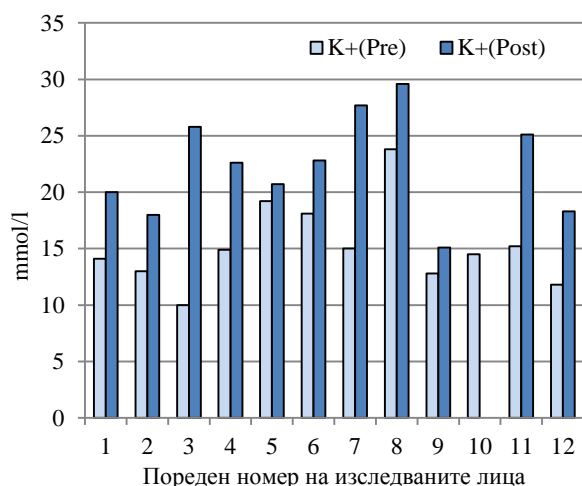


Фиг. 6 Концентрация на протеин в слюнката преди и след турнира по-отделно за двете дисциплини и общо за всички състезатели; (*) $p < 0.05$; (**) $p < 0.01$ спрямо изходното ниво

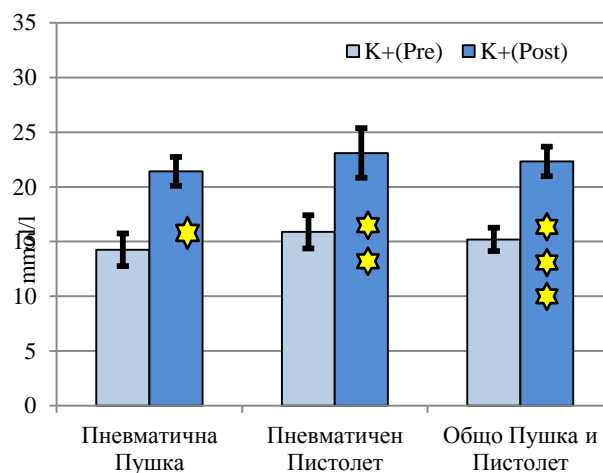
Изходните стойности на концентрацията на калия в слюнката са в диапазона 10.0 – 23.8 mmol/L, а след турнира – 15.1 – 29.6 mmol/L. При всички опитни лица се

наблюдава увеличени нива на K^+ след турнира (Фиг. 7). Средните стойности са статистически достоверно увеличени след турнира (Фиг. 8).

Концентрацията на Na^+ в не показва статистически достоверни разлики преди и след турнирите.



Фиг. 7 Концентрация на K^+ в слюнката преди и след турнира по потделно за всеки състезател.



Фиг. 8 Средни стойности на концентрация на K^+ в слюнката преди и след турнира по отделно за двете дисциплини и общо за всички състезатели; (*) $p < 0.05$; (**) $p < 0.01$; (***) $p < 0.001$ спрямо изходното ниво

Дискусия

Сърдечната честота показва увеличение до средата на турнира и постепенно намаляване към неговия край. rMSSD показва огледална динамика и според нас представлява устойчив HRV показател за нивото на емоционалния стрес в използвания модел (Фиг. 2).

Големите колебания в сърдечния ритъм по време на изпълнението на един изстрел затрудняват използването на средната сърдечната честота като показател за активността на симпатиковия отдел на вегетативната нервна система. За оценка на стреса при спортна стрелба изглежда най-подходящи са HRmax и HRmin.

Концентрацията на K^+ и протеин в слюнката е увеличена при всички състезатели след турнира.

Активността на sAA показва същата динамика с две изключения. При победителя в турнира на пушка (опитно лице номер 4) изходното ниво е по-ниско от това на останалите състезатели и остава непроменено след края на турнира. Това вероятно отразява по-добра психическа устойчивост и осъзнато превъзходство. Активността на

sAA при класирания на последно място в турнира по стрелба с пушка (опитно лице №5) показва по-високо изходно ниво от това на останалите състезатели и намалява след края на турнира. Вероятно това отразява голямо предстартово емоционално напрежение, което спада бърза след първоначалните лоши резултати в състезанието. При изследвания от нас модел на емоционален стрес, показателите концентрация на белтък и активност на амилазата в слюнката се проявяват като чувствителни маркери. Концентрацията на K^+ е възможен достоверен маркер за оценка на нивото на състезателен стрес за разлика от концентрацията Na^+ . Използването на съотношението K^+/Na^+ не дава по-голяма информация отколкото само концентрацията на калий.

Шахмат

Организация на изследването

Всеки от шестимата участници изигра по 5 партии по схемата „всеки срещу всеки” в турнир по блиц-шах (контрола 5 min). Шахматистите бяха поставени в ситуация на психологически натиск чрез: 1) парични награди – по 80 лв. за първо и второ място и 40 лв. за трето място; 2) заснемане на турнира чрез видеокамера; 3) присъствие на наблюдатели, оценяващи дейността и поведението на изследваните лица (преподаватели от НСА и изследователския екип).

Бяха изследвани три психологически характеристики на състезателите: целенасоченост (спортно постижение и спортно класиране); ситуативна увереност (до каква степен изследваните лица са уверени, че могат да постигнат целите си) и ситуативна тревожност.

Преди и след турнира със саливети се вземаха проби от слюнка. Беше определена активността на sAA и концентрацията на Na^+ .

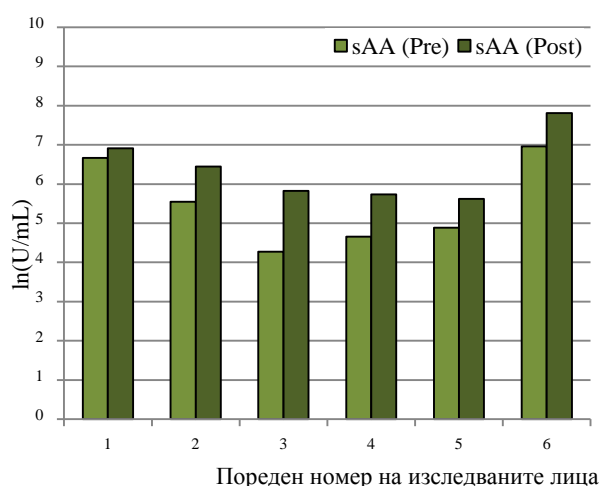
Резултати

В Табл. 1 са представени: възрастта, коефициентът ELO, целите, които си поставят състезателите преди турнира (като точки и като класиране); постигнатите резултати (като точки и като класиране), балът по скалата за ситуативна тревожност и по скалата за ситуативна увереност. На първо място бяха класирани състезатели №5 и №6, с еднакъв резултат 3.5 точки. Те показаха средна степен на тревожност (33 и 36). Състезателите с най-ниски резултати (№1 и №4) показаха най-висока тревожност и най-ниска увереност.

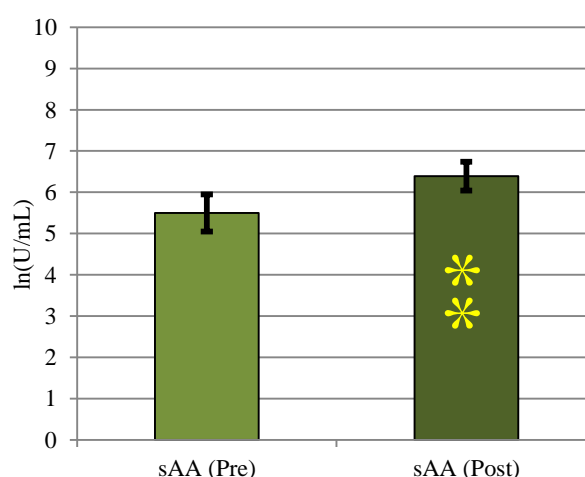
Табл. 1 Възраст, коефициент ELO, цели, които си поставят състезателите преди турнира и постигнатите резултати (като точки и класиране), бал по теста за тревожност и бал по скалата за ситуативна увереност.

No	Възраст	ELO	Цел (точки)	Резултат (точки)	Цел (класиране)	Класиране	Тревожност (SA)	Увереност (Sc)
1	55	2150	3.0	0.5	3	6	43	15
2	21	2431	5.0	2.5	1	4	31	37
3	35	2282	5.0	3.0	1	3	30	20
4	22	2219	2.0	2.0	3	5	55	12
5	27	2361	3.5	3.5	2	1.5	36	16
6	23	2322	3.0	3.5	2	1.5	33	33

Активността на sAA преди турнира е в рамките 4.27 – 6.96 ln(U/mL), а след турнира 5.62 – 7.81 ln(U/mL). При всички шахматисти активността на sAA е по-висока след турнира (Фиг. 9). Наблюдават се статистически достоверни разлики между предстартовите стойности и тези след приключване на шахматния турнир (5.50 ± 1.10 ln(U/mL) v.s. 6.39 ± 0.85 ln(U/mL); $p < 0.01$) (Фиг. 10).



Фиг. 9 Активност на слюнчената алфа-амилаза при изследваните състезатели преди и след турнира по блиц-шах.



Фиг. 10 Активност на алфа-амилазата в слюнката преди и след турнира общо за всички състезатели. (**- $p < 0.01$)

Установихме статистически значима корелация между активността на sAA преди и след турнира ($r=0.937$, $p=0.003$). Между психологическите показатели и биохимичните показатели за стрес, не се установяват статистически значими коефициенти на корелация.

Дискусия

Резултатите от настоящето изследване потвърждават информативността на показателя слюнчена алфа-амилаза по отношение на емоционалния стрес. Както и при изследването със състезатели по стрелба не се установи достоверна промяна в

концентрацията на Na^+ преди турнира и след турнира. Поради тази причина в следващите изследвания се ограничихме да определяме само информативните показатели – sAA, общ протеин и K^+ .

Отсъствието на корелация между психологическите и биохимичните параметри, освен с малкия брой опитни лица може да се обясни и с това, че едните отразяват субективната предварителна оценка на състезателите към стресовата ситуация, а другите корелират с физиологичните промени в организма, а те не винаги се припокриват. Може да се допусне, че двата вида показатели отразяват различни страни от предстартовото състояние и имат самостоятелна информативна стойност.

Експериментален състезателен стрес със сведена до минимум физическа активност при състезатели от колективни спортове: хандбал и волейбол

Хандбал

Организация на изследването

Дванадесетте състезатели бяха разделени на два отбора: “Първи” отбор – играчи с номера от 1 до 6 и “Втори” отбор – играчи с номера от 7 до 12 (като 1-ви и 7-ми номер са вратарите на двата отбора).

Преди експерименталното състезание на състезателите бяха поставени телеметрични устройства ТЕМЕО. След 10 минутен покой състезателите направиха минимално разгриване и изпълниха по два наказателни удара срещу вратаря на противниковия отбор за около 5 минути без отчитане на резултата. След няколкоминутен покой се проведе самото експериментално състезание, в което състезателите от двата отбора изпълниха последователно наказателни удари - по два за всеки състезател - общо 20 удара за 5 мин. Резултатът от изпълнението на наказателните удари в хода на експерименталното състезание се отчиташе подобно на изпълнението на наказателни удари след равен хандбален мач – при всеки гол се отчиташе по една точка за отбора. С цел допълнително увеличаване на нервно-психическото напрежение при състезателите по време на експериментално състезание, умишлено бяха отсъдени неправилно по един фал за всеки отбор. По време на експеримента в залата присъстваше публика (поканени за целта студенти) и се правеше

видеозапис с камера. За отбор победител беше приет този отбор, който след общо 20 начални удара отбеляза най-много точки и беше награден с парична награда.

Преди началото на експеримента участниците попълниха анкети с паспортните си данни, спортен стаж, заболявания, употреба на медикаменти, цигари и алкохол. Преди разгриването и след експерименталното състезание със саливети се вземаха проби от слюнка (общо по две проби от всеки състезател).

Резултати

В експерименталното състезание „Първи” отбор отбеляза 7 гола, а „Втори” отбор – 5, така за победител в експерименталното състезание беше определен и награден „Първи” отбор.

На Фиг. 11 са представени записи на физическата активност и сърдечната честота при двама състезатели. При изпълнение на наказателен удар от опитно лице №2 се виждат два пика на акселерограмата (лъжливи действия и същински наказателен удар), и успоредно покачване на сърдечната честота, започващо 50-60 секунди преди удара, от около 80 bpm до около 130 bpm и последващо понижаване за около 40 секунди отново до 80 bpm.

