

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПОРТИВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ У ГРЕБЦОВ-КАНОИСТОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ С ПОЗИЦИИ СКОРОСТИ ИХ ПОСТНАГРУЗОЧНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

**Г.А. МАКАРОВА, С.М. ЧЕРНУХА,
А.А. КАРПОВ, Т.В. БУШУЕВА,
КГУФКСТ, г. Краснодар, Россия;
И.Б. БАРАНОВСКАЯ,
ККБ № 2, г. Краснодар, Россия**

Аннотация

Цель работы – изучение скорости постнагрузочного восстановления отдельных биохимических и физиологических параметров, а также критериев психоэмоционального состояния в плане прогнозирования уровня спортивных достижений и их стабильности у 19 гребцов-каноистов мужского пола высокой и высшей квалификации в возрасте от 21 до 33 лет. Исследования проводились многократно (от 25 до 40 раз) на протяжении трех лет. Регистрировались: содержание гемоглобина, железа, аланинаминотрансферазы, аспаратаминотрансферазы, общей креатинфосфокиназы, мочевины, кортизола, общего и свободного тестостерона, общего белка, показатель гематокрита, результаты анкетирования (сон, аппетит, желание тренироваться), частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление; рассчитывались пульсовое давление и показатель двойного произведения. Также определяли интегральный показатель функционального состояния с использованием аппаратно-программного комплекса «Омега» и параметры обследования на программном модуле «Кардиовизор». Протокол регистрации – через 14 часов после последней тренировки в начале и конце недельного микроцикла, через 20 часов после последней тренировки в конце недельного микроцикла и через 44 часа отдыха после последней тренировки. Для оценки полученных данных был использован ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic). Результаты: прогностически значимыми классификационными параметрами попадания в «успешную» подгруппу по уровню и стабильности спортивных достижений у гребцов-каноистов высшей квалификации являются только высокая толерантность функционального состояния центральной нервной системы, в частности, его психоэмоциональная составляющая к метаболическим сдвигам нагрузочного характера, а также более высокое содержание кортизола в крови в конце недельных микроциклов.

Ключевые слова: гребля на каноэ, спортсмены высокой и высшей квалификации, прогнозирование, биохимические, физиологические параметры, критерии психоэмоционального состояния, ROC-анализ.

FORECASTING OF ATHLETIC ACHIEVEMENTS IN ELITE CANOEISTS BASED ON THEIR AFTERLOAD RECOVERY RATE

**G.A. MAKAROVA, S.M. CHERNUKHA,
A.A. KARPOV, T.V. BUSHUEVA,
KSUEST, Krasnodar, Russia;
I.B. BARANOVSKAYA,
RCH No. 2, Krasnodar, Russia**

Abstract

Aim: to investigate the afterload recovery rate of some biochemical and physiological parameters as well as criteria of psycho-emotional state in the context of forecasting level and stability of athletic achievements in 19 highly trained male canoeists aged from 21 to 33 years. The studies were performed repeatedly (25 to 40 times) within a span of 3 years. The registered parameters: contents of hemoglobin, iron, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, total creatine phosphokinase, urea, cortisol, total testosterone, free testosterone, total protein, hematocrit volume, results of questionnaire survey (sleep, appetite, motivation to train), heart rate, systolic and diastolic blood pressure; pulse pressure and double product were calculated. Integrated index of functional state (Omega hardware-software complex) and parameters of examination using Kardiovisor program module has been determined. Data record protocol: 14 hours after the last training at the beginning and at the end of a week-long micro cycle, 20 hours after the last training at the end of a week-long micro cycle and after 44 hours of rest since the last training. Receiver Operating Characteristic (ROC) analysis was applied for appraisal of the findings. Results; Only high tolerance of central nervous system's functional state, its psychoemotional component in particular (motivation to train, sleep, appetite), to exercise-induced metabolic shift and higher cortisol level in blood at the end of a week-long micro cycles serve as prognostically significant parameters for classification into "successful" subgroup regarding the level and stability of athletic achievements in highly trained canoeists.

Keywords: canoeing, well and highly trained athletes, forecasting, biochemical and physiological parameters, criteria of psychoemotional state, ROC analysis.



