

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.4.22

УДК: 612.128:616.74-003.93

## Уровень креатинфосфокиназы крови как критерий восстановления у профессиональных футболистов в соревновательном периоде

*В.Ю. Хайтин<sup>1,2</sup>, С.В. Матвеев<sup>1</sup>, М.Ю. Гришин<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБОУВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Министерство здравоохранения РФ, г. Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>АО ФК «Зенит», г. Санкт-Петербург, Россия*

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** изучение динамики фермента креатинфосфокиназы (КФК) у профессиональных футболистов в соревновательный период и разработка критериев и нормативов срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам. **Материалы и методы:** клинико-лабораторный мониторинг. В течение 2-х сезонов были обследованы 26 футболистов высокой спортивной квалификации (возраст:  $26,7 \pm 3,1$  лет, рост:  $181,5 \pm 5,8$  см, содержание жира в организме:  $9,9 \pm 1,7$  %), участники Чемпионата России по футболу. Все спортсмены соответствовали критериям включения в исследование: участие в предсезонном сборе, соревновательном периоде, определение уровня КФК перед началом сезона и во всех временных точках после трёх игр в сезоне с подсчетом средней величины, участие минимум в 75 мин/матч (75-90 мин/матч), отсутствие жалоб со стороны мышечной системы. **Результаты:** выявлено двукратное увеличение уровня КФК на следующий день после матча, равномерное снижение концентрации фермента через 60-72 ч после матча с возвращением показателей к предыгровому уровню ( $p < 0,05$ ). Установлено наличие взаимосвязи жалоб испытуемых на общую мышечную усталость с высокими показателями КФК. Выявлены факты многократного увеличения концентрации КФК в случаях зафиксированных мышечных повреждений. **Выводы:** определение уровня КФК у профессиональных футболистов позволяет контролировать и оценивать в динамике процессы восстановления спортсменов, выявлять случаи скрытых мышечных повреждений. Получены цифровые критерии срочной и долговременной нормальной адаптации спортсменов к физическим нагрузкам по содержанию КФК.

**Ключевые слова:** креатинкиназа, футбол, физические нагрузки, скелетные мышцы

**Для цитирования:** Хайтин В.Ю., Матвеев С.В., Гришин М.Ю. Уровень креатинфосфокиназы крови как критерий восстановления у профессиональных футболистов в соревновательном периоде // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №4. С. 22-27. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.4.22.

## The level of serum creatine phosphokinase as a criterion of recovery in professional soccer players during the competitive period

*Vladimir Yu. Khaitin<sup>1,2</sup>, Sergey V. Matveev<sup>1</sup>, Mikhail Yu. Grishin<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia*

*<sup>2</sup>FC «Zenit», Saint-Petersburg, Russia*

### ABSTRACT

**Objective:** the aim of this study was to evaluate the dynamics of the enzyme creatine phosphokinase (CPK) in professional soccer players during the competitive period and to develop criteria and standards for the short and long-term adaptation of the athlete's body to physical exertion. **Materials and methods:** clinical and laboratory monitoring. During two seasons of the national championship 26 soccer players of high sports qualification (age:  $26.7 \pm 3.1$  years, height:  $181.5 \pm 5.8$  cm, fat content in the body:  $9.9 \pm 1.7\%$ ) were examined. All athletes met the following criteria for inclusion in the study: participation in the pre-season, competition period; measurement of CPK level before the start of the season and at all time points after three games during the season; participation time – at least 75 minutes of the match (75-90 min/match); absence of muscle damage and complaints from the muscular system. **Results:** a twofold increase in the level of CPK was registered on the day after the match; a uniform decrease in the concentration of the enzyme was detected 60-72 hours after the match with the return of indicators to the pre-game level ( $p < 0.05$ ). The relation between athlete's complaints for general muscular fatigue and high CPK values was established. There was a multiple increase in the concentration of CPK in cases of recorded muscle damage. **Conclusions:** determination of the CPK level in professional soccer players allows to monitor and evaluate the dynamics of the recovery process, to identify cases of hidden muscle damage. Digital criteria for urgent and long-term normal adaptation of athletes to physical loads based on the content of CPK were obtained.