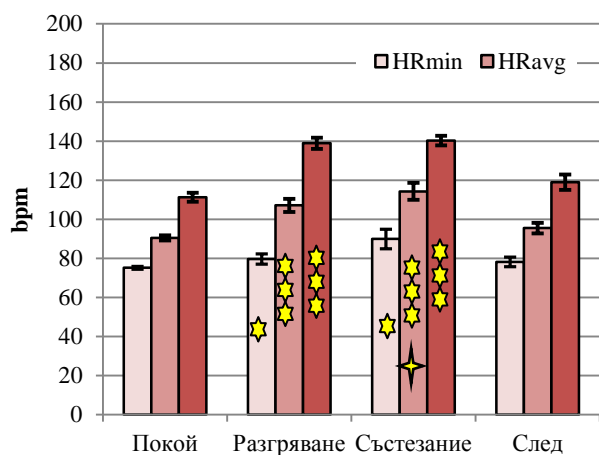
При вратарите на двата отбора сърдечната честота през цялото е повишена – до около 150-160 bpm при вратаря на Първи отбор (опитно лице №1) и до около 130 bpm при вратаря на Втори отбор (опитно лице №7). В същото време действията на вратаря на Първи отбор са много по-енергични, както се вижда от акселерограмата (Фиг. 11).



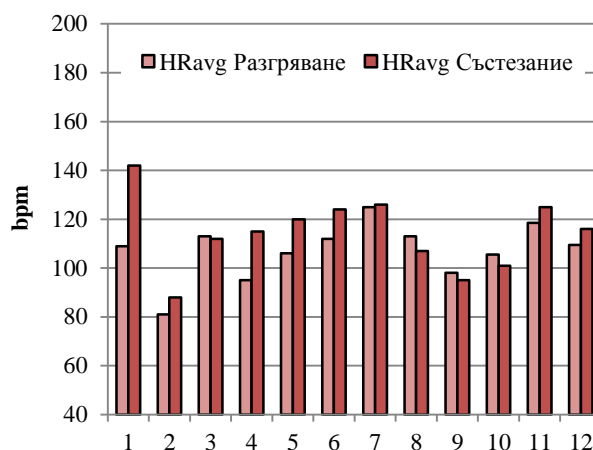
Фиг. 11. Запис на сърдечната честота (горна линия) и на физическата активност (долна линия): (А) при изпълнение на наказателен удар (опитно лице №2); (В) вратят на Първи отбор (опитно лице №1) при 9 от наказателните удари. (С) вратят на Първи отбор (опитно лице №7) при 9 от наказателните удари.

На Фиг. 12 са представени усреднените за всички състезатели стойности на минимална (HRmin), средна (HRavg) и максимална (HRmax) сърдечна честота в различните периоди на експеримента. Средните стойности на HRavg време на разгръщането и експерименталното състезание (107.13 ± 11.55 bpm и 114.25 ± 14.9 bpm) показват ниска до умерена физическа активност, а стойностите на HRmax (138.88 ± 9.79 bpm и 140.25 ± 8.58 bpm) отразяват отделни кратки моменти, в които състезателите изпълняват наказателен удар или усилията на вратарите при отразяването им. Сърдечната честота (HRmin, HRavg и HRmax) е статистически значимо увеличена по време на разгръщането и по време на експерименталното състезание, спрямо изходното ниво. HRavg е статистически значимо увеличена по време на експерименталното

състезание, спрямо разгриването (114.25 ± 14.9 v.s. 107.13 ± 11.55). Всички параметри на сърдечната честота (HRmin, HRavg и HRmax) са естествено силно корелирани помежду си както по време на изходния покой, така и по време на експерименталното състезание. HRavg корелира особено силно както с HRmin ($r=0.828$, $p < 0.01$ при покой; $r=0.930$, $p < 0.001$; по време на състезанието), така и с HRmax ($r=0.767$, $p < 0.01$ при покой; $r=0.930$, $p < 0.001$; по време на състезанието).



Фиг. 12 Усреднени за всички състезатели стойности на максималната (HRmax), средна (HRavg) и минимална (HRmin) сърдечни честоти в хода на експеримента. (* - $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** - $p < 0.001$ спрямо покой); (+ -> $p < 0.05$ спрямо разгриване).



Фиг. 13 Индивидуални стойности на HRavg при разгриване и по време на състезанието.

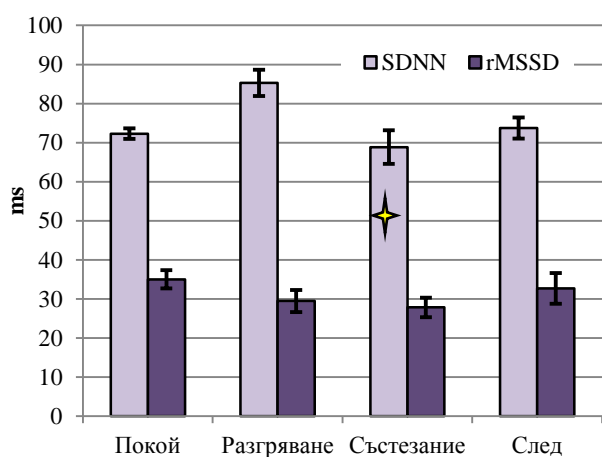
На Фиг. 13 са представени индивидуалните стойности на HRavg за всеки състезател по отделно при разгриване и по време на състезанието. При всички състезатели от „Първи” отбор се наблюдават по-високи стойности по време на състезанието. При половината състезатели от „Втори” отбор (№8, № 9 и №10) се наблюдава обратната зависимост – намаление на HRavg по време на състезанието. Така средните стойности за всички играчи от „Първи” отбор са статистически достоверно по-високи по време на състезанието спрямо разгриването (116.83 ± 17.62 v.s. 102.67 ± 12.44 ; $p = 0.03$), докато при „Втори” отбор практически не се наблюдава разлика (111.67 ± 11.74 v.s. 111.58 ± 10.98 ; $p = 0.97$).

На Фиг. 14 са представени усреднените за всички състезатели стойности на SDNN и rMSSD в хода на експеримента. По-ниските стойности на тези показатели сочат повишен тонус на симпатиковия дял на ВНС, характерен за стресовите състояния. В нашия експеримент се наблюдава недостоверно покачване на SDNN по време на разгриването и повторно, достоверно спадане до изходно ниво по време на

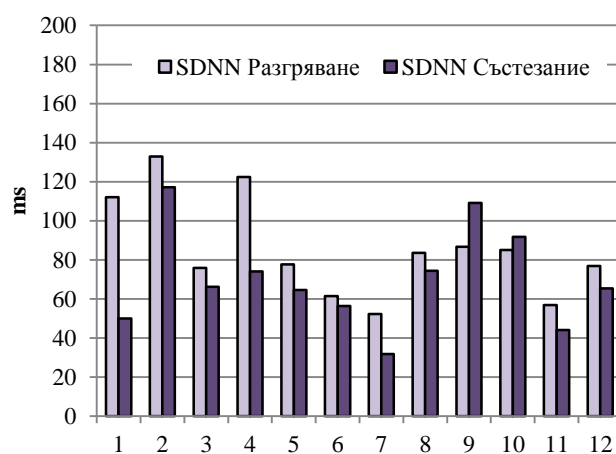
състезанието (85.28 ± 25.32 v.s. 70.42 ± 25.29 ; $p = 0.04$). Усреднените стойности на показателя rMSSD не се променят достоверно в хода на експеримента.

SDNN и rMSSD в покой и по време на състезанието са силно корелирани помежду си. SDNN в покой и SDNN и rMSSD по време на състезание ($r=0.761$, $p < 0.004$ и $r=0.890$, $p < 0.0001$), rMSSD в покой и SDNN и rMSSD по време на състезание ($r=0.692$, $p < 0.013$ и $r=0.813$, $p < 0.001$), SDNN в покой и rMSSD и SDNN по време на състезание ($r=0.890$, $p < 0.0001$ и $r=0.897$, $p < 0.0001$).

Открива се висока, но този път отрицателна корелация между HRavg и SDNN и rMSSD по време на състезанието ($r = -0.959$, $p < 0.00001$ и $r = 0.884$, $p < 0.0001$).



Фиг. 14. Усреднени за всички състезатели стойности на SDNN и rMSSD в хода на експеримента. (+ -> $p < 0.05$ спрямо разгръване)

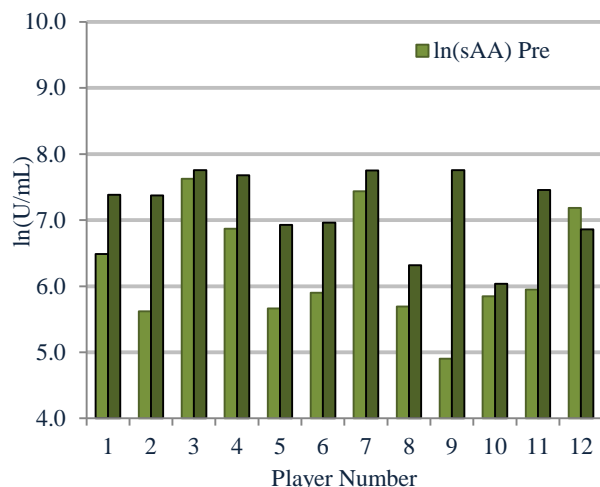


Фиг. 15 Индивидуални стойности на SDNN по време на разгръване и по време на експерименталното състезание

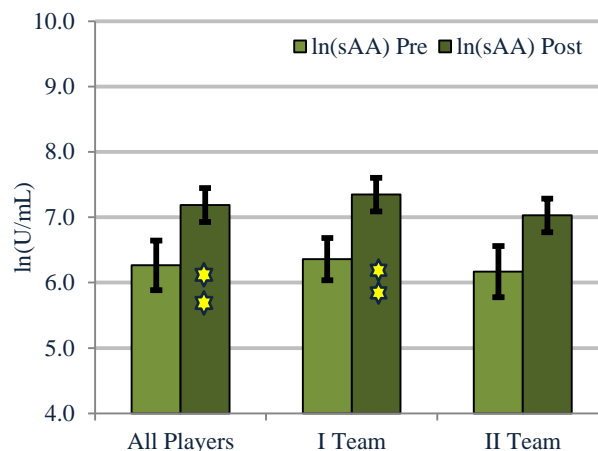
На Фиг. 15 са представени индивидуалните стойности на SDNN на състезателите при разгръване и по време на състезанието. При всички състезатели от „Първи” отбор се наблюдават по-ниски стойности по време на състезанието. При двама състезатели от „Втори” отбор (№ 9 и №10) се наблюдава обратното – увеличение на SDNN по време на състезанието. Средните стойности за всички играчи от „Първи” отбор са статистически достоверно по-ниски по време на състезанието спрямо разгръването (97.05 ± 29.13 v.s. 71.38 ± 23.89 ; $p = 0.044$), докато при „Втори” отбор практически не се наблюдава разлика (73.51 ± 24.39 v.s. 69.45 ± 25.38 ; $p = 0.55$) (данните не са представени графично).

Индивидуалните стойности на активността на sAA са представени на Фиг. 16. Активностите се движат в рамките от 4.90 до 7.63 ln(U/mL) преди състезанието и от 6.03 до 7.75 ln(U/mL) след състезанието. При всички състезатели, с изключение на този

с номер 12, се отбелязва увеличаване в активността на sAA след експерименталното състезание.



Фиг. 16 Активност на sAA по отделно на всеки участник в експерименталното състезание, преди разгряващата част (Pre) и след експерименталното състезание (Post).



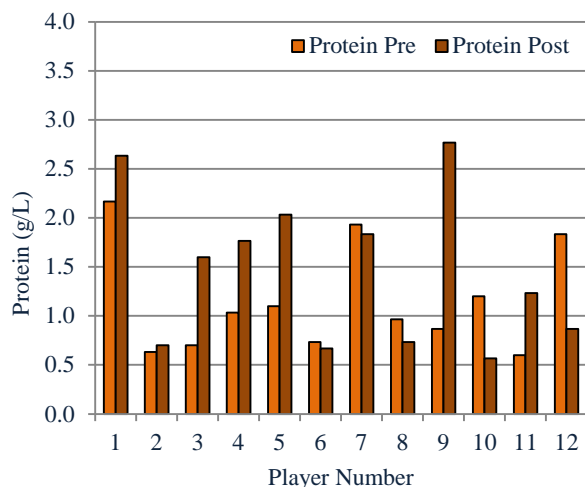
Фиг. 17 Средни стойности на активността на sAA на всички състезатели, първи отбор и втори отбор, преди разгряващата част (Pre) и след експерименталното състезание (Post). (** - $p < 0.01$ - спрямо Pre)

На Фиг. 17 са представени средните стойности на активността на sAA. Средните стойности на sAA на всички играчи показват статистически значима спрямо изходните по-висока средна стойност след експерименталното състезание (7.19 ± 0.58 v.s. 6.27 ± 0.85 ; $p < 0.01$). Средните стойности само на „Първи отбор” също показват статистически значима спрямо изходните по-висока средна стойност след експерименталното състезание (7.35 ± 0.35 v.s. 6.36 ± 0.79 ; $p < 0.01$). При състезателите от „Втори отбор” покачването на активността на sAA е статистически незначимо (7.03 ± 0.74 v.s. 6.17 ± 0.096).