Введение

Проблема использования физиологических и биохимических параметров, а также критериев психоэмоционального состояния в системе прогнозирования уровня спортивных достижений в циклических видах спорта, направленных на преимущественное развитие выносливости, в подавляющем большинстве научных исследований изучалась путем сравнительного анализа определенного комплекса показателей у спортсменов разной квалификации. При этом, как правило, речь шла о традиционных критериях мощности, емкости и эффективности (реже – мобилизуемости и реализуемости) энергетических возможностей организма, а также уровне развития применительно к избранному виду спорта необходимых физических качеств [1–4]. Когда же возникает необходимость применения этих параметров в однородных группах спортсменов, особенно высшей квалификации, большая часть из них оказывается мало информативной.

Цель исследования. Учитывая это, нами была предпринята попытка апробировать в плане прогнозирования уровня спортивных достижений и их стабильности у гребцов-каноистов высшей квалификации скорость постангрузочного восстановления отдельных биохимических и физиологических параметров, а также критериев психоэмоционального состояния, которое, согласно рабочей гипотезе, у «успешной» подгруппы спортсменов должно быть выше, чем у «неуспешной».

Методы и организация исследований

Исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы по теме «Моделирование тренировочного процесса высококвалифицированных гребцов на каноэ с учетом факторов, определяющих и лимитирующих эффективность соревновательной деятельности».

Биохимические исследования проводились под руководством ФГБОУ «Центр спортивной подготовки сборных команд России». Разрешение на использование данных биохимических исследований крови гребцов-каноистов высшей квалификации получено (письмо ФГБУ «ЦСП», исх. № 04-03.09/1063 от 03.07.2019).

В наблюдениях приняли участие 19 спортсменов мужского пола высокой и высшей квалификации в возрасте от 21 до 33 лет, из них – 7 ЗМС, 6 МСМК, 6 МС.

Исследования проводились многократно (до 25 раз) на протяжении трех лет, утром, натощак.

Показатели морфологического состава капиллярной крови определялись с помощью гематологического анализатора Abacus 380.

Биохимические показатели также измерялись в капиллярной крови с помощью полуавтоматического биохимического анализатора BioSystems BTS-350.

Регистрировались (кол-во измерений): содержание гемоглобина – 274, железа – 95; аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатамино-трансферазы (АСТ), общей креатинфосфокиназы (КФК), мочевины, кортизола – по 275, общего тестостерона – 274, свободного тестостерона – 195, общего белка – 242 и показатель гематокрита – 275.

В наблюдениях, связанных с анализом текущих изменений физиологических показателей и критериев психоэмоционального состояния, приняли участие 20 спортсменов мужского пола высокой и высшей квалификации в возрасте от 21 до 33 лет, из них 7 ЗМС, 6 МСМК, 7 МС.

Исследования проводились многократно (до 40 раз) также на протяжении 3 лет.

Регистрировались: результаты анкетирования (сон, аппетит, желание тренироваться), частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и пульсовое (ПД) артериальное давление, показатель двойного произведения (ПДП), интегральный показатель функционального состояния (ПДФ), полученный с использованием аппаратно-программного комплекса «Омега» (омега-потенциал – ОП) [5–6] и результаты обследования – на программном модуле «Кардиовизор» (КВ) [7–8].

ПД определялся как разность между значениями САД и ДАД.

ПДП рассчитывался по формуле:

$$\text{ПДП} = \text{ЧСС} \times \text{САД} / 100.$$

Анкетирование проводилось по упрощенной схеме и предусматривало оценку спортсменом по 5-балльной шкале сна, аппетита и желания тренироваться.

Регистрируемые параметры всегда измерялись утром, натощак, в соответствии со следующим протоколом:

- ✓ понедельник – после 44 ч отдыха;
- ✓ вторник – спустя 14 ч после последней тренировки в начале недельного микроцикла;
- ✓ суббота – спустя 14 ч после последней тренировки в конце недельного микроцикла;
- ✓ воскресенье – спустя 20 ч после последней тренировки в конце недельного микроцикла.

