



## Выраженность и динамика изменения сывороточной концентрации биохимических маркеров повреждения мышечной ткани у опытного ультрамарафонца после преодоления дистанции 165 км на фоне сохраняющейся физической нагрузки

Э.Н. Безуглов<sup>1,\*</sup>, М.С. Шошорина<sup>1</sup>, О.Б. Талибов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГАУ ВО «Первый государственный Московский медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова», Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель:** определить выраженность и динамику изменения концентрации биохимических маркеров повреждения мышечной ткани в сыворотке крови опытного ультрамарафонца после преодоления дистанции в 165 километров.

**Материалы и методы:** измерение сывороточной концентрации маркеров повреждения мышечной ткани (аспартатаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ), креатинкиназа (КК), креатинкиназа МВ (КК-МВ), миоглобин) в сыворотке до ультрамарафона и через 16 и 144 часа после него у опытного бегуна (возраст 36 лет, рост 186 см, вес 76 кг, индекс массы тела 21,96).

**Результаты:** через 16 часов после окончания забега наблюдались чрезвычайно высокие уровни АСТ, АЛТ, КК, КК-МВ и миоглобина, сочетание которых свидетельствует о выраженном рабдомиолизе. Через 144 часа было отмечено снижение уровня всех маркеров повреждения мышечной ткани, в том числе миоглобина, однако они продолжали оставаться значительно выше референсных значений. При этом у спортсмена не наблюдалось сколь-либо значимой патологической симптоматики, и он продолжал тренироваться в восстановительном режиме.

**Заключение:** забеги на ультрамарафонские дистанции приводят к значительному повреждению мышц, что может стать причиной рабдомиолиза. Его выраженность может не коррелировать со сколь-либо значимыми клиническими проявлениями.

**Ключевые слова:** рабдомиолиз, маркеры повреждения мышечной ткани, ультрамарафон, клинический случай

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

**Для цитирования:** Безуглов Э.Н., Шошорина М.С., Талибов О.Б. Выраженность и динамика изменения сывороточной концентрации биохимических маркеров повреждения мышечной ткани у опытного ультрамарафонца после преодоления дистанции 165 км на фоне сохраняющейся физической нагрузки. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(2):13–17. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.2.7>

Поступила в редакцию: 23.12.2022

Принята к публикации: 29.09.2023

Online first: 17.10.2023

Опубликована: 21.11.2023

\*Автор, ответственный за переписку

# The severity and dynamics of changes in the serum concentration of biochemical markers of muscle tissue damage in an experienced ultramarathon runner after overcoming a distance of 165 km against the background of continuing physical activity

Eduard N. Bezuglov<sup>1,\*</sup>, Maria S. Shoshorina<sup>1</sup>, Oleg B. Talibov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**Purpose:** to determine the severity and dynamics of changes in the concentration of biochemical markers of muscle tissue damage in the blood serum of an experienced ultramarathon runner after overcoming a distance of 165 kilometers.

**Materials and methods:** measurement of serum concentrations of markers of muscle tissue damage (aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), creatine kinase (CK), creatine kinase MB (CK-MB), myoglobin) in serum before and 16 and 144 hours after ultramarathon in an experienced runner (age 36, height 186 cm, weight 76 kg, body mass index 21.96).

**Results:** 16 hours after the end of the race, extremely high levels of AST, ALT, CK, CK-MB and myoglobin were observed, the combination of which indicates severe rhabdomyolysis. After 144 hours, a decrease in the level of all markers of muscle tissue damage, including myoglobin, was noted, however, they continued to remain significantly higher than the reference values. At the same time, the athlete did not have any significant pathological symptoms, and he continued to train in the recovery mode.

**Conclusion:** ultramarathon races lead to significant muscle damage, which can lead to rhabdomyolysis. Its severity may not correlate with any significant clinical manifestations.