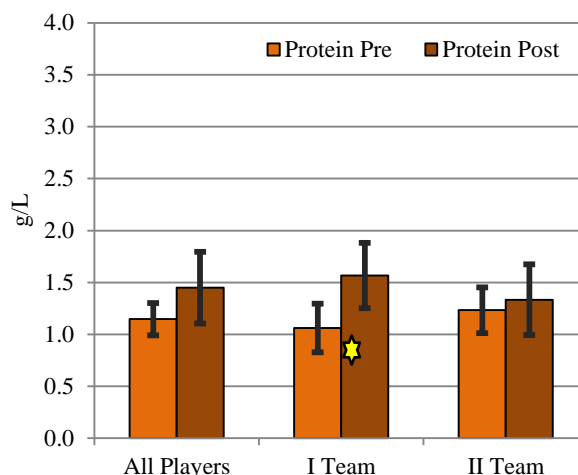
Индивидуалните стойности на концентрацията на общия протеин в слюнката са представени на Фиг. 18. Концентрациите се движат в рамките 0.63 - 2.17 g/L преди състезанието и 0.57 - 2.63 g/L след състезанието. При повечето състезатели ($n=8$), се отбелязва увеличаване в концентрацията на общия протеин след експерименталното състезание. Изключение прави играч №6 от „Първи” отбор и играчи №8, №10 и №12 от „Втори” отбор.

На Фиг. 19 са представени средните стойности на концентрацията на общия протеин в слюнката. Само при „Първи” отбор средната стойност след експерименталното състезание показва статистически значимо покачване спрямо изходното ниво (1.06 ± 0.57 v.s. 1.57 ± 0.77 ; $p < 0.05$). Средните стойности на концентрацията на общия протеин на всички играчи (1.15 ± 0.54 v.s. 1.45 ± 0.77 ; $p >$

0.05) и средните стойности на състезателите от “Втори” отбор (1.23 ± 0.54 v.s. 1.33 ± 0.83 ; $p > 0.05$) се покачват статистически незначимо.



Фиг. 18. Концентрация на протеин в слюнката по отделно на всеки участник в експерименталното състезание преди разгриващата част (Pre) и след експерименталното състезание (Post).



Фиг. 19 Средни стойности на концентрацията на протеин в слюнката на всички участници в експерименталното състезание, както и само на първи отбор и само на втори отбор, преди разгриващата част и след експерименталното състезание (Post). (* - $p < 0.05$ - спрямо Pre)

Няма статистически достоверна разлика в средните стойности на рН на слюнката на участниците в експеримента – преди разгриването и след състезанието (6.71 ± 0.46 v.s. 6.66 ± 0.49 ; $p > 0.05$).

Наблюдава се висока, статистически достоверна корелация ($r = 0.629$; $p = 0.028$) между активността на sAA и концентрацията на протеин в слюнката в пробите получени след състезанието. В състояние на покой се наблюдават високи, отрицателни, статистически достоверни корелации между SDNN и sAA ($r = 0.600$, $p = 0.039$) и между rMSSD и sAA ($r = 0.614$, $p = 0.034$).

Дискусия

Статистически значимото увеличение на параметъра HRavg по време на експерименталното състезание, спрямо разгриването (Фиг. 12), както и високата му корелация с останалите параметри на сърдечната честота определят HRavg като информативен показател по отношение на стреса. Наблюдаваните големи индивидуални различия в HRavg в хода на експеримента (Фиг. 13) показват, че преценката за наличието на допълнително емоционално стресово натоварване на фона физическа активност по този показател трябва да бъде индивидуална за всеки състезател. Изпълнението на това условие в спортове като хандбала може да се осигури само в експериментална постановка, подобна на използваната в това изследване, а

именно сравняване на индивидуалните HRavg по време на приблизително еднаква ниска физическа активност, изпълнявана с и без наличието на състезателен елемент и допълнителни стимули.

Високата корелация между активността на sAA и концентрацията на протеин в слюнката след състезанието ($r=0.629$) вероятно се дължи на факта, че sAA е най-застъпения протеин в слюнката (Nunes et al. 2011).

Високата степен на корелация между биохимичните и физиологичните показатели, измерени в покой, вероятно се дължи на общата им зависимост от активността на вегетативната нервна система.

Волейбол

Организация на изследването

При създаване на модел на експериментална стресова ситуация с технически похвати от волейболната игра поставихме следните изисквания:

1. Да се прилагат минимални физически натоварвания във всички фази на експеримента.
2. Да се включат съществени технически похвати от волейболната игра (начални удари, посрещане и др.)
3. Да се осигури максимална степен на мотивация на състезателите чрез включване на следните елементи:
4. съревнование между отборите;
5. отборни, индивидуални, морални и материални стимули;
6. персонална оценка на представянето на играчите от треньора;
7. присъствие на външни експерти и публика;
8. видеозаснемане с професионална камера и оператор.

Състезателите бяха разделени на два отбора: “Първи” отбор - състезатели с номера от 1 до 5 и “Втори” отбор - състезатели с номера от 6 до 10. Играч от единия отбор изпълняваше начален удар с отскок, а определен играч от другия отбор посрещаше и трябваше да подаде топката също на определен играч от своя отбор означен като „център”. Два конуса ограничаваха зоната за изпълнение на началния удар, като разделяха крайната линия на три равни части и бяха ситуирани на 50 см зад нея. Зоната за посрещане се намираше най-вдясно между триметровата и крайната

линия и беше широка 4 метра. Зоната на „центъра” беше ограничена в квадрат с размери метър на метър, непосредствено до средата на централната линия.

Преди експерименталното състезание за 10 минути състезателите направиха минимално разгриване и изпълниха по 5 контролни начални удара с отскок.

Резултатът от експерименталното състезание се отчиташе както в реална волейболна игра – при всяка грешка се присъждаше точка за противника и се извършваше ротация на състезателите преди изпълнение на следващия начален удар. За отбор победител беше приет този отбор, който след общо 40 начални удара отбеляза най-много точки. Първите трима играчи с най-много индивидуални точки от отбора победител получиха малки парични награди.

На състезателите бяха поставени пулстестери и сърдечният ритъм се записваше през цялото време с телеметрична система TEMEO. Преди началото на експеримента, участниците попълниха анкети с паспортните си данни, спортен стаж, заболявания, употреба на медикаменти, цигари и алкохол. Преди и след разгриването и след експерименталното състезание със саливети се вземаха проби от слюнка.

Разположението на отделните части на експеримента във времето е представено в Табл. 2.

Табл. 2 Разположение на отделните части на експеримента във времето

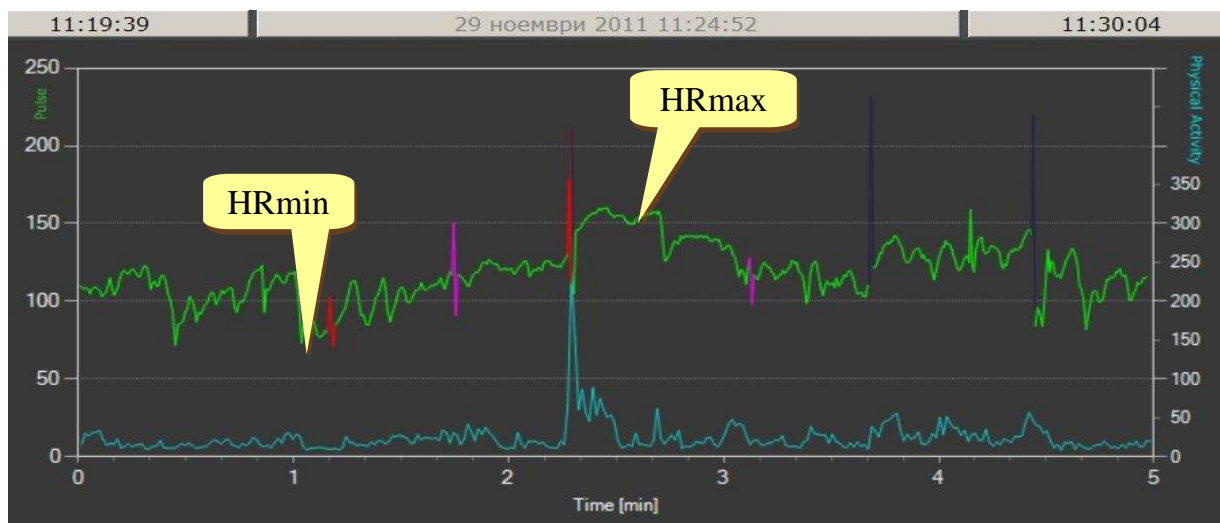
инструктаж и вземане на слюнчени проби	разгриващата част	повторно вземане на проби	експерименталното състезание	вземане на проби след състезанието
до 10 ^{та} минута	до 20 ^{та} минута	до 35 ^{та} минута	до 45 ^{та} минута	до 50 ^{та} минута.

Резултати

В експерименталното състезание протече оспорвано, като победи отбор II с 21 на 20 точки. Бяха присъдени три индивидуални награди на състезатели от отбора победител. Първа награда от 100 лева получи състезател №9, с най-много точки (4.5). Две еднакви награди от по 50 лева получиха и състезатели №6 и №7, които имаха равен брой точки (по 1.5).

В направените записи на сърдечната честота и физическата активност на състезателите ясно се различават моментите на изпълнение на началните удари по наличието на голям пик в запис на физическата активност. В тези участъци се вижда постепенно покачване на сърдечната честота приблизително около минута преди

изпълнението. Сърдечната честота достига максимална стойност непосредствено след изпълнението и постепенно намалява до момента, в който играчът се включи в нови активни действия (Фиг. 20).



Фиг. 20 Запис на сърдечната честота (горна линия) и на физическата активност (долна линия) при изпълнение на начален удар в експериментални състезателни условия.



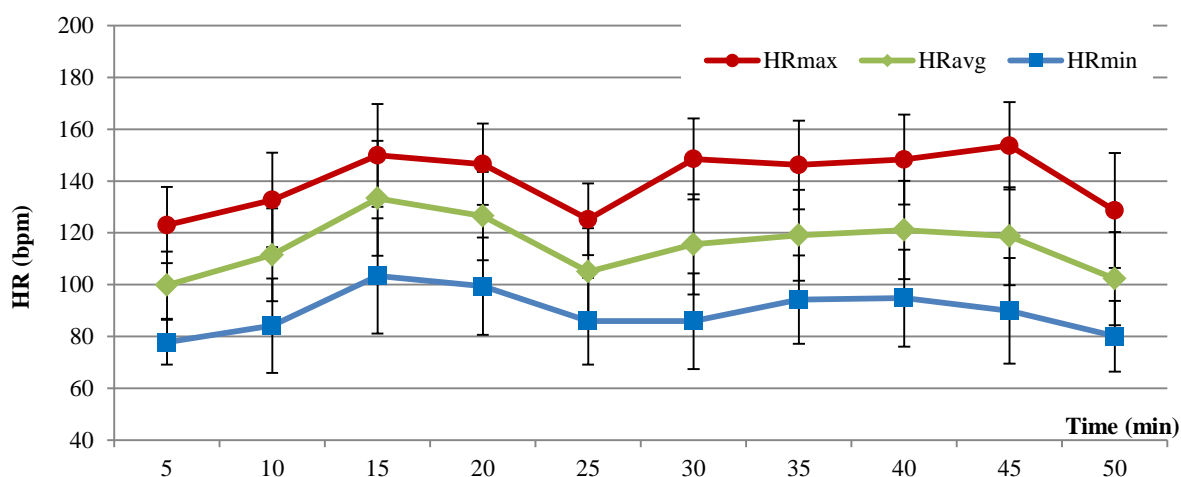
Фиг. 21 Сърдечна честота (горна линия) и физическа активност (долна линия) при изпълнение на четири разгриващи начални удари.

При началните удари в разгриващата част (контролни начални удари) увеличението на сърдечната честота преди изпълнението става за много по-кратък период (Фиг. 21). Според нас това се дължи на по-слабото психическо напрежение преди изпълнението на разгриващите удари.