С целью оценки полученных данных, в частности, прогностической ценности регистрируемых показателей, был использован ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic), суть которого заключается в определении чувствительности (Se) и специфичности (Sp) каждого значения диагностической шкалы в отношении альтернатив прогноза («успешная» и «неуспешная» подгруппы по уровню и стабильности спортивных достижений в избранных сезонах). Чувствительность в данном случае – это мера вероятности того, что спортсмен будет правильно идентифицирован с помощью избранного параметра в плане попадания в «успешную» подгруппу. Специфичность – вероятность отсутствия ложно-положительного результата. Площадь под графиком (ROC_{AREA}) являлась интегральным показателем, оценивающим прогностические свойства избранной шкалы. Приближение значения ROC_{AREA} к 1,0 соответствует более значимым классификационным свойствам шкалы. С позиции вероятностного подхода, чувствительность и специфичность как меры информативности анализируемых параметров в данной работе считались удовлетворительными при следующих значениях: площадь под кривой $\text{ROC}_{\text{AREA}} > 0,600$; чувствительность $\text{Se} > 0,800$ ($> 80\%$); специфичность $\text{Sp} > 0,500$ ($> 50\%$).



Результаты исследований

Согласно результатам ROC-анализа, после 44 ч отдыха из показателей морфологического и биохимического состава крови определенной информативной ценностью обладали: общий белок ($ROC_{AREA} = 0,723$, чувствительность – 85,7%, специфичность – 58,9%) и свободный

тестостерон ($ROC_{AREA} = 0,680$, чувствительность – 85,4%, специфичность – 50,6%). Однако, как это на первый взгляд ни парадоксально, у участников «успешной» подгруппы они были ниже, чем у участников «неуспешной» (табл. 1).

Таблица 1

Результаты ROC-анализа показателей морфологического и биохимического состава крови спортсменов после 44 часов отдыха (понедельник)

Наименование показателя	ROC_{AREA}	Sp (%)	Se (%)
Гемоглобин (г/л)	0,627	48,8	76,6
Гематокрит (%)	0,642	50,7	77,7
Железо (мкмоль/л)	0,587	31,2	86,3
АЛТ (Ед./л)	0,545	40,2	68,8
АСТ (Ед./л)	0,383	24,4	52,2
КФК (Ед./л)	0,507	36,3	65,2
Мочевина (моль/л)	0,568	42,8	70,9
Кортизол (нмоль/л)	0,553	40,8	69,8
Тестостерон (нмоль/л)	0,542	39,8	68,6
Свободный тестостерон (пг/мл)	0,680	50,6	85,4
Общий белок (г/л)	0,723	58,9	85,7

Что касается физиологических параметров и критериев психоэмоционального состояния, то после 44 ч отдыха информативной ценностью обладали только показатели оценки (в баллах) спортсменами желания тренироваться, аппетита и сна – у участников «успешной» подгруппы они были выше, чем у участников «неуспешной», при этом значимость этих параметров убывала в данном ряду следующим образом: желание тренироваться – $ROC_{AREA} = 0,662$, чувствительность – 74,6%, специфичность – 57,7%; аппетит – $ROC_{AREA} = 0,646$, чувствительность – 73,1%, специфичность – 56,1%; сон – $ROC_{AREA} = 0,632$, чувствительность – 71,8%, специфичность – 55%).

На рисунке 1 представлен график ROC-кривой показателя «Желание тренироваться» ($ROC_{AREA} = 0,662$).

Спустя 14 ч после последней тренировки в начале недельного микроцикла, установлены высокие классификационные свойства свободного тестостерона ($ROC_{AREA} = 0,916$, чувствительность – 100%, специфич-

ность – 82,1%) и удовлетворительные – содержание гемоглобина ($ROC_{AREA} = 0,744$, чувствительность – 90,1%, специфичность – 58,6%), однако и здесь они были выше у участников «неуспешной» подгруппы (табл. 2).

Из физиологических параметров и критериев психоэмоционального состояния, спустя 14 ч после последней тренировки в начале недельного микроцикла, классифицирующими свойствами также обладали только показатели оценки (в баллах) спортсменами желания тренироваться ($ROC_{AREA} = 0,731$, чувствительность – 83,7%, специфичность – 62,5%), аппетита ($ROC_{AREA} = 0,728$, чувствительность – 83,41%, специфичность – 62,2%) и сна ($ROC_{AREA} = 0,700$, чувствительность – 80,6%, специфичность – 59,5%), которые у участников «успешной» подгруппы были выше, чем у участников «неуспешной».