**Key words:** creatine phosphokinase, soccer, football, physical exercise, skeletal muscle

**For citation:** Khaitin VYu, Matveev SV, Grishin MYu. The level of serum creatine phosphokinase as a criterion of recovery in professional soccer players during the competitive period. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(4):22-27. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.4.22.

### 1.1 Введение

Современный футбол характеризуется значительным количеством прыжков, ускорений и торможений, единоборств с мячом, сменой направления движения во время одной игры более чем 1200-1400 раз [1, 2]. Для выполнения специальных спортивных элементов требуются, в частности, выполнение большого количества эксцентрических сокращений [3], которые приводят к многочисленным мышечным микротравмам на различных уровнях опорно-двигательного аппарата, особенно во время выполнения прерывистых движений [4-6]. Интенсификация физических нагрузок требует адекватных и информативных методов контроля процесса адаптации к напряженной мышечной деятельности [7].

Креатинфосфокиназа (КФК) относится к ферментам класса фосфотрансфераз, осуществляет обратимый перенос фосфатного остатка между АТФ и креатином с образованием АДФ и креатинфосфата (рис. 1). Продукт этой реакции креатинфосфат играет важную роль в процессах метаболизма, обеспечивая энергией ряд биологически значимых превращений, в т. ч. мышечные сокращения и расслабления. У здоровых лиц общая активность креатинкиназы в крови представлена в основном изоферментом КК-ММ (94-96%), активность других изоферментов присутствуют в следовых количествах. КФК – внутриклеточный фермент, увеличение активности креатинкиназы в крови свидетельствует о повреждении или разрушении клеток, обогащенных ферментом.

Активное содержание фермента креатинфосфокиназы (КФК) в плазме крови используется как биохимический маркер мышечного напряжения при выполнении упражнений [8-10], для мониторинга адекватности тренировочной нагрузки [11]. КФК–Значительное число мышечных микротравм приводит к большей секреции креатинкиназы в межклеточное пространство [12]. Концентрация КФК в зависимости от индивидуальных характеристик спортсмена [13] изменяется в течение 1-4-х дней после определенной нагрузки [14-16], и является индикатором тренировочного статуса и восстановления спортсмена [8, 17]. Активность общей КФК зависит от возраста, пола, расы, климатических условий, уровня тренированности спортсмена, групп мышц, участвующих в выполнении упражнения, объема нагрузок силового характера [13]. Однако большая внутри- и межиндивидуальная вариация затрудняет разработку надёжных физиологических значений для спортсменов [7].

Анализ научных исследований в футболе показал, что концентрация КФК, как маркера мышечного микротравматизма, может увеличиваться в течение 72 ч после игры [17, 18]. Однако большинство исследований проведено по однократному определению уровня КФК после отдельных матчей [9, 19], в то же время исследования динамики изменения уровня КФК у футболистов после игр в течение соревновательного периода недостаточно.

Теоретический анализ, обобщение литературных источников и практическая необходимость показали, что

проблема поиска объективных критериев переносимости физических нагрузок и восстановления – актуальна.

**Цель исследования:** изучить динамику фермента КФК у профессиональных футболистов в соревновательный период.

#### **Задачи исследования:**

1. Проанализировать динамику фермента КФК в крови у профессиональных футболистов в соревновательном периоде.

2. Отследить и выявить возможные закономерности поведения фермента КФК после футбольных матчей в соревновательном периоде.

3. Разработать критерии и нормативы срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам.

### 1.2 Материалы и методы

1. Анализ научной литературы.

2. Оценка композитного состава тела с определением содержания жира в организме проводилась на основе биоимпедансометрии с использованием In Body test.