На Фиг. 22 са представени усреднените за всички състезатели стойности на максимална (HRmax), средна (HRavg) и минимална (HRmin) сърдечна честота. Не се

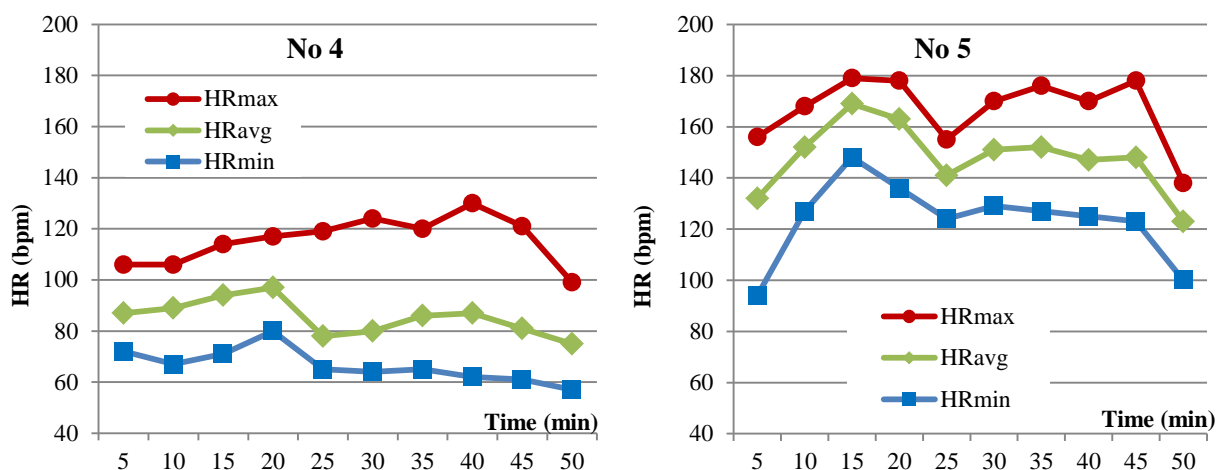
наблюдава различие както в средната максимална, така в средната минимална сърдечна честота при разгръването и при експерименталното състезание. При отделните състезатели HRmax е в границите 145-175 bpm, а HRmin от 62-140. Средната сърдечна честота е достоверно ($p < 0.001$) по-висока с 15% по-време на разгръването (HRavg 133 ± 22.20 bpm) в сравнение с тази по време на състезанието (HRavg 121.1 ± 18.99 bpm). При сравнение с изходните стойности (HRavg 99.8 ± 12.97 bpm и HRmax 123 ± 14.71 bpm), по време на разгръването HRavg се увеличава с 33% (HRavg 133.3 ± 22.20 bpm), а HRmax с 21.9% (HRmax 149.9 ± 19.84 bpm); по време на играта се наблюдава увеличение от 21.2% при HRavg (HRavg 121.1 ± 18.99 bpm) и от 24% при HRmax (HRmax 153.6 ± 16.84 bpm).

Средните стойности на сърдечната честота (около 120 bpm) показват ниска до умерена физическа активност, а максималните стойности (около 150 bpm) отразяват отделни кратки моменти, в които състезателите посрещат или изпълняват начални удари с отскок.

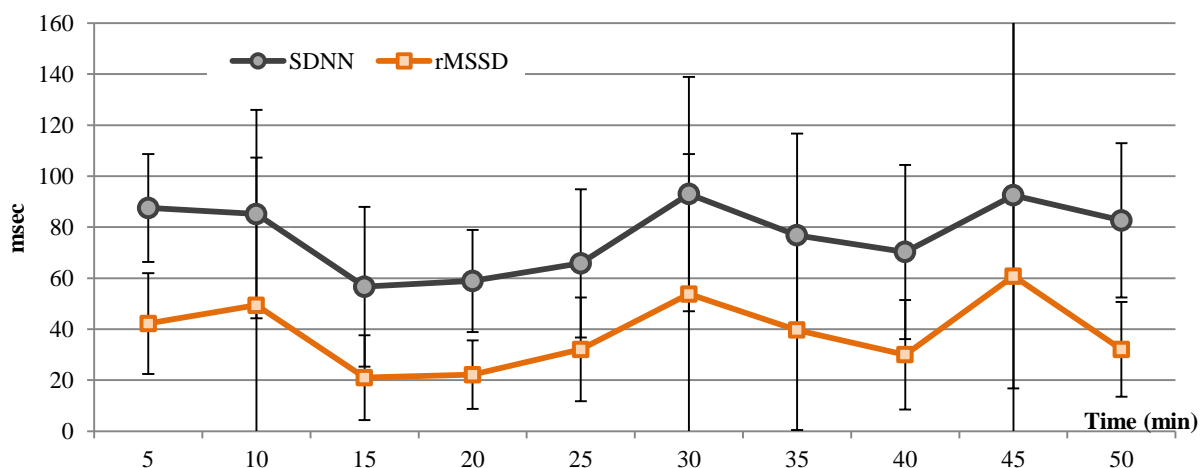


Фиг. 22. Усреднени за всички състезатели стойности на максималната (HRmax), средната (HRavg) и минималната (HRmin) сърдечни честоти в хода на експеримента.

На Фиг. 23 е показана динамиката на максималната (HRmax), средната (HRavg) и минималната (HRmin) сърдечни честоти в различните етапи на експеримента при двама състезатели (номер 4 и номер 5), които показват стойности, силно отклоняващи се от средните съответно по-ниски и по-високи.



Фиг. 23. Динамика на максималната (HRmax), средната (HRavg) и минималната (HRmin) сърдечни честоти в хода на експеримента при двама състезатели (№4 и № 5) със силно отличаващи се стойности.



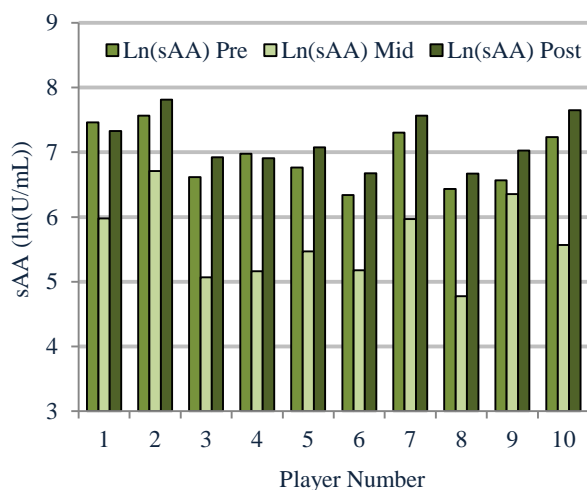
Фиг. 24. Усреднени за всички състезатели стойности на SDNN и rMSSD в хода на експеримента: до 10^{та} минута, разгриващата част до 20^{та} минута, повторно вземане на проби до 35^{та} минута; експерименталното състезание до 45^{та} минута, вземане на проби до 50^{та} минута.

На Фиг. 24 е представена динамиката на средните стойности на показателите SDNN и rMSSD. По-ниските стойности на тези показатели сочат повишен тонус на симпатиковия дял на ВНС, характерен за стресовите състояния. Наблюдава се сигнификантно понижение спрямо изходните стойности (SDNN 87.52 ± 21.14 ms; rMSSD 42.20 ± 19.83 ms) с 35% и с 50% по време на разгриването (SDNN 56.66 ± 31.28 ms; rMSSD 20.99 ± 16.60 ms). По време на експерименталното състезание стойностите се понижават с 19.7% и с 28.9% (SDNN 70.25 ± 34.17 ms; rMSSD 29.99 ± 21.49 ms).

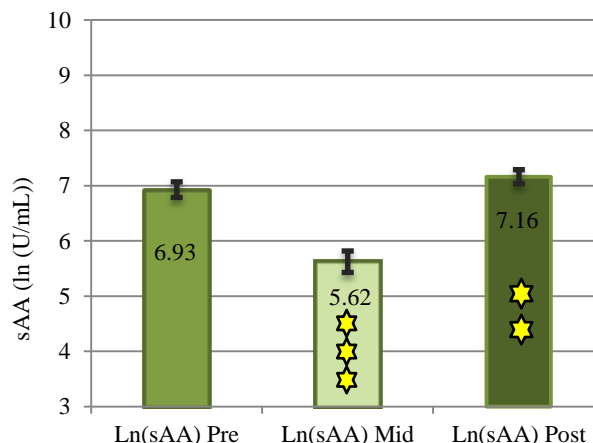
Индивидуалните стойности на активността на sAA са представени на Фиг. 25. Изходните стойности са в диапазона 6.34 – 7.56 ln(U/mL). При всички състезатели активността на sAA намалява след разгриващата част в рамките 4.77 – 6.71 ln(U/mL) и

повторно се увеличава след експерименталното състезание (стойности от 6.67 до 7.81 ln(U/mL)) в повечето случай над изходните стойности.

При изходна средна стойност на активността на sAA 6.93 ± 0.44 ln(U/mL) се наблюдава статистически значимо намаление след разгръването 5.62 ± 0.62 ln(U/mL) и статистически значимо увеличение спрямо изходното ниво след експерименталното състезание 7.16 ± 0.41 ln(U/mL) (Фиг. 26).



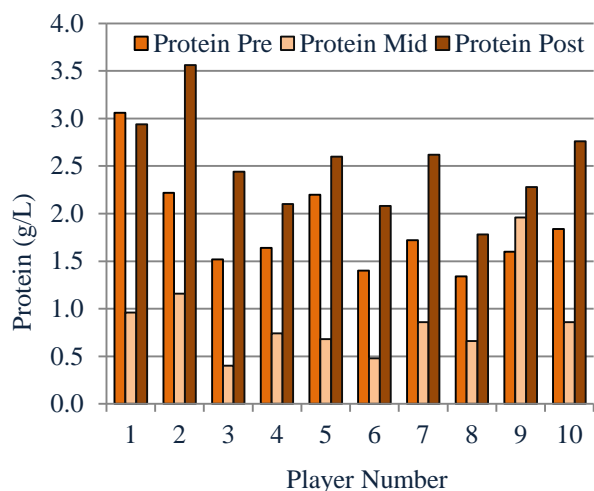
Фиг. 25. Активност на sAA по отделно на всеки участник в експерименталното състезание преди разгръвящата част (Pre), след нея (Mid) и след експерименталното състезание (Post).



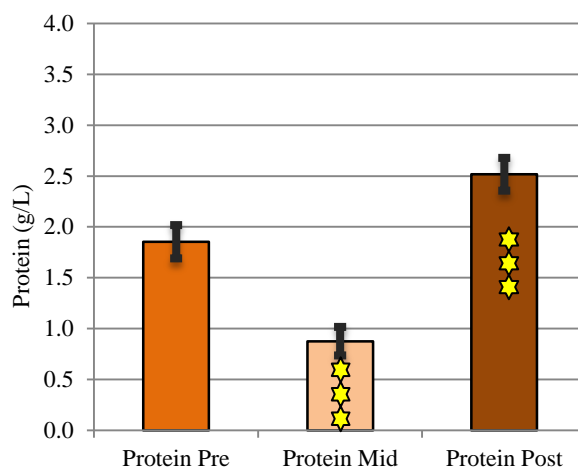
Фиг. 26. Средни стойности на активността на sAA на всички участници в експерименталното състезание преди разгръвящата част (Pre), след нея (Mid) и след експерименталното състезание (Post). (** - $p < 0.01$; *** - $p < 0.001$; спрямо Pre)

Подобни резултати се наблюдават и по отношение на концентрацията на общия протеин. Средната изходна стойност беше 1.85 ± 0.52 g/L, с индивидуални граници от 1.4 до 3.1 g/L; след разгръването - 0.88 ± 0.44 g/L (от 0.4 до 2.0 g/L); и след състезанието - 2.52 ± 0.51 g/L (от 1.8 до 3.6 g/L). (Фиг. 27 и Фиг. 28). Динамиката на средната концентрация на тоталния протеин се характеризира с достоверно понижаване след разгръването с 52.4% ($p < 0.001$) и се покачва с 26.5% над изходното ($p < 0.01$) след експерименталното състезание.

Почти равностойната информативност на активността на sAA и концентрацията на общия протеин в слюнката се потвърждава и от статистически значимите, високи коефициенти на корелация между стойностите на тези два показателя преди и след разгръването и след експерименталното състезание: 0.71, 0.75 и 0.88 (Табл. 3, стр. 25).

