

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 2nd 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: ПА подгруппа – 23 спортсмена с комбинированной подготовкой (реабилитацией) – использование аппарата «Alter G» в комбинации с традиционной подготовкой и ПБ 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. Papatirou 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. Papatirou 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.