**Keywords:** rhabdomyolysis, markers of muscle tissue damage, ultramarathon, clinical case

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

**For citation:** Bezuglov E.N., Shoshorina M.S., Talibov O.B. The severity and dynamics of changes in the serum concentration of biochemical markers of muscle tissue damage in an experienced ultramarathon runner after overcoming a distance of 165 km against the background of continuing physical activity. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(2):13–17. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.2.7>

**Received:** 23 December 2022

**Accepted:** 29 September 2023

**Online first:** 17 October 2023

**Published:** 21 November 2023

\*Corresponding author

## 1. Введение

В XXI веке все больше спортсменов занимаются бегом на сверхдлинные дистанции. За последние десятилетия общее число финишеров в «Comrades Marathon», который является старейшим в мире ультрамарафонским забегом, увеличилось на 50% и достигло 16 482 человек в 2019 году [1, 2]. Число финишеров многодневного ультрамарафона «Marathon de Sables», который проводится в пустыне Сахара, выросло с 570 до 752 [3]. Существует несколько исследований, оценивающих влияние ультрамарафона на организм человека [4, 5]. Наиболее серьезные изменения происходят в мышечной ткани, выраженные функциональные повреждения которой могут привести к угрожающим жизни состояниям, в том числе острой почечной недостаточности. Поэтому своевременный объективный мониторинг функции органов после ультрамарафонских забегов и разработка реабилитационных программ имеет большое практическое значение.

Одним из наиболее опасных состояний, которое может развиваться у бегунов на длинные дистанции,

являются рабдомиолиз и связанное с ним острое повреждение почек. Классическими неспецифическими признаками рабдомиолиза являются мышечные боли, слабость и потемнение мочи (моча цвета чая). Наиболее чувствительным биохимическим маркером является повышение уровня креатинкиназы (КК) в плазме крови, повышение которой более чем в пять раз и выше, по мнению большинства авторов, является ключевым параметром в диагностике рабдомиолиза [6]. КК принято считать биохимическим «золотым стандартом» диагностики, а миоглобин — «золотым стандартом» прогноза развития острой почечной недостаточности, особенно у пациентов с нетравматическим рабдомиолизом, у которых повышение уровня КК может быть связано как с функциональным повреждением клеток, так и с анатомическими травмами мышц [7, 8].

Существует значительная корреляция между уровнем КК в сыворотке крови и частотой острого повреждения почек (ОПП) [9]. В литературе у бегунов-марафонцев неоднократно описывались случаи рабдомиолиза и ассоциированного с ним ОПП [10, 11].

Зарегистрированная частота острого повреждения почек при рабдомиолизе варьируется от 13 до 50% [12]. Magrini et al. сообщили о частом бессимптомном повышении уровня КК у бегунов-ультрамарафонцев, концентрация которой может превышать 14000 Ед/л [13]. Важно отметить, что до сих пор существует недостаточное количество полевых исследований, в которых измерялся уровень КК после тяжелой физической нагрузки в течение как минимум недели.

Мы не смогли найти исследований, показывающих естественный ход восстановления спортсменов после забегов на длинные дистанции при сохраняющейся значительной физической активности. Поэтому данный случай может представлять научный интерес.

## 2. Материалы и методы

Исследование проводилось с письменного согласия испытуемого, который предварительно был проинформирован о возможных рисках. Исследование соответствовало требованиям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Исследование было одобрено локальным Этическим комитетом Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова № 11–19.

Спортсмен (мужчина 36 лет европеоидной расы, рост 186 см, вес 76 кг, индекс массы тела 21,96) имел 7-летний опыт беговых тренировок и в течение последних пяти лет участвовал в десяти забегах на дистанции 60–120 км. Личное лучшее время в классическом марафоне (42 км) составляло 2,59 часа.

Исследование проводилось до и после забега «Зеленый пояс Москвы», во время которого спортсмен преодолел дистанцию 165,58 км с общим набором высоты 1108 метров за 21 час 24 минуты (средний темп 7:46 мин/км). Стартовал спортсмен в 20:00 08 мая 2018 года, а финишировал в 16:24 09.05.2018.