На рисунке 2 представлен график ROC-кривой показателя «Аппетит» ($ROC_{AREA} = 0,728$).

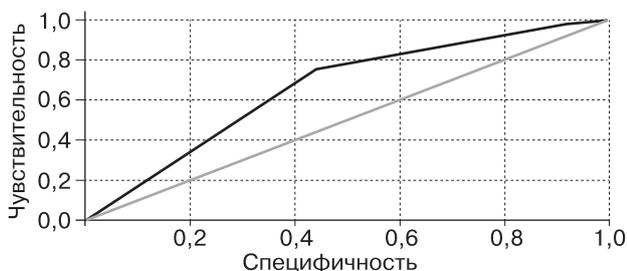


Рис. 1. Характеристический график (ROC-кривая) показателя «Желание тренироваться» после 44 часов отдыха

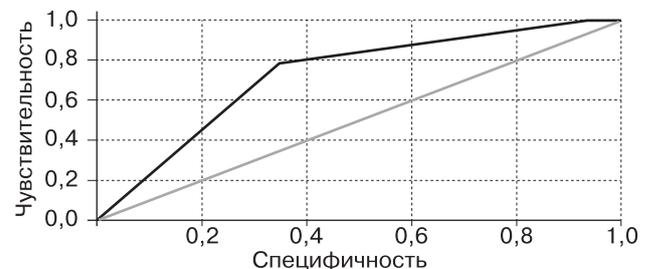


Рис. 2. Характеристический график (ROC-кривая) показателя «Аппетит» через 14 часов после тренировки в начале недельного микроцикла



Таблица 2

**Результаты ROC-анализа показателей морфологического
и биохимического состава крови спортсменов через 14 часов после тренировки
в начале недельного микроцикла**

Наименование показателя	ROC _{AREA}	Sp (%)	Se (%)
Гемоглобин (г/л)	0,744	58,6	90,1
Гематокрит (%)	0,512	35,7	66,7
Железо (мкмоль/л)	0,448	18,4	71,2
АЛТ (Ед./л)	0,587	42,6	74,7
АСТ (Ед./л)	0,556	36,3	74,8
КФК (Ед./л)	0,634	46,7	80,1
Мочевина (моль/л)	0,513	34,1	68,4
Кортизол (нмоль/л)	0,335	15,4	51,7
Тестостерон (нмоль/л)	0,623	46,3	78,3
Свободный тестостерон (пг/мл)	0,916	82,1	100,0
Общий белок (г/л)	0,505	27,8	73,1

Спустя 14 часов после последней тренировки в конце недельного микроцикла, из всех проанализированных показателей морфологического и биохимического состава крови информативной ценностью обладали содержание кортизола (ROC_{AREA} = 0,673, чувствительность – 79,7%,

специфичность – 54,9%) и гемоглобина (ROC_{AREA} = 0,647, чувствительность – 77,2%, специфичность – 52,1%), при этом содержание кортизола в крови было выше у участников «успешной» подгруппы, а содержание гемоглобина – у участников «неуспешной» (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты ROC-анализа показателей морфологического
и биохимического состава крови у спортсменов, спустя 14 часов
после последней тренировки в конце недельного микроцикла (суббота)**

Наименование показателя	ROC _{AREA}	Sp (%)	Se (%)
Гемоглобин (г/л)	0,647	52,1	77,2
Гематокрит (%)	0,588	45,6	71,9
Железо (мкмоль/л)	0,535	21,0	85,9
АЛТ (Ед./л)	0,528	39,3	66,3
АСТ (Ед./л)	0,470	33,6	60,4
КФК (Ед./л)	0,584	45,2	71,6
Мочевина (моль/л)	0,636	50,9	76,3
Кортизол (нмоль/л)	0,673	54,9	79,7
Тестостерон (нмоль/л)	0,502	36,5	63,9
Свободный тестостерон (пг/мл)	0,529	36,9	68,9
Общий белок (г/л)	0,374	22,8	52,0

При ROC-анализе физиологических параметров и критериев психоэмоционального состояния, обладающих информативной ценностью, в этот постнагрузочный период установлено не было.