3. Клинико-лабораторный мониторинг. В течение 2-х сезонов были обследованы 26 футболистов высокой спортивной квалификации (участники чемпионата России по футболу, Премьер-лига). Забор крови для определения КФК осуществлялся из пальца утром натощак в четырёх временных точках: перед началом тренировочного сбора (после 2-3 недель отпуска), в день перед матчем, 12-20 ч, 36-48 ч, 60-72 ч после 3-х матчей в сезоне (всего в настоящем исследовании выполнено 338 тестов). Для измерения использовали 32  $\mu$ л капиллярной крови из пальца кисти, тест полоски для экспресс-анализа Roshe, портативный биохимический анализатор Reflotron Plus (Roshe Diagnostics, Швейцария). После обработки антисептиком и прокалывания пальца автоматическим ланцетом кровь забирали в гепаринизированный стеклянный капилляр и с помощью автоматической пипетки с фиксированным объемом (32  $\mu$ л) незамедлительно наносили на тест-полоску. Принцип измерения основан на рефлексивной фотометрии. Точность измерения составляет  $\pm 5$  %.

4. Рассчитывали среднюю арифметическую ( $\bar{X}$ ); среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ). Обработка и анализ данных проводились общепринятыми статистическими методами с учетом пола и возраста. Для подтверждения нормального распределения значений был использован критерий Колмогорова-Смирнова. Достоверность различий статистических оценок предсезонных и постигровых значений КФК определяли при помощи ANOVA.

Все спортсмены соответствовали следующим критериям включения в исследование:

- содержание жира в организме как показатель тренированности ( $9,9 \pm 1,7\%$ );
- участие в предсезонном тренировочном сборе;
- участие в соревновательном периоде;
- определение уровня КФК перед началом сезона;

- определение КФК во всех временных точках после трёх игр, участие минимум в 75 мин/матч (75-90 мин/матч);  
- отсутствие мышечных повреждений и жалоб со стороны мышечной системы

**1.3 Результаты**

В таблице 1 указаны антропометрические характеристики 26 обследованных спортсменов, при этом 10 из них выступали на позиции защитника, 10 – на позиции полузащитника и 6 нападающих. Средний возраст испытуемых составил 26,7±3,1 лет, вес – 76,3±8,3 кг, рост – 181,5±5,8 см. Содержание жира в организме, как критерий отличного физического состояния, – 9,9±1,7 %. По национальному признаку испытуемые были представлены: 16 – русские, 3 – бразильцы, 2 – бельгийцы, 1 – испанец, 1 – аргентинец, 1 – португалец, 1 – венесуэлец, 1 – итальянец.

Как видно из таблицы 2 и рисунка 1, концентрация КФК была выше во всех временных точках по сравнению с предсезонными значениями, BAS (p<0,05). Уровень КФК спустя 36-48 часов после матча (POST-2) был ниже, чем после 12-20 часов после матча (POST-1), и выше, чем спустя 60-65 часов (POST-3) (p <0,05). Не было обнаружено достоверных различий между концентрациями КФК в день накануне матча (PRE-1) и спустя 60-72 часа (POST-3), что может свидетельствовать о нормальном восстановлении к 3-4 суткам после проведенного матча.

В настоящем исследовании максимальные значения КФК наблюдались спустя 12-20 часов после окончания

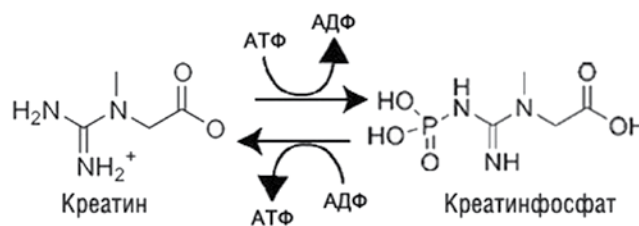


Рис. 1. Участие креатинфосфокиназы в биохимической реакции образования креатинфосфата

Fig. 1. Participation of creatine phosphokinase in the biochemical reaction of creatine phosphate formation

матча с возвращением к относительно нормальным значениям в течение 60-72 часов. Известно, что в соревновательном периоде можно выделить микроциклы, при этом продолжительность микроцикла фактически зависит от количества турниров, матчей, в которых команда участвует. В настоящем исследовании 12-20 часовой интервал после матча чаще всего был восстановительным для спортсменов, участвовавших в матче. При этом PRE-1, день перед матчем, в некоторых случаях совпадал с POST-3 (60-72 ч после матча). Этот факт предполагает, что тренировочный процесс влиял на кинетику КФК.

