

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.5

УДК: 61.612.1/8

## Влияние комбинированных методов реабилитации на уровень биохимических маркеров переутомления спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами

*Е. А. Аббасова*

*Национальный институт спортивной медицины и реабилитации, г. Баку, Азербайджан*

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** исследование маркеров анаэробного энергообеспечения у переутомленных спортсменов после комбинированной реабилитации. **Материалы и методы:** выделили 2 группы спортсменов. В I группу включили 35 активных (неутомленных) спортсменов. Для оценки эффективности предложенной комбинированной методики реабилитации переутомленных спортсменов II группы разделили на две подгруппы: IIА (23) – переутомленные спортсмены с комбинированной реабилитацией и использованием антигравитационного аппаратного комплекса «AlterG» и IIБ (24) – спортсмены традиционной реабилитацией (электростимуляция, вакуум-терапия, магнитотерапия, массаж и т.п.). **Результаты:** концентрация молочной кислоты, в крови спортсменов IIА подгруппы в покое имеет достоверно минимальные значения относительно IIБ подгруппы и I группы,  $P < 0,05-0,01$ . После нагрузки наблюдается повышение концентрации молочной кислоты во IIА подгруппе,  $P < 0,01$ . После нагрузки у спортсменов IIА подгруппы уровень лактатдегидрогеназы выше, чем у спортсменов IIБ подгруппы. **Выводы:** низкая концентрация молочной кислоты в покое у спортсменов IIА подгруппы свидетельствует об адаптированности и энергосбережении организма этих юношей, что связано с преобладанием аэробных механизмов в энергообеспечении.

**Ключевые слова:** переутомленные спортсмены, физическая нагрузка, реабилитация, молочная кислота, лактатдегидрогеназа, креатинфосфокиназа

**Для цитирования:** Аббасова Е.А. Влияние комбинированных методов реабилитации на уровень биохимических маркеров переутомления спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 5-9. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.5.

## Influence of combined methods of rehabilitation on the level of biochemical markers of overtraining in combat sports athlete

*Egane A. Abbasova*

*National Institute of Sports Medicine and Rehabilitation, Baku, Azerbaijan*

### ABSTRACT

**Objective:** to investigate markers of anaerobic energy supply in overworked athletes after the combination rehabilitation. **Materials and methods:** all athletes were divided into two subgroups: 2nd A-subgroup (23 persons) – overworked athletes with combined rehabilitation and 2nd B-subgroup (24th) – athletes with traditional rehabilitation. **Results:** concentration of lactic acid in the blood of athletes of the 2nd A subgroup at rest is minimal in comparison with the 2nd B subgroup and 1-group athletes,  $P < 0,05-0,01$ . After the stress test there is an increase in the concentration of lactic acid in the 2nd A subgroup,  $P < 0.01$ . After the stress test athletes 2<sup>nd</sup> A subgroups, the level of lactate dehydrogenase is higher than that of athletes 2nd B subgroups. **Conclusions:** low concentration of lactic acid at rest in athletes of the 2nd A subgroup indicates the adaptation and energy saving of these young men, which is due to the prevalence of aerobic mechanisms in energy supply.

**Key words:** overworked athletes, rehabilitation, exercise, lactic acid, lactate dehydrogenase, creatine phosphokinase

**For citation:** Abbasova EA. Influence of combined methods of rehabilitation on the level of biochemical markers of overtraining in combat sports athlete. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):5-9. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.5.

### 1.1 Введение

Биохимический контроль за состоянием спортсменов имеет важное значение в обеспечении контроля здоровья и уровня тренированности спортсменов [1-5]. Биохимические изменения позволяют уже на ранних стадиях выявлять признаки перетренированности и утомления спортсменов и вносить коррективы в тренировочный процесс [6]. Исходя из вышеописанного актуальным становится изучение веществ, принимающих активное участие в анаэробном энергообразовании – молочной кислоты (лактата), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и креатинфосфокиназы (КФК).

ЛДГ является ферментом, катализирующим превращение пирувата в лактат и является важным показателем активности анаэробного энергообразования. Молочная кислота в спортивной медицине отражает способность спортсмена переносить физические нагрузки [7, 8].