Через 20 ч после 1-й тренировки в конце недельного микроцикла из показателей морфологического и биохимического состава крови удовлетворительной прогностической ценностью опять обладал показатель содержания кортизола в крови (ROC_{AREA} = 0,690, чувствительность –

87,3%, специфичность – 50,8%), который был выше у участников «успешной» подгруппы. Что касается показателя АЛТ, то его изолированное (причем однократное, и в диапазоне нормальных величин) увеличение у участников «успешной» подгруппы мы не можем объяснить с позиции его прогностической значимости (табл. 4). Возможно, в дальнейшем целесообразно проанализировать в этом плане изменения коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ).



Таблица 4

**Результаты ROC-анализа показателей морфологического
и биохимического состава крови спортсменов, спустя 20 часов после 1-й тренировки
в конце недельного микроцикла**

Наименование показателя	ROC _{AREA}	Sp (%)	Se (%)
Гемоглобин (г/л)	0,480	28,7	67,3
Гематокрит (%)	0,478	28,5	67,2
АЛТ (Ед./л)	0,694	51,7	87,1
АСТ, Ед/л	0,592	39,1	79,4
КФК, Ед/л	0,457	26,4	64,9
Мочевина, моль/л	0,451	24,3	65,9
Кортизол, нмоль/л	0,690	50,8	87,3
Тестостерон, нмоль/л	0,596	38,4	80,8
Свободный тестостерон, пг/мл	0,427	20,0	65,4
Общий белок, г/л	0,328	13,4	52,1

Из физиологических параметров и критериев психоэмоционального состояния показателей определенной прогностической значимостью обладали показатели оценки спортсменами (в баллах) аппетита (ROC_{AREA} = 0,657,

чувствительность – 80%, специфичность – 51,4%) и желания тренироваться (ROC_{AREA} = 0,650, чувствительность – 79,1%, специфичность – 51%), которые были выше у участников «успешной» подгруппы.

Заключение

Таким образом, согласно полученным данным, при невозможности использования полностью идентичных по характеру, объему и интенсивности тренировочных нагрузок (что нереально при работе со спортсменами высокой и высшей квалификации) предположение, что скорость постнагрузочного восстановления показателей морфологического и биохимического состава крови, а также ряда регистрируемых физиологических критериев у спортсменов, показавших в соревновательных сезонах лучшие спортивные достижения, должна быть выше, не подтвердилась.

В качестве прогностически значимых классификационных параметров попадания в «успешную» подгруппу по уровню и стабильности спортивных достижений (правда, при пограничных значениях специфичности) у гребцов-каноистов высшей квалификации выделились только высокая толерантность функционального состояния центральной нервной системы, в частности, его психоэмоциональной составляющей (желание тренироваться, сон, аппетит) к метаболическим сдвигам нагрузочного характера, а также более высокое содержание кортизола в крови в конце недельных микроциклов.

На последнем положении нам хотелось бы остановиться особо. В отечественной практике традиционно принято считать, что повышение адаптационных возможностей организма спортсменов должно сопровождаться

увеличением уровня свободного тестостерона и снижением (или стабилизацией) содержания кортизола в крови. При этом мы нередко забываем о том, что снижение соотношения «свободный тестостерон/кортизол» на 30% ниже нормального для спортсмена высокого уровня может служить признаком слишком интенсивных тренировочных нагрузок [9] только в силовых и спринтерских видах спорта [10]. В то же время, именно снижение уровня кортизола в крови и отсутствие его повышения в ответ на интенсивные физические нагрузки является одним из значимых маркеров хронического физического перенапряжения и синдрома перетренированности [11–13], причем, при снижении уровня кортизола наблюдаются негативные изменения психоэмоционального состояния.

Действие кортизола, как известно, вызывает различные физиологические, когнитивные и поведенческие изменения, имеющие решающее значение для успешной адаптации к стрессу. Первоначально основное внимание привлекала энергетическая роль кортизола в стрессовой реакции [14–15]. Со временем, однако, все больше внимания стали уделять другому аспекту действия кортизола – угнетению секреции кортиколиберина (и, соответственно, адренокортикотропного гормона) [16–21]. Согласно современным воззрениям, действуя по принципу обратной связи, кортизол снижает интенсивность стрессовой реакции и защищает всю систему от перегрузки.