Наши результаты, как и результаты исследования Coelho D.B. [18], наиболее вероятно представляют реальную динамику изменения концентрации КФК в крови профессиональных футболистов в течение соревновательного периода, чем результаты, к примеру, однократного измерения после матчей [8, 9, 17].

Таблица 1

**Антропометрические характеристики обследованных**

Table 1

**Anthropometric characteristics of the players studied**

N	Возраст, лет/age, years	Вес, кг/Weight, kg	Рост, см/Height, cm	Содержание жира, %/Fat percentage
26	26,7±3,1	76,3±8,3	181,5±5,8	9,9±1,7

Таблица 2

Концентрация креатинфосфокиназы (Ед./л) в крови футболистов перед началом тренировочного сбора и в микроцикле соревновательного периода: BAS: после отпуска перед началом предсезонного тренировочного сбора; PRE-1: в день накануне матча; POST-1: 12-20 ч после матча; POST-2: 36-48 ч; POST-3: 60-72 ч.

Table 2

Creatine phosphokinase serum concentration (U/l) of soccer players before the start of the training camp and in the microcycle of the competitive period: BAS: after the holidays before the start of the pre-season training camp; PRE-1 – the day before match; POST-1: 12-20 h after match; POST-2: 36-48 h; POST-3: 60-72 h after.

Время/Time point	BAS	PRE-1	POST-1	POST-2	POST-3
X±SE	176,6±33,3	289,9±29,9	779,4±109,2	429,3±72,8	303,3±31,9
Минимально/min	121	221	670	305	244
Максимально/max	354	399	1290	701	499

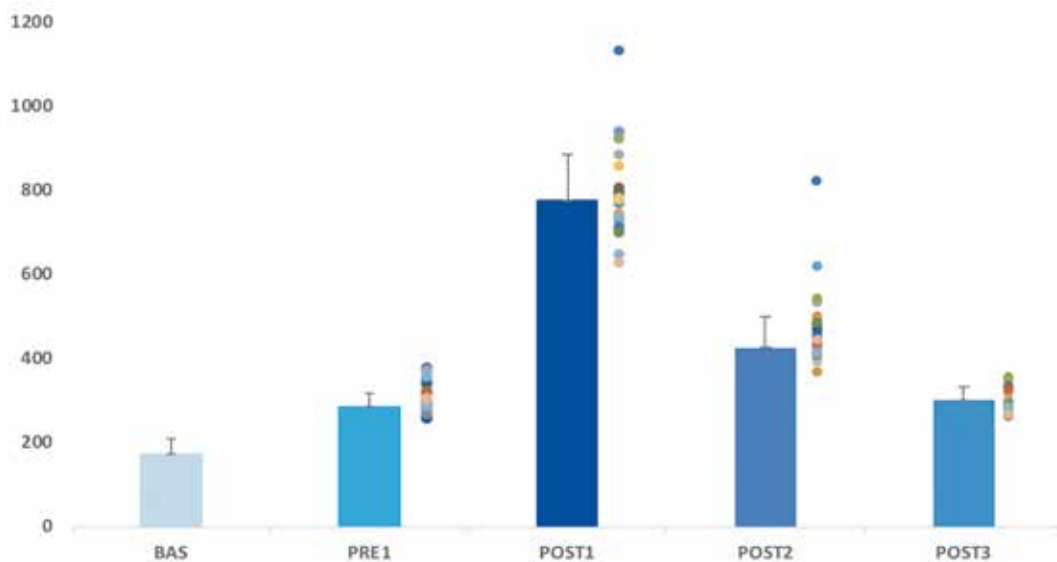


Рис. 1. Среднее значение концентрации креатинфосфокиназы (Ед./л) в крови футболистов перед началом тренировочного сбора и в микроцикле соревновательного периода (3 матча): BAS: после отпуска перед началом предсезонного тренировочного сбора; PRE-1: в день накануне матча; POST-1: 12-20 ч после матча; POST-2: 36-48 ч; POST-3: 60-72 ч