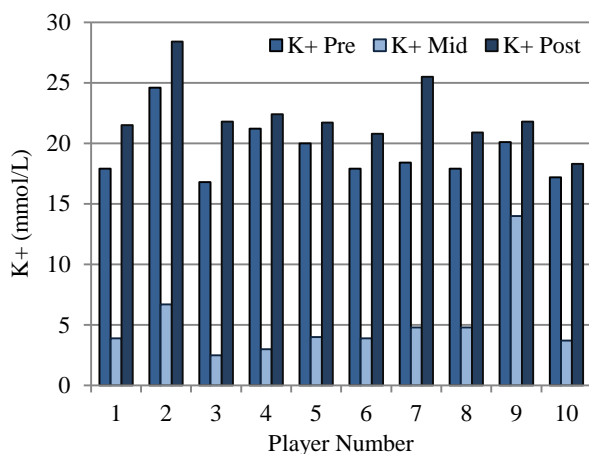


Фиг. 27. Концентрацията на протеин в слюнката по отделно на всеки участник в експерименталното състезание преди разгряващата част (Pre), след нея (Mid) и след експерименталното състезание (Post).

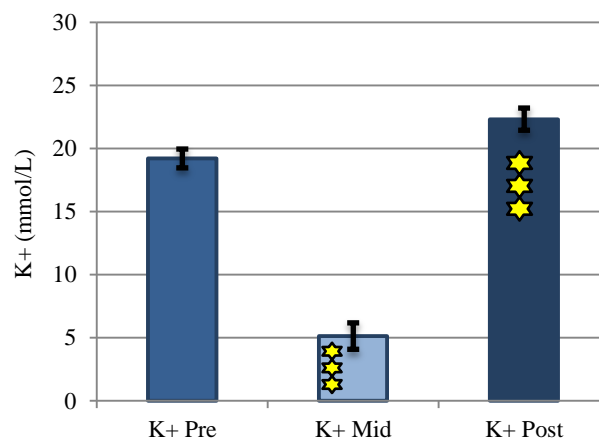


Фиг. 28. Средни стойности на концентрацията на протеин в слюнката на всички участници в експерименталното състезание преди разгряващата част (Pre), след нея (Mid) и след експерименталното състезание (Post). (***) - $p < 0.001$; спрямо Pre)

На Фиг. 29 са представени промените в концентрацията на калия в слюнката при всяко едно опитно лице поотделно в хода на експеримента. Изходните стойности са в диапазона 16.8 – 24.6 mmol/L, след разгряването от 2.5 до 14 mmol/L, а след експерименталното състезание – 18.3–28.4 mmol/L. При всички волейболисти се наблюдава голямо понижение след разгряването и покачване над изходните стойности след състезанието.



Фиг. 29 Концентрация на K^+ в слюнката по отделно на всеки участник в експерименталното състезание преди разгряващата част (Pre), след нея (Mid) и след експерименталното състезание (Post).



Фиг. 30 Средни стойности на концентрацията на калий в слюнката на всички участници в експерименталното състезание преди разгряващата част (Pre), след нея (Mid) и след експерименталното състезание (Post). (***) - $p < 0.001$; спрямо Pre)

На Фиг. 30 са представени средните стойности на концентрацията на калий общо за всички състезатели в хода експеримента. Спрямо изходните, средните стойности

след разгръването са статически достоверно намалени (5.13 ± 3.32 mmol/L v.s. 19.20 ± 2.36 mmol/L) и достоверно увеличени след състезанието (22.31 ± 2.77 mmol/L v.s. 19.20 ± 2.36 mmol/L).

В Табл. 3 е представена корелационната матрица на изследваните биохимични показатели. Установените високи, достоверни, корелационни зависимости между активността на sAA при отделните измервания и между активността на sAA и концентрацията на протеин в слюнката, повтарят вече описаните и обсъдени в другите експериментални постановки.

Табл. 3 Корелационна матрица на изследваните биохимични показатели.

		Ln(sAA)	Ln(sAA)	Ln(sAA)	Protein	Protein	Protein	K+ Pre	K+ Mid
Ln(sAA) Mid	Корелация	0.644	1						
	Достоверност	0.044							
Ln(sAA) Post	Корелация	0.900	0.745	1					
	Достоверност	0.000	0.013						
Protein Pre	Корелация	0.711	0.508	0.524	1				
	Достоверност	0.021	0.134	0.120					
Protein Mid	Корелация	0.191	0.753	0.311	0.167	1			
	Достоверност	0.598	0.012	0.382	0.645				
Protein Post	Корелация	0.839	0.773	0.884	0.700	0.238	1		
	Достоверност	0.002	0.009	0.001	0.024	0.508			
K+ Pre	Корелация	0.386	0.601	0.367	0.202	0.422	0.487	1	
	Достоверност	0.271	0.066	0.297	0.576	0.224	0.153		
K+ Mid	Корелация	-0.124	0.606	0.066	-0.092	0.934	0.027	0.346	1
	Достоверност	0.734	0.063	0.855	0.800	0.000	0.941	0.328	
K+ Post	Корелация	0.493	0.616	0.476	0.183	0.216	0.564	0.742	0.180
	Достоверност	0.147	0.058	0.164	0.614	0.549	0.089	0.014	0.619

Дискусия

Литературните данни показват, че при волейболна тренировка HRavg и HRmax могат да достигнат до 147-162 bpm (Lehnert et al. 2008), а по време на състезание – до 170-200 bpm (Ivoylov 1979). В нашето изследване сърдечната динамика показва две фази: през първата се наблюдава значително увеличаване на HRavg и HRmax по време на разгръването и през втората – намаляване на HRavg по време на експерименталното състезание, докато HRmax не се променя. Стойностите на HRmax отразяват краткотрайните епизоди в които играчите изпълняват начален удар с отскок. Стойностите на HRavg и HRmax показват ниска до умерена физическа активност, която е в съответствие с изискването за минимална физическа активност по време на експеримента. Не намерихме обяснение за наблюдаваните широки индивидуални

разлики в HR при някои състезатели (№4 и №5), тъй като в попълнените от опитните лица въпросници преди изследването не са отбелязали да са използвали алкохол, кафе, цигари и енергийни напитки. Подобни находки затрудняват оценката на наличието на емоционален стрес на фона на леко физическо натоварване на базата само на HR.

Друга възможност за оценка на стреса са показателите на HRV, които се влияят от активността на симпатиковия и парасимпатиковия дял на вегетативната нервна система (Garet et al. 2004; Kiviniemi et al. 2007; Kiviniemi et al. 2006; Tulppo et al. 2003). Динамиката на тези показатели в хода на експеримента показва сигнификантно понижаване на стойностите на SDDN и rMSSD по време на разгръщането, вероятно свързани с активиране на симпатиковата и потискане на вагусовата активност (Kobayashi et al. 2012). Наблюдават се и две несигнификантни понижения на тези показатели – по време на експерименталното състезание и по време на награждаването (Фиг. 24). Вероятно те се дължат на много леката физическа активност (само 4 начални удара) и по-скоро на емоциите от играта и награждаването.

Биохимичните стрес маркери sAA, концентрацията на протеин и концентрацията на K^+ в слюнката, сигнификантно се понижават след разгръщането и също сигнификантно се покачват след експерименталното състезание, над изходното ниво в началото на експеримента. Възможно е понижаването след разгръщането да се дължи на способността на леките разгръщащи упражнения да понижават нивото на стрес, като отвличат вниманието на състезателите от предстоящото състезание. Докато покачването вероятно отразява стресовата реакция по време на експерименталното състезание и награждаването.

Наблюдаваната корелация в динамиката на sAA и общия протеин, както и в предходното изследване, може да бъде обяснена с обстоятелството, че sAA е протеина с най-голям дял в слюнката (Rohleder et al. 2006; Scannapieco et al. 1993).

Трябва да се отбележи, че промените в биохимичните показатели като че ли по-добре отразяват очакваната динамика на емоционалния стрес в хода на експеримента, а физиологичните показатели предимно динамиката на физическата активност.

Можем да заключим, че sAA, концентрацията на протеин и концентрацията на K^+ в слюнката са обещаващ инструмент за оценка на индивидуалните стресови реакции в спорта. Ниската до умерена физическа активност не компрометира използването на стресовите показатели определяни в слюнката. При оценката на стреса те допълват

физиологичните показатели на HR и показателите на HRV. Комбинирането на двата вида показатели дава по-комплексна картина на стресовите реакции на състезателите при различни ситуации.

Реален предсъстезателен стрес при състезатели от индивидуални и колективни спортове: бокс и художествена гимнастика

Бокс

Организация на изследването

Една седмица преди първенството, непосредствено преди жребия и преди първия двубой, със саливети бяха взети проби от слюнка на участващите в експеримента 11 състезателя. В пробите бяха определени активността на sAA, концентрацията на протеин и концентрацията на K^+ .

Резултати

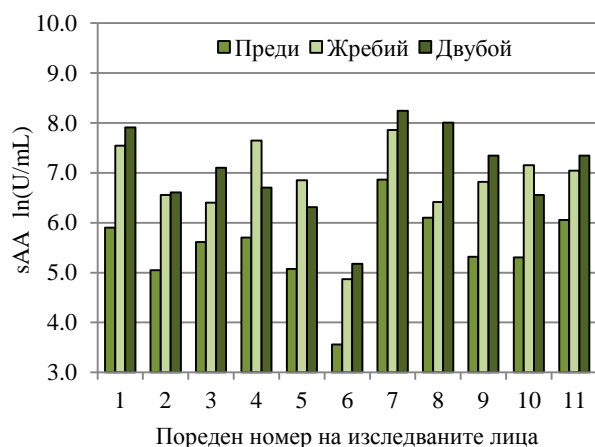
В Табл. 4 са представени основните данни за изследваните лица и резултата от участието им на републиканското първенство, 2011 година, град Плевен. Седем от състезателите заеха призови места на първенството.

*Табл. 4 Основни данни за изследваните лица и резултати от участието им на републиканското първенство, 2011 година, град Плевен. **

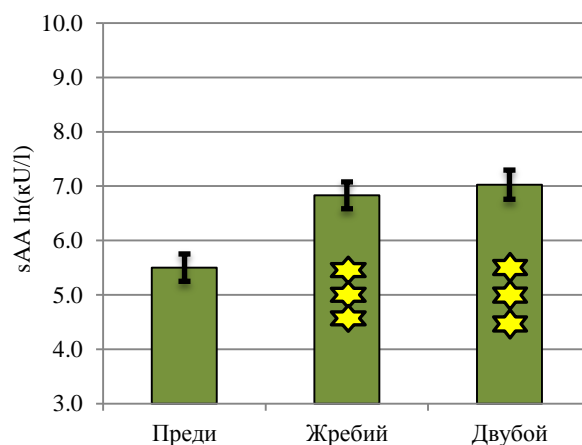
Но	Възраст (години)	Ръст (см)	Тегло (кг)	Категория (кг)	Класиране
1	20	169	62	60	2-ро място
2	21	175	59	56	2-ро място
3	20	176	76	75	3-то място
4	19	165	54	49	3-то място
5	21	184	72	75	
6	20	172	58	60	1-во място
7	20	180	72.5	75	3-то място
8	20	175	66.5	70	загуба в 1-ва среща
9	19	173	60	56	
10	19	180	85	81	1 победа и 1 загуба
11	23	174	65	64	1-во място

Индивидуалните стойности за активността на sAA са представени на Фиг. 31. Активностите се движат в рамките от 3.56 до 6.86 ln(U/mL) една седмица преди състезанието, от 4.87 до 7.85 ln(U/mL) преди жребия и от 5.18 до 88.24 ln(U/mL) преди

първата среща. При повечето състезатели активността се покачва преди жребия и още повече преди двубоя. Правят изключение състезатели №4, №5 и №10, при които активността на sAA е по-голяма преди жребия отколкото преди първия двубой.



Фиг. 31 Активност на sAA по отделно на всеки състезател една седмица преди началото на състезанието, преди жребия и преди първия двубой.



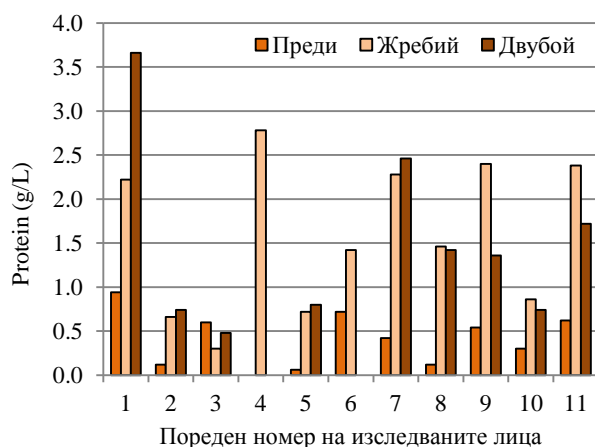
Фиг. 32 Средни стойности на активността на sAA за целия отбор една седмица преди началото на състезанието, преди жребия и преди първия двубой на състезателите (*** - $p < 0.001$ - спрямо преди състезанието)

На Фиг. 32 са представени средните стойности на активността на sAA за целия отбор. Те показват статистически значима спрямо изходните по-висока средна стойност преди жребия ($6.83 \pm 0.82 \ln(\text{U/mL})$ v.s. $5.50 \pm 0.84 \ln(\text{U/mL})$; $p < 0.0001$). Средните стойности преди първия двубой също показват статистически значимо спрямо изходната по-висока средна стойност ($7.03 \pm 0.89 \ln(\text{U/mL})$ v.s. $5.50 \pm 0.84 \ln(\text{U/mL})$, $p < 0.001$). Разликата в средната активност на sAA преди жребия и преди първия мач е статистически недостоверна.