Литература

1. Платонов, В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 583 с.
2. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 186 с.
3. Селуянов, В.Н., Шестаков, М.П. Определение одаренностей и поиск талантов в спорте: монография. – М.: СпортАкадемПресс, 2000. – 112 с.
4. Давыдов, В.Ю. Теоретические основы спортивного отбора и специализации в олимпийских видах спорта дистанционного характера: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – 2002. – Волгоград: ГАФК. – 40 с.
5. Коробова, В.Н., Михин, В.П. Применение современного программно-аппаратного комплекса «Омега-М» для оценки функционального состояния больных острым коронарным синдромом // Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – № 12. – С. 61–63.
6. Сайт НПФ «Динамика». – URL: <https://dyn.ru> (дата обращения 06.06.2019).
7. Евстигнеева, О.И., Сафиулова, И.А., Белякова, А.С. Влияние факторов риска на работу сердечной мышцы: наблюдение на кардиовизоре // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 4. – С. 34–37.
8. Иванов, Г.Г., Ткаченко, С.Б., Баевский, Р.М., Кудашова, И.А. Диагностические возможности характеристик дисперсии ЭКГ-сигнала при инфаркте миокарда (по данным ЭКГ-анализатора «Кардиовизор-06СИ») // Функциональная диагностика. – 2006. – № 2. – С. 23–30.
9. McKenzie, D.C. Markers of excessive exercise. *Can J. Appl. Physiol.* 1999 Feb; 24 (1): 66–73.
10. Jones, G.R., Newhouse I. Sport-related hematuria: A review. *Clin. J. Sport. Med.* 1997; 7: 119–125.
11. Никулин, Б.А., Родионова, И.И. Биохимический контроль в спорте. – М.: Советский спорт, 2011. – 228 с.
12. Макарова, Г.А., Холявко, Ю.А., Поляев, Б.А. Показатели биохимического состава крови в системе срочного и текущего контроля в видах спорта, направленных на развитие выносливости (авторское видение проблемы // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2018. – № 4 (148). – С. 28–36.
13. Холявко, Ю.А., Макарова, Г.А., Кравченко, А.А. Показатели гормонального статуса у спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2014. – № 6 (126). – С. 4–12.
14. Brukner, P., Khan, K. *Clinical Sports Medicine*. – Chapter 52. – The Tired Athlete (With Karen Holzer). – 3^{ed} McGraw-Hill Professional, 2006. – Pp. 875–887.
15. Petibois, C., Cazorla, G., Poortmans, J.-R., Déléris, G. Biochemical Aspects of Overtraining in Endurance Sports. A Review // *Sports Med.* – 2002. – No. 32 (13). – Pp. 867–878.
16. Хвостова, С.А. Изменения психофизиологических функций в процессе адаптации людей к остеопорозу и переломам // Совр. проблемы науки и образования. – № 3. – 2011. – 1 с.
17. Худавердян, М.Д. Сдвиги в содержании кортизола и пролактина в слюне и десневой жидкости у лиц, подвергшихся ортодонтическому перемещению зубов // Вестник хирургии Армении. – 2008. – Т. 1. – № 62. – 80 с.
18. Vogeser, M., Felbinger, T.W., Kilger, E. et al. Corticosteroid binding globulin and free cortisol in the early post-operative period after cardiac surgery // *Clin. Biochem.* – 1999. – No. 32. – 213 p.
19. Dubey, A., Boujoukos, A.J. Free cortisol levels should not be used to determine adrenal responsiveness // *Critical Care.* – 2004. – 9: E2 (DOI 10.1186/cc3040). – Available online at <http://ccforum.com/content/9/1/E2>.
20. Hamrahian, A.H., Oseni, T.S., Arafah, B.M. Measurements of serum free cortisol in critically ill patients // *New Engl. J. Med.* – 2004. – No. 350. – 1629 p.
21. Le Roux, C.W., Chapman, G.A., Kong, W.M. et al. Free cortisol index is better than serum total cortisol in determining hypothalamic_pituitary_adrenal status in patients // *J. Clin. Endo.* – 2003. – No. 88. – 2045 p.