Fig. 1. Average creatine phosphokinase serum concentration (U/l) of soccer players before the start of the training camp and in the microcycle of the competitive period (3 matches): BAS: after the holidays before the start of the pre-season training camp; PRE-1 – the day before match; POST-1: 12-20 h after match; POST-2: 36-48 h; POST-3: 60-72 h after

Значительная вариация активности КФК обусловлена различной скоростью выброса фермента в кровь. Этот процесс зависит от состояния клеточных мембран и изменения их проницаемости под воздействием физических нагрузок, при условии отсутствия прямого повреждения мышечных волокон в случае травмы. Поэтому для поиска значений нормального восстановления одним из критериев включения спортсменов в исследование было отсутствие зафиксированных мышечных повреждений, сильных ушибов и жалоб на мышечную усталость и боль. Предполагается резкое увеличение концентрации КФК в крови при мышечных повреждениях. Однако данный вопрос требует дополнительных исследований.

#### 1.4 Выводы

1. Футбол как вид спорта представляет высокоинтенсивную спортивную деятельность, при которой КФК является непрямым маркером мышечного микротравматизма, достигая пика своего значения к 12-24 ч после матча в течение соревновательного периода, снижаясь в

норме к 72 ч после матча (достигая исходного предыгрового значения).

2. Определение КФК у профессиональных высококвалифицированных футболистов позволяет контролировать и объективно оценивать в динамике процессы энергообеспечения, переносимости физических нагрузок, восстановления спортсменов, выявлять случаи скрытых мышечных повреждений.

3. Измерение концентрации КФК является простым и удобным методом контроля и оценки переносимости физической нагрузки, восстановления футболистов, а также скрининга на предмет скрытых мышечных повреждений.

4. Получены цифровые критерии срочной и долгосрочной адаптации футболистов к физическим нагрузкам в соревновательном периоде по уровню содержания КФК.

5. Требуется дальнейшее изучение динамики КФК у футболистов с учетом индивидуальных особенностей факторов, влияющих на КФК.

#### Список литературы

1. Stolen T, Chamari K., Castagna C., Wisloff U. Physiology of soccer: An update // Sports Medicine. 2005. Vol.35, № 6. P. 501-36. DOI: 10.2165/00007256-200535060-00004.
2. Sporis G., Jukic I., Milanovic L., Vucetic V. Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players // Journal of Strength and Conditioning Research. 2010. Vol.24, №3. P. 679-86. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c4d324.

#### References

1. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: An update. Sports Medicine. 2005;35(6):501-36. DOI: 10.2165/00007256-200535060-00004.
2. Sporis G, Jukic I, Milanovic L, Vucetic V. Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2010;24(3):679-86. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c4d324.