Определение общей активности КФК в сыворотке крови после физических нагрузок позволяет оценить степень повреждения клеток мышечной системы, миокарда и других органов. Чем выше стрессорность (тяжесть) перенесённой нагрузки для организма, тем больше повреждения клеточных мембран, тем больше выброс фермента в периферическую кровь.

Активность фермента КФК в сыворотке крови является информативным маркером функционального состояния мышечной ткани и широко используется в мониторинге тренировочного процесса [9-12]. Определение активности КФК в сыворотке крови при высокоинтенсивных физических нагрузках имеет большое диагностическое значение для оценки появления мышечных микротравм или растяжений мышц [10, 13].

**Цель исследования** – изучение маркеров анаэробного энергообеспечения (молочной кислоты, ЛДГ и КФК) переутомленных спортсменов после комбинированной реабилитации (с применением антигравитационного аппаратного комплекса «Alter G»).

### 1.2 Материалы и методы

Было обследовано 82 спортсмена (классическая борьба и тейквандо) мужского пола от 18 до 28 лет (средний возраст  $24 \pm 4,6$ ), среди которых были 47 переутомленных спортсменов и 35 – активных (не утомленных) спортсменов. По квалификации спортсмены являлись мастерами спорта (28 человек), кандидатами в мастера спорта (29 человек) (стаж тренировок 5-8 лет) и первоуровневыми – 25 человек (стаж тренировок – 3-5 лет).

Состояние переутомления определяли по таким симптомам как колющие боли в области сердца, тяжесть в грудной клетке, сердцебиение и перебои в работе сердца, апатия, снижение настроения, плохой сон, ощущение утомление. Объективными признаками болезни были: на ЭКГ – неполная блокада правой ножки пучка Гиса и А-В блокада 1-й степени, синдром ранней реполяризации, увеличение зубца R.

Разработана и научно обоснована методика интенсивного развития объема и силы мышц тела переутом-

ленных спортсменов посредством сочетанного применения традиционных физиотерапевтических процедур с упражнениями на тренажерах специального типа. Одним из таких тренажеров является антигравитационная беговая дорожка «Alter G».

«Alter G» использует революционный подход к тренировкам и реабилитации после травм и хирургических вмешательств. Используя технологию предсказуемо направленного давления воздуха, «Alter G» обеспечивает точную, безопасную и комфортную весонесущую терапию, при соблюдении правильного паттерна и биомеханики ходьбы и бега. Данное оборудование предлагает управляемое снижение нагрузки на костно-мышечную систему и суставную капсулу в пределах от 100% до 20% от веса пациента с минимальной погрешностью 1%.

Имеются клинические протоколы применения антигравитационной дорожки «Alter G» для реабилитации патологии тазобедренного, голеностопного суставов, при переломе бедра. В программе комбинированной реабилитации переутомленных спортсменов и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам, нами использованы его свойства по улучшению межмышечной координации разных частей тела, перераспределению нагрузок на функционально значимые для спортсменов мышцы и части тела, что позволяет увеличить эффективность работы сердечно-сосудистой системы, дыхательной и нервной систем по сравнению с обычными тренировками.

Выделили 2 группы спортсменов. В I группу (контрольную) включили 35 активных (неутомленных) спортсменов с традиционной подготовкой (массаж, физиотерапевтические и медикаментозные методы). Для оценки эффективности предложенной комбинированной методики реабилитации переутомленные спортсмены (II группа) были разделены на две подгруппы: IА подгруппа – 23 спортсмена с комбинированной подготовкой (реабилитацией) – использование аппарата «Alter G» в комбинации с традиционной подготовкой и IБ подгруппа (24 человек) – 24 спортсмена, которые готовились к соревновательному периоду только с помощью традиционных методов – физиотерапевтических (электростимуляция, вакуум-терапия, магнитотерапия, массаж и т.п.) и медикаментозных. Реабилитация спортсменов проходила в подготовительном периоде.