References

1. Platonov, V.N. (1997), *Common theory of athletes training in Olympic sport*, Kiev: Olimpiyskaya literature, 583 p.
2. Platonov, V.N. (2004), *System of athletes' preparation in the Olympic sport. General theory and its practical applications*, Kiev: Olimpiyskaya literature, 186 p.
3. Seluyanov, V.N. and Shestakov, M.P. (2000,) *Determination of endowments and search of talents in sports: monograph*, Moscow: SportAkademPress, 112 p.
4. Davydov, V.Iu. (2002), *Theoretical bases of sports selection and specialization in the Olympic sports of remote character: avtoref. Dis. ... D-ra Biol. Nauk*, Volgograd: GAFK, 40 p.
5. Korobova, V.N. and Michin, V.P. (2016), Application of state of the art software and hardware system “omega-m” for functional status evaluation of ACS (acute coronary syndrome) patients, *Zdorov'e i obrazovaniye v XXI veke*, no. 12, pp. 61–63.
6. Website of SPC “Dinamika”, URL: <https://dyn.ru> (access date 06.06.2019).
7. Evstigneeva, O.I., Safiulova, I.A. and Beliakova, A.S. (2011), Influence of risk factors on cardiac muscle operation: cardiovisor monitoring, *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, no. 4, pp. 34–37.
8. Ivanov, G.G., Tkachenko, S.B., Baevskii, R.M. and Kudashova, I.A. (2006), Diagnostic opportunities of characteristics dispersion of the ECG-signal in the patient with myocardial infarction (according to ECG-analyzer “Cardio-Vision-06”), *Funktsional'naya diagnostika*, no. 2, pp. 23–30.
9. McKenzie, D.C. (1999), Markers of excessive exercise, *Can J. Appl. Physiol.*, no. 24 (1), pp. 66–73.



10. Jones, G.R. and Newhouse, I. (1997), Sport-related hematuria: A review, *Clin. J. Sport. Med.*, no. 7, pp. 119–125.
11. Nikulin, B.A. and Rodionova, I.I. (2011), *Biochemical control in sport*, Moscow: Sovetskiy sport, 228 p.
12. Makarova, G.A., Kholyavko, Iu.A. and Polyaev, B.A. (2018), Parameters of blood biochemistry in the context of operational and permanent control in endurance sports (the authors' position), *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*, no. 4 (148), pp. 28–36.
13. Kholyavko, Iu.A., Makarova, G.A. and Kravchenko, A.A. (2014), Hormonal parameters in athletes, *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*, no. 6 (126), pp. 4–12.
14. Brukner, P. and Khan, K. (2006), *Clinical Sports Medicine. Chapter 52. The Tired Athlete (With Karen Holzer)*, 3^{ed}, McGraw-Hill Professional, pp. 875–887.
15. Petibois, C., Cazorla, G., Poortmans, J-R. and Délérís, G. (2002), Biochemical Aspects of Overtraining in Endurance Sports, A Review, *Sports Med.*, no. 32 (13), pp. 867–878.
16. Khvostova, S.A. (2011), Changes of psycho-physiological functions in the process of adapting people to osteoporosis and fractures. *Sovr. problemy nauki i obrazovaniia*, no. 3, 1 p.
17. Khudaverdian, M.D. (2008), The shifts in content of cortisol and prolactin both in saliva and gingival liquid in persons, being subjected to the orthodontic displacement of teeth, *Vestnik khirurgii Armenii*, vol. 1, no. 62, 80 p.
18. Vogeser, M., Felbinger, T.W., Kilger, E., et al. (1999), Corticosteroid-binding globulin and free cortisol in the early postoperative period after cardiac surgery, *Clin. Biochem.*, no. 32, 213 p.
19. Dubey, A. and Boujoukos, A.J. (2004), Free cortisol levels should not be used to determine adrenal responsiveness, *Critical Care*, no. 9: E2 (DOI 10.1186/cc3040), Available online at <http://ccforum.com/content/9/1/E2>
20. Hamrahian, A.H., Oseni, T.S. and Arafah, B.M. (2004), Measurements of serum free cortisol in critically ill patients, *New Engl. J. Med.*, no. 350, 1629 p.
21. Le Roux, C.W., Chapman, G.A., Kong, W.M., et al. (2003), Free cortisol index is better than serum total cortisol in determining hypothalamic_pituitary_adrenal status in patients, *J. Clin. Endocr.*, no. 88, 2045 p.