3. **Mougios V.** Reference intervals for serum creatine kinase in athletes // *British Journal of Sports Medicine*. 2007. Vol.41, №10. P. 674-8. DOI: 10.1136/bjism.2006.034041.
4. **Friden J., Lieber R.L.** Segmental muscle fiber lesions after repetitive eccentric contractions// *Cell and Tissue Research*. 1998. Vol.293, №1. P. 165-71.
5. **Thompson D., Williams C., Kingsley M., Nicholas C.W., Lakomy H.K., McArdle F.** Muscle Soreness and Damage Parameters after Prolonged Intermittent Shuttle-Running Following Acute Vitamin C Supplementation // *International Journal of Sports Medicine*. 2001. Vol.22, №1. P. 68-75. DOI: 10.1055/s-2001-11358.
6. **Thompson D., Nicholas C.W., Williams C.** Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running // *Journal of Sports Sciences*. 1999. Vol.17, №5. P. 387-95. DOI: 10.1080/026404199365902.
7. **Рыбина И.Л., Кузнецова З.М.** Использование активности креатинфосфокиназы в оценке срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2015. №3. С. 150-7. DOI: 10.14526/01\_1111\_41.
8. **Ispirlidis I., Fatouros I.G., Jamurtas A.Z., Nikolaidis M.G., Michailidis I., Douroudos I.** Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game // *Clinical journal of sport medicine*. 2008. Vol.18, №5. P. 423-31. DOI: 10.1097/JSM.ob013e3181818e0b.
9. **Coelho D.B., Cabido CET., Ciminelli VAL., Becker L.K., Oliveira E.C., Pereira E.R.** Comparison of different ways of expressing creatine kinase concentration of soccer players during a competitive season // *Motriz: Revista de Educacao Física*. 2016. Vol.22, №3. DOI: 10.1590/S1980-6574201600030006.
10. **Yamin C., Amir O., Sagiv M., Attias E., Meckel Y., Eynon N., Sagiv M., Amir R.E.** ACE ID genotype affects blood Creatine Kinase response to eccentric exercise // *Journal of Applied Physiology*. 2007. Vol.103, №6. P. 2057-61. DOI: 10.1152/jappphysiol.00867.2007.
11. **Lazarim F., Antunes-Neto J., Silva F., Nunes L., Cameron A., Cameron L.** The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship // *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009. Vol.12, №1. P. 85-90. DOI: 10.1016/j.jsams.2007.10.004.
12. **Brancaccio P., Maffulli N., Limongelli F.M.** Creatine kinase monitoring in sport medicine // *British Medical Bulletin*. 2007. Vol.81-82, №1. P. 209-30. DOI: 10.1093/bmb/Idm014.
13. **Totsuka M., Nakaji S., Suzuki K., Sugawara K., Sato K.** Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise // *Journal of Applied Physiology*. 2002. Vol.93, №4. P. 1280-6. DOI: 10.1152/jappphysiol.01270.2001.
14. **Clarkson P.M., Kearns A.K., Rouzier P., Rubin R., Thompson P.D.** Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006. Vol.38, №4. P. 623-7. DOI: 10.1249/01.mss.0000210192.49210.fc.
15. **Clarkson P.M.** Case report of exertional rhabdomyolysis in a 12-year-old boy // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006. Vol.38, №2. P. 197-200. DOI: 10.1249/01.mss.0000183478.12106.04.
16. **Paschalis V., Koutedakis Y., Baltzopoulos V., Mougios Jamurtas A.Z., Giakas G.** Short vs. Long length of rectus femoris during eccentric exercise in relation to muscle damage in healthy males // *Clinical Biomechanics*. 2005. Vol.20, №6. P. 617-22. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2005.02.011.
17. **Ascensão A., Rebelo A., Oliveira E., Marques F., Pereira L., Magalhães J.** Biochemical impact of a soccer match – analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout re-
3. **Mougios V.** Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*. 2007;41(10):674-8. DOI: 10.1136/bjism.2006.034041.
4. **Friden J, Lieber RL.** Segmental muscle fiber lesions after repetitive eccentric contractions. *Cell and Tissue Research*. 1998;293(1):165-71.
5. **Thompson D, Williams C, Kingsley M, Nicholas CW, Lakomy HK, McArdle F.** Muscle Soreness and Damage Parameters after Prolonged Intermittent Shuttle-Running Following Acute Vitamin C Supplementation. *International Journal of Sports Medicine*. 2001;22(1):68-75. DOI: 10.1055/s-2001-11358.
6. **Thompson D, Nicholas CW, Williams C.** Muscular so-reness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running. *Journal of Sports Sciences*. 1999;17(5):387-95. DOI: 10.1080/026404199365902.
7. **Rybina IL, Kuznetsova ZM.** The use of creatine phosphokinase level in assessment of athletes urgent and long-term adaptation to training loads. *Pedagogic-psychological & medical-biological problems of physic and sport*. 2015;3(36):150-7. DOI: 10.14526/01\_1111\_41. Russian.
8. **Ispirlidis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I.** Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clinical journal of sport medicine*. 2008;18(5):423-31. DOI: 10.1097/JSM.ob013e3181818e0b.
9. **Coelho DB, Cabido CET, Ciminelli VAL, Becker LK, Oliveira EC, Pereira ER.** Comparison of different ways of expressing creatine kinase concentration of soccer players during a competitive season. *Motriz: Revista de Educacao Física*. 2016;22(3). DOI: 10.1590/S1980-6574201600030006.
10. **Yamin C, Amir O, Sagiv M, Attias E, Meckel Y, Eynon N, Sagiv M, Amir RE.** ACE ID genotype affects blood Creatine Kinase response to eccentric exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2007;103(6):2057-61. DOI: 10.1152/jappphysiol.00867.2007.
11. **Lazarim F, Antunes-Neto J, Silva F, Nunes L, Cameron A, Cameron L.** The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009;12(1):85-90. DOI: 10.1016/j.jsams.2007.10.004.
12. **Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM.** Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*. 2007;81-82(1):209-30. DOI: 10.1093/bmb/Idm014.
13. **Totsuka M, Nakaji S, Suzuki K, Sugawara K, Sato K.** Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2002;93(4):1280-6. DOI: 10.1152/jappphysiol.01270.2001.
14. **Clarkson PM, Kearns AK, Rouzier P, Rubin R, Thompson PD.** Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006;38(4):623-7. DOI: 10.1249/01.mss.0000210192.49210.fc.
15. **Clarkson PM.** Case report of exertional rhabdomyolysis in a 12-year-old boy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006;38(2):197-200. DOI: 10.1249/01.mss.0000183478.12106.04.
16. **Paschalis V, Koutedakis Y, Baltzopoulos V, Mougios Jamurtas A.Z, Giakas G.** Short vs. Long length of rectus femoris during eccentric exercise in relation to muscle damage in healthy males. *Clinical Biomechanics*. 2005;20(6):617-22. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2005.02.011.
17. **Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J.** Biochemical impact of a soccer match – analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery.