Важную роль в процессах адаптации организма к окружающей среде играют изменения концентрации ферментов и других биохимических веществ, участвующих в метаболизме мышечной ткани.

Ферменты, отражающие обмен мышечной ткани – ЛДГ, КФК определяли иммуноферментным методом на аппарате BS-200E (Mindray – Китай – США).

Молочную кислоту определяли в реакции с параоксидифенолом – по методу Баркера-Саммерсона в модификации JStrom.

Физическая нагрузка, являясь стрессовым агентом, может спровоцировать проявление скрытых нарушений, не выявляемых в обычном состоянии.

Для исследования динамики биохимических показателей после физической нагрузки выполнялась нагрузка на велоэргометре марки «Kettler». Работа заключалась в педалировании ногами со скоростью 60 вращений в минуту, в течение 5 минут, так как считается, что этого времени достаточно для наступления устойчивой работы кардио-респираторной системы, нагрузка при этом составляла 200 Вт.

Статистическая обработка результатов проводилась в системе статистического анализа STATISTICA 10 (программный пакет STATISTICA США, версия 10 для Windows 8). Характер распределения на нормальность определялся по критерию Шапиро-Уилки. Для сравнения исследуемых параметров использовали t – критерий студента для независимых выборок при сравнении двух независимых выборок и t – критерий студента для зависимых выборок внутри одной подгруппы (до и после реабилитации).

### 1.3 Результаты

Биохимические показатели позволяют уже на ранней стадии диагностировать признаки переутомления и вносить коррективы в тренировочный процесс, применять необходимые реабилитационные средства. С этих позиций особенно актуальным является исследование емкостных и мощностных характеристик креатинфосфатного и лактатного анаэробного механизма энергообразования, как одного из двух этапов процесса энергообразования. Исследование креатинфосфакиназного и анаэробно-гликолитического механизмов энергообра-

зования выявило следующие изменения. Концентрация молочной кислоты, конечного продукта ресинтеза АТФ гликолитическим путем, в крови спортсменов ПА подгруппы в покое имеет достоверно минимальные значения (1,26 (1,23-1,32) ммоль/л), как в сравнении с ПБ подгруппой (1,9 (1,8-1,92) ммоль/л), так и относительно I группы (1,32(1,31-1,35) ммоль/л),  $P < 0,05-0,01$ , соответственно (табл.). После нагрузки концентрация молочной кислоты увеличилась в крови юношей всех групп, но степень увеличения была различной (во ПА подгруппе – в 4,2 раза, во ПБ подгруппе – в 2,16 раза и в I группе – в 4,2 раза), приняв во ПА подгруппе значение 5,30 (4,8-5,6) ммоль/л, что достоверно выше по сравнению со ПБ подгруппой, 4,1 (1,0-4,25) ммоль/л,  $P < 0,01$  (табл.).

Выявленное снижение концентрации молочной кислоты в покое у ПА подгруппы свидетельствует об адаптированности и энергосбережении организма этих юношей, что связано с преобладанием аэробных механизмов в энергообеспечении жизнедеятельности. Однонаправленное изменение концентрации молочной кислоты у спортсменов всех трех подгрупп свидетельствует о схожести процессов энергообеспечения организма юношей при кратковременной нагрузке. Однако различная степень увеличения свидетельствует о разнице в энергетической емкости организма спортсменов.

Хорошо известно, что концентрация молочной кислоты в крови существенно возрастает при выполнении интенсивной физической работы, а значительные концентрации молочной кислоты в крови после выполнения дозированной нагрузки свидетельствуют о более

Таблица

**Биохимические показатели плазмы крови до и после стандартной физической нагрузки (PWC/170) переутомленных спортсменов в соревновательном периоде при комбинированной и традиционной реабилитации**

Table

**Biochemical parameters of blood plasma before and after the standard physical exertion (PWC/170) of overworked athletes in the competitive period with combined and traditional rehabilitation**