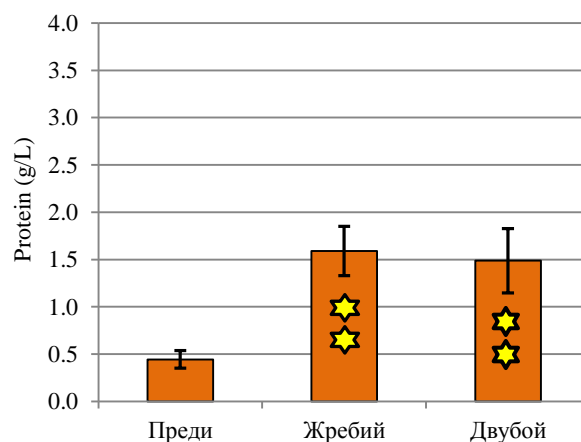
Индивидуалните стойности на концентрацията на общия протеин в слюнката са представени на Фиг. 33. При изследвано лице №3 липсват две, а при №6 липсва една стойности по технически причини. Концентрациите се движат в рамките 0.12 - 0.94 g/L преди състезанието, 0.30 - 2.78 g/L преди жребия и 0.48 – 3.66 g/L преди първия двубой. С изключение само на играч №3, ниски стойности се наблюдават една седмица преди състезанието, когато играчите са в относителен психически покой, а при стрес стойностите се покачват, като при едни състезатели най-високата стойност се регистрира преди жребия, а при други преди първия им двубой в първенството.

На Фиг. 34 са представени средните стойности на концентрацията на общия протеин в слюнката на всички играчи. Средната стойност преди жребия е достоверно по-висока спрямо изходната ($1.59 \pm 0.86 \text{ g/L}$ v.s. $0.44 \pm 0.29 \text{ g/L}$; $p < 0.01$), както и

средната стойности преди първия двубой (1.49 ± 1.02 g/L v.s. 0.44 ± 0.29 g/L; $p < 0.01$). Разликата в средните стойности на концентрацията на общия протеин преди жребия и преди първия мач е статистически недостоверна.

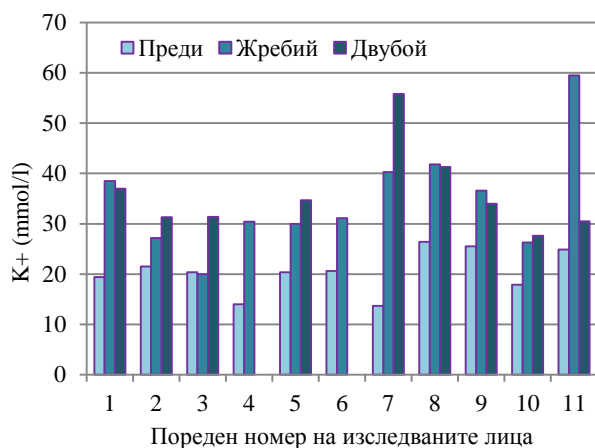


Фиг. 33. Концентрацията на протеин в слюнката по отделно на всеки състезател една седмица преди началото на състезанието, преди жребия и преди първия двубой.

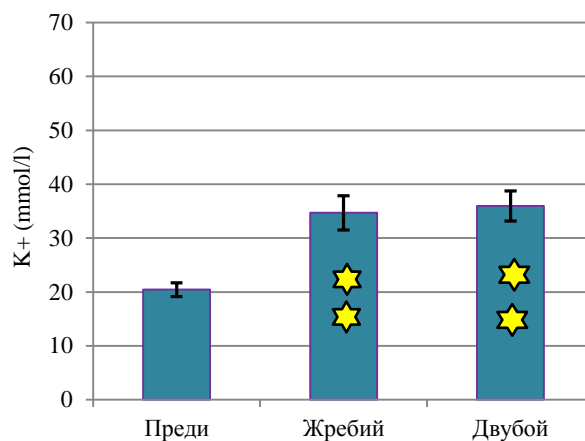


Фиг. 34 Средни стойности на концентрацията на протеин в слюнка на целия отбор една седмица преди началото на състезанието, преди жребия и преди първия двубой на състезателите. (** - $p < 0.01$ - спрямо преди състезанието)

Концентрациите на K^+ в слюнката в се движат в рамките 13.7 - 26.4 mmol/L преди състезанието, 20.0 – 59.5 mmol/L преди жребия и 27.6 – 55.8 mmol/L преди първия двубой. При изследвани лица №4 и №6 липсват по една стойност по технически причини (Фиг. 35). Както при активността на sAA и концентрацията на протеин, най-ниски стойности се наблюдават една седмица преди състезанието, а повишени - в състояние на стрес, като при едни състезатели най-високата стойност се регистрира преди жребия, а при други преди първия им двубой в първенството.



Фиг. 35 Концентрацията на K^+ в слюнка по отделно на всеки състезател една седмица преди началото на състезанието, преди жребия и преди първия двубой



Фиг. 36 Средни стойности на концентрацията на K^+ в слюнка една седмица преди началото на състезанието, преди жребия и преди първия двубой

На Фиг. 36 са представени средните стойности на концентрацията на K^+ в слюнката. Те показват статистически значима спрямо изходната по-висока средна стойност преди жребия (34.70 ± 10.54 mmol/L v.s. 20.43 ± 4.20 mmol/L; $p < 0.01$). Средната стойност преди първия двубой е също статистически значимо по-висока спрямо изходната (35.96 ± 8.45 mmol/L v.s. 20.43 ± 4.20 mmol/L; $p < 0.01$). Разликата в средните стойности преди жребия и преди първия мач е статистически недостоверна.

На Табл. 5 е представена корелационната матрица на изследваните показатели. Наблюдават се високи, статистически достоверни корелации и между трите измервания на активността на sAA (0.812; 0.924 и 0.665). Протеиновите концентрации, измерени преди жребия и преди двубоите са също силно корелирани ($r = 0.752$, $p = 0.019$). Отделните изследвани биохимични показатели също са силно взаимно корелирани. Концентрацията на общия протеин в слюнката преди двубоите силно корелира с активността на sAA преди жребия и преди двубоите ($r = 0.738$, $p = 0.023$; $r = 0.736$, $p = 0.024$). Концентрациите на K^+ седмица преди състезанието и активността на sAA преди състезанието и активността на sAA преди двубоите също силно корелират ($r = 0.792$, $p = 0.011$; $r = 0.738$, $p = 0.022$).

Табл. 5 Корелационна матрица на изследваните биохимични показатели. Достоверните корелационни коефициенти са оцветени в зелено. Представени са само редовете и колоните, в които се наблюдават статистически значими коефициенти на корелация.

		sAA Преди	sAA Жребий	sAA Двубой	Protein Преди	Protein Жребий	Protein Двубой	K+ Преди	K+ Жребий
sAA Жребий	Корелация	0.812	1						
	Значимост	0.002							
sAA Двубой	Корелация	0.924	0.665	1					
	Значимост	0.000	0.025						
Protein Преди	Корелация	-0.055	-0.035	0.064	1				
	Значимост	0.879	0.924	0.860					
Protein Жребий	Корелация	0.385	0.460	0.388	0.494	1			
	Значимост	0.243	0.155	0.238	0.147				
Protein Двубой	Корелация	0.613	0.738	0.736	0.655	0.752	1		
	Значимост	0.079	0.023	0.024	0.056	0.019			
K+ Преди	Корелация	-0.173	-0.464	0.062	-0.094	-0.143	-0.231	1	
	Значимост	0.611	0.151	0.857	0.797	0.674	0.549		
K+ Жребий	Корелация	0.436	0.231	0.461	0.213	0.639	0.514	0.366	1
	Значимост	0.180	0.495	0.153	0.555	0.034	0.156	0.268	
K+ Двубой	Корелация	0.792	0.542	0.738	-0.018	0.435	0.512	-0.441	0.245
	Значимост	0.011	0.132	0.022	0.963	0.242	0.158	0.234	0.525

Дискусия

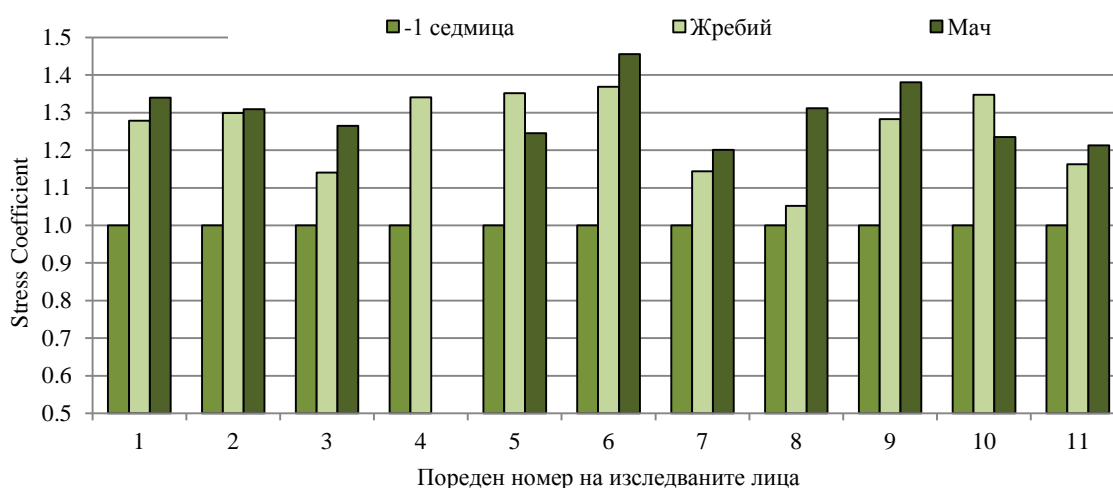
В това изследване е апробирана работната хипотеза в реални състезателни условия. Резултатите показват статистически значимо увеличение и на трите изследвани биохимични показатели преди жребия и преди първата среща спрямо изходното състояние (една седмица преди състезанието). По мнение на треньорите, очакването на резултата от жребия представлява не по-малък стрес за боксьорите отколкото предстартовото състояние преди отговорен мач. За отбелязване е много ниската регистрирана активност на слюнчената амилаза измерена при златния медалист (състезател №6) и при трите измервания.

Корелационната матрица показва статистически значима висока корелация в стойностите на активността на алфа-амилазата една седмица преди състезанието и преди жребия (0.81) и преди първия двубой (0.92). Това би могло да показва възможността активността на sAA, измерена една седмица преди състезанието, да предвижда предстартовата реакция на състезателите. В случая, този показател би могъл да представлява ранен маркер, сочещ състезателите, изискващи допълнително внимание от страна на спортните психолози.

Възможна е и друга интерпретация. sAA е полиалелен ензим, чиято активност зависи от броя на алелите у всеки един човек (от 2 до 14) (Perry et al. 2007; Falchi et al.

2014), което обяснява и големите различия в активността на sAA между индивидите. Наблюдава се и достоверна корелация между броя на генетичните копия на sAA (AMY1) и нейната активност $r = 0.45$; $p < 0.001$ (Elbers et al., 2011). Следователно можем да предположим, че както базовата активност на sAA в покой, така и повишената ѝ активност в стресови ситуации е пропорционална на броя на генетичните копия на AMY1 у дадено изследвано лице, което обяснява високите коефициенти на корелация в трите измервания.

На базата на горните разсъждения можем да предложим метод за оценка на величината на стресовата реакция по относителното покачване на активността на sAA спрямо изходни стойности в условия на физически и психически покой. Като такива при това изследване можем да приемем активностите, измерени една седмица преди състезанието. Коефициентът на покачване на активността преди жребия и преди двубой, спрямо изходната, би могъл да представлява „стресов коефициент“ (Фиг. 37). Съществената разлика в интерпретацията на резултатите при така предложения метод може да проличи при сравнение на Фиг. 31 и Фиг. 37. Така изследвано лице №6 (златен медалист), който на първата графика е с най-ниски стойности, по този метод се оценява като състезател с най-висока стресова реакция, както преди жребия така и преди първия двубой.