covery // Clinical Biochemistry. 2008. Vol.41, №10-11. P. 841-51. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2008.04.008.

18. **Coelho D.B., Morandi R.F.** Creatine kinase kinetics in professional soccer players during a competitive season // Revista Brasileirs de Cineantropometria & Desempenho Humano. 2011. Vol.13, №3. P. 189-94. DOI: 10.5007/1980-0037.2011v13n3p189.

19. **Andersson H., Raastad T., Nilsson J., Paulsen G., Garte I., Kadi F.** Neuromuscular Fatigue and Recovery in Elite Female Soccer: Effects of Active Recovery // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2008. Vol.40, №2. P. 372-80. DOI: 10.1249/mss.0b013e31815b8497.

Clinical Biochemistry. 2008;41(10-11):841-51. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2008.04.008.

18. **Coelho DB, Morandi RF.** Creatine kinase kinetics in professional soccer players during a competitive season. Revista Brasileirs de Cineantropometria & Desempenho Humano. 2011;13(3):189-94. DOI: 10.5007/1980-0037.2011v13n3p189.

19. **Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garte I, Kadi F.** Neuromuscular Fatigue and Recovery in Elite Female Soccer: Effects of Active Recovery. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2008;40(2):372-80. DOI: 10.1249/mss.0b013e31815b8497.

#### Информация об авторах:

**Хайтин Владимир Юрьевич**, аспирант кафедры физических методов лечения и спортивной медицины ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова Минздрава России, врач основного состава команды ФК «Зенит». ORCID ID: 0000-0002-9154-5174 (+7 (931) 000-02-08, khaitinvladimir@gmail.com)

**Матвеев Сергей Владимирович**, профессор кафедры физических методов лечения и спортивной медицины ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова Минздрава России, д.м.н. ORCID ID: 0000-0001-5698-7850

**Гришин Михаил Юрьевич**, главный врач основного состава команды ФК «Зенит», к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-7517-6073

#### Information about the authors:

**Vladimir Yu. Khaitin**, M.D., Postgraduate Student of the Department of Physical Methods of Treatment and Sports Medicine of the Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Physician of the FC «Zenit» Main Team. ORCID ID: 0000-0002-9154-5174 (+7 (931) 000-02-08, khaitinvladimir@gmail.com)

**Sergey V. Matveev**, M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Department of Physical Methods of Treatment and Sports Medicine of the Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University. ORCID ID: 0000-0001-5698-7850

**Mikhail Yu. Grishin**, M.D., Ph.D. (Medicine), Head Physician the FC «Zenit» Main Team. ORCID ID: 0000-0002-7517-6073

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest

*Поступила в редакцию:* 21.08.2018

*Принята к публикации:* 28.09.2018

*Received:* 21 August 2018

*Accepted:* 28 September 2018