Период исследования/ Study period	Молочная кислота, ммоль/л/ Lactate, mmol/L	ЛДГ, Е/л/LDH, U/L	КФК, Е/л/СРК, U/L
I группа (активные спортсмены), n = 35/Group I (active athletes), n=35			
Состояние покоя/At rest	1,32(1,31-1,35)	396,8 (390,8-403,6)	123,4 (122,4-125,4)
После нагрузки/After exercise	5,6(5,4-5,7)	614,6 (610,2-616,5)	133,6 (132,8-134,9)
Подгруппа ПА (комбинированная реабилитация), n = 23/Subgroup ПА (combined rehabilitation), n=23			
Состояние покоя/At rest	1,26 (1,23-1,32)**^	405,5 (400,9-407,8)**^	119,4 (116,9-121,7)**^
После нагрузки/After exercise	5,30 (4,8-5,6)**^	636,8 (629,6-640,5)**^	133,9 (131,8-135,7)**
Подгруппа ПБ (традиционная реабилитация), n=24/Subgroup ПБ (tradational rehabilitation), n=24			
Состояние покоя/At rest	1,9 (1,8 -1,92)^	448,7 (446,8-454,8)^	72,1 (70,3-72,7)^
После нагрузки/After exercise	4,1 (4,0-4,25)^	540,7 (538,5-550,4)^	77,3 (77,1-77,6)^

\* -  $p < 0,05$

\*\* -  $p < 0,001$  (сравнение с подгруппой ПБ)/(comparison with Subgroup ПБ)

^ -  $p < 0,05$

^^ -  $p < 0,001$  (сравнение с I группой)/(comparison with Group I)

высоком уровне подготовленности и/или о большей метаболической емкости гликолиза и большей устойчивости его ферментов к смещению Ph в кислую сторону. Из этого вытекает утверждение о том, что максимальные значения лактата после нагрузки у спортсменов ПА подгруппы характеризуют большую емкость и мощность анаэробного гликолиза. Минимальные показатели лактата после выполнения нагрузки в группе спортсменов ПБ подгруппы свидетельствуют о том, что организм, исчерпав запасы анаэробного энергообразования и максимально сместив Ph в кислую сторону, снижает мощность нагрузки и переходит на аэробное энергообразование.

Анализ активности ЛДГ фермента углеводного обмена, катализирующего одну из важнейших реакций анаэробного гликолиза – взаимопревращение пирувиноградной и молочной кислот, являющегося важным биохимическим диагностическим тестом для оценки работы мышечной ткани в условиях анаэробного гликолиза, установил в покое достоверное снижение активности у спортсменов ПА подгруппы и I группы, соответственно, 405,5 (400,9-407,8) Е/л и 396,8(390,8-403,6) Е/л, в сравнении со спортсменами ПБ подгруппы, 448,7 (446,8-454,8) Е/л,  $P < 0,05-0,01$ , (табл.).

После проведенной нагрузки достоверное увеличение активности ЛДГ наблюдалось во всех трех группах спортсменов. Однако степень увеличения активности была различной: в I группе в 1,54 раза, а во ПА подгруппе в 1,57 раза и во ПБ подгруппе в 1,2 раза. Следовательно после нагрузки уровень ЛДГ наибольшим выявлен у спортсменов ПА подгруппы 636,8 (629,6-640,5) Е/л, как по отношению к спортсменам ПБ подгруппы, 540,7 (538,5-550,4) Е/л,  $P < 0,01$ , так и к участникам I-й группы, 614,6(610,2-616,5) Е/л  $P < 0,05$ , (табл.).

Низкая активность ЛДГ в сыворотке крови спортсменов ПА подгруппы в условиях покоя может быть объяснима энергетически более экономным режимом работы мышечной ткани спортсменов, обусловленным режимом тренировок и предложенной комбинированной реабилитацией, результатом которого является накопление меньшего количества пирувата, а, следовательно, и фермента, его расщепляющего.

Поскольку при адаптации содержание ЛДГ в скелетных мышцах может увеличиться в 2 раза, постольку отмеченные нами различные степени увеличения активности ЛДГ в сыворотке крови представляются укладывающимися в рамки физиологической и биохимической адаптации.