Фиг. 37 Съотношение на активността на sAA преди жребия и преди първия двубой спрямо активността на sAA, по отделно на всеки състезател измерена една седмица преди началото на състезанието.

Високата корелация между концентрациите на протеин и K^+ и активността на sAA представлява интерес в насока на разработване на експресни теренни методики за оценка на стреса с цел широкото им приложение в спортната практика. Например

концентрацията K^+ може да бъде определяна и без използване на реагенти, само с портативен анализатор с йонселективен електрод (ISR).

Гимнастика

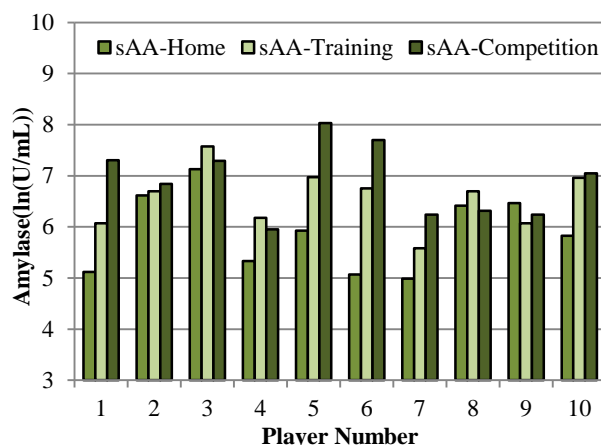
Организация на изследването

Девет дни преди първенството, в 10:00 часа сутринта, всички 10 състезателки от двата ансамбъла („Жени” и „Девойки старша възраст“ (ДСВ)) в домашна обстановка попълниха тестове за личностна и ситуативна тревожност и самостоятелно дадоха слюнчени проби със саливети. Беше определена активността на sAA, концентрацията на протеин и на K^+ . Пет дни преди състезанието се проведе същото изследване, но вече в тренировъчната зала, половин час преди началото на тренировката. Третото изследване се проведе около един час преди началото на състезанието, в съблекалнята на отборите.

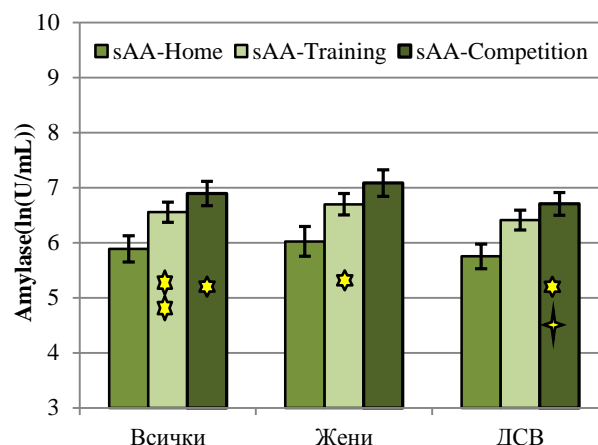
Резултати

На Държавното първенство за ансамбли, 2013 г ансамбълът ДСВ зае първо място от общо 14 отбора, а ансамбълът „Жени” зае 10 място, също от общо 14 отбора.

Индивидуалните стойности на активността на sAA се движат в рамките от 4.99 до 7.13 $\ln(U/mL)$ в пробите, взети на деветия ден преди състезанието, от 5.58 до 7.58 $\ln(U/mL)$ в пробите, взети преди тренировка и от 6.24 до 7.29 $\ln(U/mL)$ в тези, взети непосредствено преди състезание. При шест състезателки активността е по-висока преди тренировка и още по-висока преди състезание (№1, №2, №5, №6, №7 и №10), при три (№3, №4, №8) - активността на sAA е по-голяма преди тренировка отколкото преди състезанието и при една от състезателките (№9) не се забелязват разлики по отношение на активността на sAA в трите проби (Фиг. 38).



Фиг. 38 Активност на sAA по отделно за всяка състезателка на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезанието.



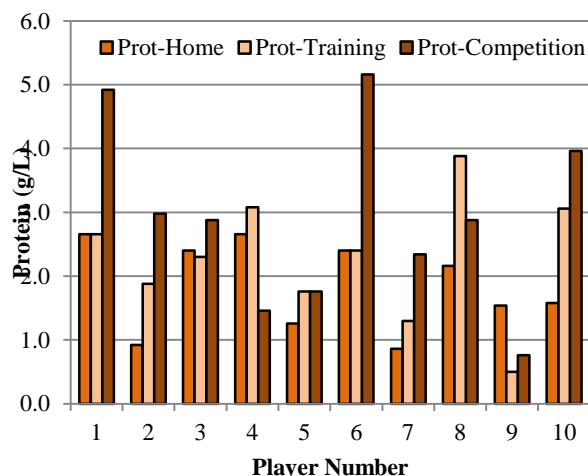
Фиг. 39 Средни стойности на активността на sAA на всички гимнастички, и по отделно за ансамбъл „Жени“ и ансамбъл ДСВ, на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезание. (* - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ - спрямо активността на sAA - девет дни преди състезанието; + - $p < 0.05$ спрямо sAA преди тренировката)

Наблюдават се статистически значими спрямо изходните по-високи средни стойности при всички състезателки взети заедно преди тренировка ($6.56 \pm 0.58 \ln(\text{U/mL})$ v.s. $5.89 \pm 0.75 \ln(\text{U/mL})$; $p < 0.01$) и преди състезанието ($6.90 \pm 0.70 \ln(\text{U/mL})$ v.s. $5.89 \pm 0.75 \ln(\text{U/mL})$; $p < 0.05$). При състезателките от ансамбъл „Жени“ средните стойности преди тренировка и преди състезание също показват статистически значима спрямо изходната по-висока средна стойност ($6.70 \pm 0.61 \ln(\text{U/mL})$ и $7.08 \pm 0.76 \ln(\text{U/mL})$ v.s. $6.03 \pm 0.85 \ln(\text{U/mL})$, $p < 0.05$). При гимнастичките ДСВ се регистрира статистически значимо по-висока средна стойност преди състезанието в сравнение както с изходното ниво ($6.71 \pm 0.61 \ln(\text{U/mL})$ v.s. $5.75 \pm 0.71 \ln(\text{U/mL})$, $p < 0.05$), така и с активността на sAA преди тренировка ($6.41 \pm 0.57 \ln(\text{U/mL})$ v.s. $5.75 \pm 0.71 \ln(\text{U/mL})$, $p < 0.05$) (Фиг. 39).

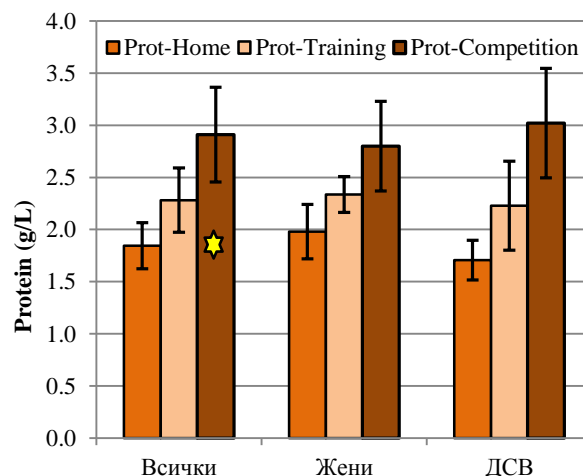
Девет дни преди състезанието концентрациите на общия протеин в слюнката се движат в рамките 0.86 - 2.66 g/L, преди тренировка 0.50 - 3.88 g/L и 0.76 - 5.16 g/L преди състезанието. Като цяло, най-ниски стойности се наблюдават девет дни преди състезанието. Най-висока стойност при едни от гимнастичките се регистрира преди тренировка, а при други преди състезанието. Градацията на стойностите при някои състезателки (№4 и №9), обаче, се различава съществено (Фиг. 40).

Средните стойности на протеина на всички гимнастички взети заедно показват статистически значима спрямо изходните по-висока средна стойност преди състезанието ($2.91 \pm 1.44 \text{ g/L}$ v.s. $1.84 \pm 0.70 \text{ g/L}$; $p < 0.05$). Разликата в средните

стойности на концентрацията на общия протеин на деветия ден преди състезанието и преди тренировка, както между стойностите преди тренировка и преди състезание е статистически недостоверна (Фиг. 41).



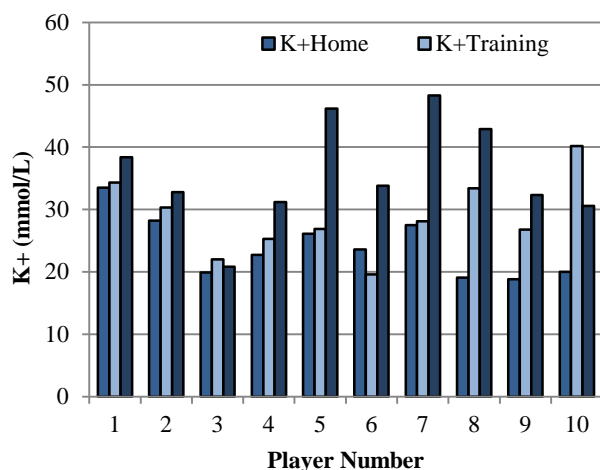
Фиг. 40 Концентрацията на общия протеин в слюнката по отделно за всяка състезателка на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезанието.



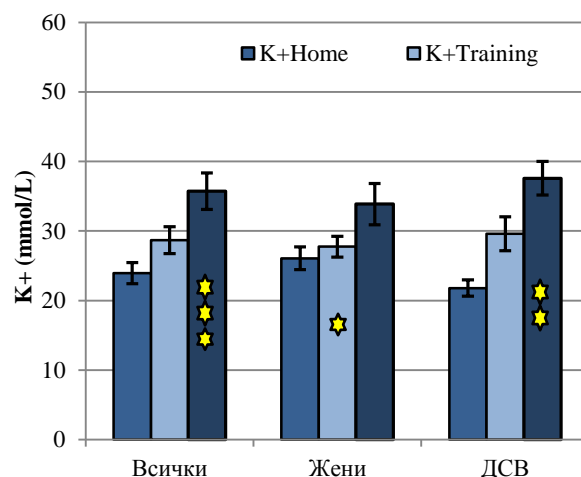
Фиг. 41 Средни стойности на концентрацията на общия протеин на всички гимнастички, на ансамбъл „Жени“ и ансамбъл ДСВ на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезание.

(* - $p < 0.05$, спрямо изходните нива - девет дни преди състезанието)

На Фиг. 42 са представени индивидуалните стойности на концентрацията на K^+ в слюнката на участничките в експеримента на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезанието. Концентрациите се движат в рамките 18.8 – 33.5 mmol/L девет дни преди състезанието, 19.6 – 40.2 mmol/L преди тренировка и 20.8 - 48.3 mmol/L непосредствено преди състезанието. Като цяло, както при активността на sAA и концентрацията на общия протеин, най-ниски стойности се наблюдават на деветия ден преди състезанието (с изключение на №6), като в повечето случаи (с изключение на №3 и №10), най-високата стойност се регистрира преди състезанието.



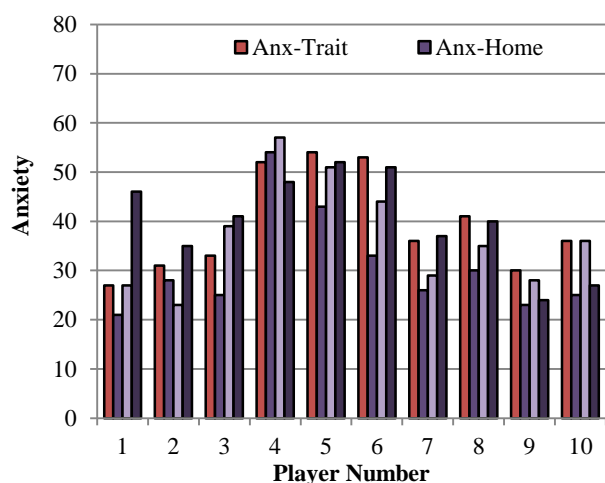
Фиг. 42 Концентрация на K^+ в слюнката по отделно за всяка състезателка на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезанието.