Анализ активности КФК, ключевого фермента биосинтеза креатинфосфата, в покое выявил достоверно высокие значения у спортсменов ПА подгруппы относительно показателя у юношей ПБ подгруппы, соответственно 119,4 (116,9-121,7) Е/л и 72,1 (70,3-72,7) Е/л,  $P < 0,01$ . Выявленное повышение активности креатинфосфокиназы в состоянии покоя в организме спортсменов ПА подгруппы, в сравнении со спортсменами ПБ подгруппы свидетельствует о том, что у спортсменов ПА подгруппы наряду с активацией гликолиза задействован и креатинфосфокиназный механизм энергообразования.

После нагрузки наблюдается повышение уровня данного фермента у всех спортсменов, но в большей степени у спортсменов ПА подгруппы. Достоверно высокие значения активности фермента КФК на нагрузку у спортсменов ПА подгруппы по сравнению с показателями спортсменов ПБ подгруппы, (133,9 (131,8-135,7) Е/л и 77,3 (77,1-77,6) Е/л,  $P < 0,01$ ), по-видимому, связаны с необходимостью задействовать в больших объемах данный энзимный механизм энергообеспечения в дополнение к уже существующим, что указывает на высокие адаптивные возможности, поскольку известно, что чем выше уровень КФК, тем выше спортивная тренированность. Кроме того, являясь стабильным ферментом и обладая стабильными энергопродуктивными свойствами, высокий показатель КФК является благоприятным признаком. После нагрузки не наблюдается разницы в уровне фермента КФК между спортсменами ПА подгруппы и спортсменами I-й подгруппы. Низкие значения уровня фермента КФК у спортсменов ПБ подгруппы, видимо, связаны со снижением мышечной массы в результате неэффективности тренировочного процесса в ходе реабилитационного периода.

#### 1.4 Выводы

1. У спортсменов ПА подгруппы изменения параметров биоэнергетического обмена в покое характеризуются понижением концентрации молочной кислоты и ЛДГ, повышением активности КФК относительно спортсменов ПБ подгруппы.

После физической нагрузки у спортсменов ПА подгруппы все показатели, указанные выше становятся достоверно высокими в сравнении с спортсменами ПБ подгруппы.

2. Низкая концентрация молочной кислоты в покое у спортсменов ПА подгруппы свидетельствует об адаптированности и энергосбережении организма этих юношей, что связано с преобладанием аэробных механизмов в энергообеспечении. Максимальные значения лактата после нагрузки у спортсменов ПА подгруппы характеризуют большую емкость и мощность анаэробного гликолиза.

3. Минимальные показатели лактата после выполнения нагрузки в группе спортсменов ПБ подгруппы свидетельствуют о том, что организм, исчерпав запасы анаэробного энергообразования и максимально сместив Ph в кислую сторону, снижает мощность нагрузки и переходит на аэробное энергообразование.

4. Низкая активность ЛДГ в сыворотке крови спортсменов ПА подгруппы в условиях покоя объясняется энергетически более экономным режимом работы мышечной ткани спортсменов, обусловленный предложенной комбинированной реабилитацией. Повышение концентрации лактата после нагрузки способствуют повышению активности ЛДГ – фермента катализатора.

5. Повышение активности фермента КФК после нагрузки у спортсменов ПА подгруппы по сравнению с показателями спортсменов ПБ подгруппы связан с включением энзимного механизма энергообеспечения в дополнение к уже существующим.

Список литературы

1. Gleeson M. Biochemistry of exercise. The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 2013. P.36-58. DOI: 10.1002/9781118692318.ch3.
2. Meeusen R., Duclos M., Foster C., Fry A., Gleeson M., Nieman D. et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine // Med Sci Sports Exerc. 2013. №45. P.186-205. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a.
3. Djaoui L., Haddad M., Chamari K., Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers // Physiol Behav. 2017. №181. P.86-94. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.09.004.
4. Fragala M.S., Bi C., Chaump M., Kaufman H.W., Kroll M.H. Associations of aerobic and strength exercise with clinical laboratory test values. PLoS One. 2017;12:e0180840. DOI: 10.1371/journal.pone.0180840.
5. Papisotiriou I., Nifli A.P. Nutritional assessment and analysis of biochemical parameters in athletes // Clin Nutr ESPEN. 2016;13:e67-e8. DOI: 10.1016/j.clnesp.2016.03.053.
6. Бутова О.А., Масалов С.В. Адаптация к физическим нагрузкам: Анаэробный метаболизм мышечной ткани // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. №1. С.123-128.
7. Ганеева Л. А., Касатова Л.В., Скрипова В.С. Оценка изменения концентрации L-лактата в крови студентов при выполнении теста Купера // Ученые записки Казанского Университета. Сер. Естественные науки. 2011. Т.153, №3. С.119-127.
8. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. Мурманск: Тулома, 2006. 160 с.
9. Brancaccio P., Maffulli N., Limongelli F.M. Creatine kinase monitoring in sports medicine // Br. Med. Bull. 2007. №81-82. P.209-230.
10. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining // Journal of Sport Science and Medicine. 2002. №1. P.31-41.
11. Koch A.J., Pereira R., Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise // J. Musculoskelet Neuronal Interact. 2014. №14. P.68-77.
12. Lippi G., Schena F., Salvagno G.L., Montagnana M., Gelati M., Tarperi C. et al. Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run // Scand. J. Clin. Lab. Invest. 2008. №68. P.667-672.
13. Brancaccio P., Lippi G., Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage // Clin. Chem. Lab. Med. 2010. №48. P.757-767.

Сведения об авторе:

Егяна Айдын кызы Аббасова, главный врач Национального института спортивной медицины и реабилитации, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-0094-2140 (+99451 845-06-55, nigarbabayeva1985@gmail.com)

Information about the author:

Egane A. Abbasova, M.D., Ph.D. (Medicine), Head Physician of the National Institute of Sports Medicine and Rehabilitation. ORCID ID: 0000-0002-0094-2140 (+99451 845-06-55, nigarbabayeva1985@gmail.com)

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the author declares no conflict of interest

Поступила в редакцию: 6.12.2017

Принята к публикации: 10.01.2018

Received: 6 December 2017

Accepted: 10 January 2018

References

1. Gleeson M. Biochemistry of exercise. The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication. Chichester: John Wiley & Sons Ltd; 2013. DOI: 10.1002/9781118692318.ch3.
2. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. Med Sci Sports Exerc. 2013;(45):186-205. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a.
3. Djaoui L, Haddad M, Chamari K, Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. Physiol Behav 2017;(181):86-94. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.09.004.
4. Fragala MS, Bi C, Chaump M, Kaufman HW, Kroll MH. Associations of aerobic and strength exercise with clinical laboratory test values. PLoS One 2017;12:e0180840. DOI: 10.1371/journal.pone.0180840.
5. Papisotiriou I, Nifli AP. Nutritional assessment and analysis of biochemical parameters in athletes. Clin Nutr ESPEN 2016;13:e67-e8. DOI: 10.1016/j.clnesp.2016.03.053.
6. Butova OA, Masalov SV. Adaptaciya k fizicheskim nagruzkam: Anaerobny metabolizm myshechnoy tkani. Vest-nik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. 2011;(1): 123-8. Russian.
7. Ganeeva LA, Kasatova LV, Skripova VS. Ocenka izmeneniya koncentracii L-laktata v krovi studentov pri vypolnenii testa Kupera. Uchenye zapiski Kazanskogo Universiteta. Estestvennye nauki. 2011;153(3):119-27. Russian.
8. Yansen P. CHSS, laktat i trenirovki na vyнослиvost. Murmansk: Tuloma; 2006. Russian.
9. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sports medicine. Br. Med. Bull. 2007;(81-82):209-30.
10. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining. Journal of Sport Science and Medicine. 2002;(1):31-41.
11. Koch AJ, Pereira R, Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. J. Musculoskelet Neuronal Interact. 2014;(14):68-77.
12. Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Montagnana M, Gelati M, Tarperi C. et al. Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 2008;(68):667-72.
13. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. Clin. Chem. Lab. Med. 2010;(48):757-67.