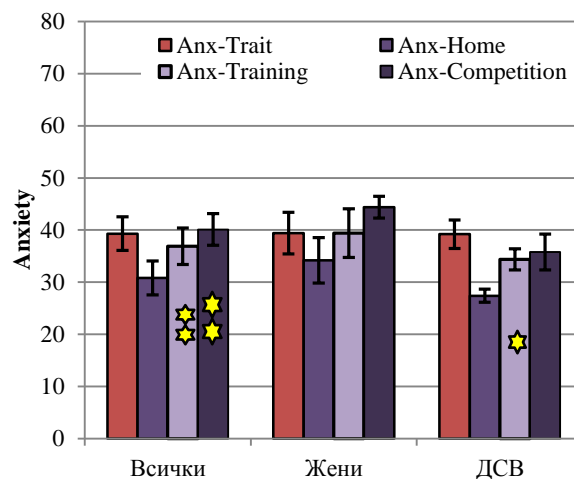
Фиг. 43 Средни стойности на концентрацията на K^+ за всички гимнастички, за гимнастичките от ансамбъл „Жени“ и от ансамбъл ДСВ на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезанието. (* - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ - спрямо концентрацията на K^+ на деветия ден преди състезанието)

На Фиг. 43 са представени средните стойности на концентрацията на K^+ в слюнката. При статистиката, обхващаща всички изследвани лица преди състезанието, се наблюдава достоверно по-висока спрямо изходната средна концентрация (35.73 ± 8.3 mmol/L v.s. 23.94 ± 4.83 mmol/L; $p < 0.001$). Отделно само за ансамбъл ДСВ, концентрацията също е по-висока преди състезанието (37.58 ± 7.65 mmol/L v.s. 21.80 ± 3.72 mmol/L; $p < 0.01$). При ансамбъл „Жени“, статистически значимо по-висока спрямо изходната е средната стойност на концентрацията на K^+ в слюнката преди тренировка (27.76 ± 4.72 mmol/L v.s. 26.08 ± 5.22 mmol/L; $p < 0.05$).

На Фиг. 44 са представени индивидуалните стойности, получени от изследването на личностната и ситуативната тревожност чрез теста на Spielberger. Получените резултати за личностната тревожност са в рамките 32 – 59, за ситуативната тревожност девет дни преди състезанието - 21 – 54, преди тренировка - 27 - 57 и 24 -52 преди състезанието. В повечето случаи личностната тревожност е най-ниска девет дни преди състезанието, като в повечето случаи най-високата стойност се регистрира преди състезанието.



Фиг. 44 Личностна (Trait) и ситуативна (State) тревожност (Anx) по отделно за всяка състезателка на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезанието.



Фиг. 45 Средни стойности на личностната (Trait) и ситуативната (State) тревожност (Anx) за всички гимнастички от ансамбъл „Жени“ и ансамбъл ДСВ, на деветия ден преди състезанието, преди тренировка и преди състезанието. (* - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ - спрямо ситуативната тревожност - девет дни преди състезанието)

На Фиг. 45 са представени средните стойности на личностната и ситуативната тревожност. При статистиката, обхващаща всички изследвани лица, се наблюдава достоверно по-висока средна стойност на личностната тревожност преди тренировката (36.90 ± 11.03 v.s. 30.80 ± 10.26 ; $p < 0.01$) и преди състезанието (40.10 ± 9.57 v.s. 30.80 ± 10.26 ; $p < 0.01$) спрямо изходната. При ансамбъла ДСВ ситуативната тревожност е статистически значимо по-висока спрямо тази преди тренировка (34.40 ± 6.43 v.s. 27.40 ± 4.04 ; $p < 0.05$). При ансамбъл „Жени“ картината е подобна, но разликите не са достоверни.

На Табл. 6 е представена корелационната матрица на изследваните показатели. Наблюдават се статистически достоверен коефициенти на корелация между концентрацията на sAA в пробите получени на деветия ден преди състезанието в домашна обстановка и концентрацията на sAA преди тренировка ($r=0.627$; $p < 0.05$). Корелациите между личностната и ситуативната тревожност, отчетена в трите момента на измерване, е също достоверно много висока. Високи са и корелационните коефициенти между ситуативната тревожност при трите измервания.

Личностната увереност показва много висока, достоверна, обратна корелация с личностната тревожност. Това показва тяхната реципрочност и потвърждава обективното попълване на тестовете.

Табл. 6 Корелационна матрица на изследваните биохимични показатели. Достоверните корелационни коефициенти са маркирани. Представени са само редовете и колоните в които се наблюдават статистически значими коефициенти на корелация.

N=10		sAA	Anx	Anx	Anx	SC	SC
sAA-Training	Корелация	0.627					
	Достоверност	0.050					
Anx-Training	Корелация	-0.206	0.876				
	Достоверност	0.568	0.001				
Anx-Competition	Корелация	-0.398	0.588	0.629			-0,632
	Достоверност	0.255	0.074	0.049			0.049
Anx-Trait	Корелация	-0.340	0.839	0.881	0.673	-0,830	
	Достоверност	0.336	0.002	0.001	0.033	0,0029	

Дискусия

При това изследване беше получена достоверна корелация само в стойностите на активността на sAA, измерени на деветия ден преди състезанието и преди тренировка. Липсата на корелация с активността на sAA преди състезание и отсъствието на достоверни корелации между останалите биохимични показатели и между тях и резултатите от теста за тревожност, може в известна степен да се дължи на относително голямата разликата във възрастта на състезателките и различните им реакции преди тренировка и преди състезание.

Използването на саливети позволява вземане на проби от самите състезатели в домашни условия и при необходимост няколкократно.

Въпреки, че изходните тестове и проби бяха получени в дома на изследваните лица, трябва да се отбележи, че гимнастичките водят много напрегнат начин на живот, като освен почти ежедневни тренировки, те имат голяма натовареност в училище. В допълнение трябва да се отбележи, че повечето гимнастички имат отличния успех. Пробите получени преди тренировки, провеждани няколко дни преди голямо състезание, според нас не би трябвало да се приемат за напълно достоверна контрола, тъй като нервното напрежение на тренировка, няколко дни преди отговорен турнир е може би по-голямо от това преди самото състезание.

При бъдещи изследвания би било най-добре изходните стойности, в домашна обстановка или преди тренировка, да се вземат в момент от време отдалечен от предстоящи и минали състезания, с малка или никаква натовареност в училище (ваканции или неделни дни).

ИЗВОДИ

1. Показателите HRmin, HRavg и HRmax, се покачват закономерно при емоционални стресови въздействия и при физически натоварвания. Разграничаването на ефекта на двата стресора е неубедително.
2. Големите индивидуални разлики в тези показатели затрудняват определянето на универсални норми, отграничаващи определени физиологични състояния на организма.
3. При някои спортове сърдечната честота показва краткотрайни големи колебания свързани с дълбоки дихателни движения или при изпълнение на отделни технически елементи. Това затруднява оценката на активността на вегетативната нервна система дори чрез устойчивите времеви показатели като SSDN и rMSSD.
4. Използването на параметри на сърдечната честота и HRV за оценка на стреса е най-коректно в условия на физически покой, включително и без предходно физическо натоварване – основно предстартови състояния.
5. От всички показатели сърдечната честота и HRV е най-подходящ за оценка на стреса при проведените от нас изследвания се очертава HRavg (средната сърдечна честота определена за 5-минутен период). HRavg корелира най-силно с всички останали показатели и проявява най-закономерни промени при стресови ситуации.
6. Активност на sAA, концентрация на протеин и калий в слюнката показват закономерно покачване при изследваните модели състезателен стрес и предстартови състояния. Те се влияят по-слабо от физическата активност.
7. Активността на sAA показва големи индивидуални различия както и според литературните данни (Kobayashi et al. 2012).
8. Концентрацията на протеин в слюнката, припокрива в голяма степен информацията получена от активността на sAA и има ценни в практическо отношение преимущества, като по-ниска цена, по-кратко време за определяне и по-малка флуктуация на резултатите.
9. Концентрацията на Na^+ , като и съотношението K^+/Na^+ не дават допълнителна информация за стресовите реакции на състезателите.

ПРЕПОРЪКИ

1. За оценка на състезателния стрес, от показателите на сърдечната честота, да се използва HRavg, като най-устойчив и информативен.
2. Оценката на показателите на сърдечната честота и HRV трябва да се прави на базата на индивидуални нормативни стойности, получени при текущи измервания в относителен физически и психически покой и тестово стресово натоварване.
3. Използването на активността на sAA за оценка на стреса да става в относителни единици спрямо активността ѝ в състояние на физически и психически покой.
4. Базовите стойности на активността на sAA да се измерват в проби получени в едно и също време, най-добре сутрин, в период максимално отдалечен от отговорни състезания.
5. Използване на показателя концентрация на протеин в слюнката, който има практически преимущества като по-ниска цена, по-кратко време за определяне и по-голяма стабилност.
6. За оценка на стреса в спортната практика, да се използва експресното теренно определяне на K^+ с йонселективни електроди.
7. Да се комбинират физиологически, биохимични и психологически показатели за формиране на комплексна оценка на състезателния стрес.

ПРИНОСИ

1. За първи път в България е направено изследване, в което са използвани активността на sAA, концентрацията на протеин и K^+ в слюнката за оценка на състезателния стрес.
2. За първи път в България за изследвания в спорта е използвана GSM-базирана телеметрична система за наблюдение на показателите на HRV, успоредно с оценка на физическата активност, регистрирана с тридименсионален акселерометър.
3. Предложен е нов подход при оценката на активността на sAA, като показател за стрес.
4. Експериментално е доказана висока корелация между концентрациите на протеин и K^+ и активността на sAA, което създава насока за разработване на експресни

теренни методики за оценка на стреса с цел широкото им приложение в спортната практика.

5. Формиране на банка от експериментални физиологични и биохимични данни, характеризиращи различни видове стрес при състезатели представители от шест различни видове спорт в условия на моделирани и реални състезателна и тренировъчна дейност.
6. Анализирани са корелациите между физиологични, биохимични и психологически показатели за оценка на състезателния стрес и се потвърждава, че само комбинирането на трите вида показатели дава комплексна картина на стресовите реакции на състезателите при различни ситуации.

Публикации във връзка с дисертационния труд

1. Petrov L., Bozhilov G., Alexandrova A., Mugandani SC., Djarova T. Salivary alpha-amylase, heart rate and heart-rate variability in response to an experimental model of competitive stress in volleyball players. AJPHERD, 2014, 20(2:1): 308-322.
2. Петров Л. Възможности за използване на слюнката за диагностика в спортната биохимия. Спорт и наука, 2014, 3: 93-106.
3. Любомир Петров, Живка Желязкова-Койнова, Радислав Атанасов, Петър Атанасов, Николай Заеков, Албена Александрова, Люба Андреева. "Биохимични и психологически показатели при моделиране на емоционален стрес при шахматисти", Спорт и Наука 2012, Извънреден брой, 4: 36-44.

Участия в конгреси и симпозиуми с материали свързани с дисертацията

1. Petrov L., Atanasov P., Zaikov N., Alexandrova A., Zsheliaskova-Koynova Zsh., Achkakanov I. Physiological and non-invasive biochemical indexes in a model of emotional stress in shooters, X National Congress of Physiology, 06-09, October, 2011, Varna, Bulgaria
2. Любомир Петров, Живка Желязкова-Койнова, Радислав Атанасов, Петър Атанасов, Николай Заеков, Албена Александрова, Люба Андреева. "Биохимични и

психологически показатели при моделиране на емоционален стрес в шахмата", Научна конференция «Спорт, сигурност, здраве»; 24 Ноември 2011, НСА, София

3. Lubomir Petrov, Albena Alexandrova, Jivka Zhelyazkova, Ivan Achkakanov, Petar Atanasov. Telemetric physiological and non-invasive biochemical indexes in an emotional stress model in shooters, V International Scientific Congress "Neurobiotelecom-2012", 6-7 December 2012, St. Petersburg, Russia.
4. Любомир Петров, Георги Божилов, Вера Антонова, Живка Желязкова-Койнова, Албена Александрова, Николай Заков, Борис Стоилов. Биохимични и физиологични показатели при експериментален модел на състезателен стрес във волейбола, Международна научна конференция „Оптимизиране на педагогическия процес по баскетбол, волейбол, хандбал”, 31 Май 2013, НСА, София
5. Живка Желязкова-Койнова, Любомир Петров. Психометрични характеристики на експресен тест за изследване на ситуативната спортна увереност. Научна конференция „Перспективи и предизвикателства пред спортната наука”, 26 Април 2013, НСА, София.

Участия в научни проекти свързани с дисертацията.

1. Научен проект на тема „Биохимични показатели при експериментални модели на емоционален стрес при индивидуални и колективни спортове” с научен ръководител проф. Петър Атанасов, финансиран от НСА „Васил Левски”, съгласно протокол на Академичния Съвет №6 от 12.05.2012 г.