Первые 60 км дистанции были пройдены в постоянном темпе, после чего он начал прогрессивно постепенно снижаться. Остановок более 5 минут не было. Приемы пищи осуществлялись на отметках 60, 86, 123 и 145 км и включали бананы, финики, бутерброды

с лососем, куриный и говяжий супы. Через каждые 20 км спортсмен принимал по 40–50 граммов углеводных гелей. В течение всего забега было использовано 5 литров изотонического напитка. После достижения 110-километровой отметки был однократно использован пероральный прием 200 мг диклофенака, в качестве средства профилактики развития болевого синдрома. Кофеин и какие-либо другие стимуляторы не применялись. Во время забега лимитирующих темп бега мышечного дискомфорта и судорог не было.

Общее состояние спортсмена сразу после финиша было удовлетворительным. Через 30 минут после окончания забега артериальное давление составляло 120/70 мм рт. ст., частота сердечных сокращений — 66 в минуту, частота дыхания — 16 в минуту, температура тела — 36,8 °С. Спортсмен не отмечал мышечных болей или судорог. Объем диуреза в течение всего периода наблюдения был обычным для спортсмена, окраска мочи была соломенно-желтой, ее прозрачность — полной.

Никаких специальных мероприятий по постнагрузочному восстановлению (холодовые ванны, массаж, роллы, компрессионный трикотаж и др.) не применялись на протяжении всего периода наблюдения за спортсменом.

Нарушений сна в течение всего периода наблюдения не было.

Через 24 часа после забега спортсмен совершил 10-километровую пробежку на пульсе до 140 уд/мин. Суммарно до второго анализа крови спортсмен выполнил 4 пробежки по 10 км с частотой сердечных сокращений до 140 уд/мин.

### Гематологический скрининг

Образцы крови брались из кубитальной вены за 36 часов до забега, через 16 часов и через 144 часа после его окончания. Оценивалась сывороточная концентрация биохимических маркеров повреждения мышечной ткани в сыворотке крови (аспаратамино-трансфераза (АСТ), аланин-трансфераза (АЛТ), общая креатинкиназа (КК), сердечная фракция креатинкиназы (КК-МВ и миоглобин).

Таблица

Маркеры повреждения мышечной ткани в сыворотке крови

Table

Serum levels of muscular damage markers

Маркеры сыворотки	36 часов до забега	16 часов после забега	144 часа после забега	Референсные значения
АСТ Ед/л	16	197,5	109,8	< 40
АЛТ Ед/л	25	63,4	66	< 41
КК Ед/л	250	7168	3054	39–308
КК-МВ нг/мл	1	140,5	71,9	0–5
Миоглобин нг/мл	45	610,2	147,4	23–72

### 3. Результаты

В таблице указано, что были выявлены чрезвычайно высокие уровни АСТ, АЛТ, КК, КК-МВ и миоглобина в образце крови через 16 часов после забега, что свидетельствует о тяжелом повреждении мышц и сердечно-мышечной системы. Значительное повышение анализируемых маркеров сохранялось в течение всего периода наблюдения на фоне значительной физической активности.

### 4. Обсуждение

В представленном клиническом случае впервые описаны изменения сывороточных маркеров повреждения мышечной ткани после окончания ультрамарафонского забега на фоне сохраняющейся спортивной физической нагрузки и без применения каких-либо специальных средств и методов восстановления, а также коррекции выявленных изменений. Через 16 часов после окончания забега сывороточная концентрация некоторых из анализируемых параметров выросла в 10–20 раз, и это повышение не сопровождалось какой-либо значимой клинической симптоматикой. С течением времени отмечалось снижение уровня всех гематологических анализируемых параметров, однако даже через 144 часа после окончания забега они оставались значительно выше референсных значений. В отличие от предыдущих исследований, которые показали нормализацию уровня миоглобина в сыворотке крови через 24 часа после забега, в данном случае мы наблюдали повышенный уровень миоглобина через 144 часа после окончания забега [14, 15].

#### Вклад авторов:

**Безуглов Эдуард Николаевич** — концепция и дизайн публикации, написание первой версии текста;

**Шошорина Мария Сергеевна** — сбор и анализ литературных данных;

**Талибов Олег Букарович** — написание и редактирование текста, сбор и анализ данных исследования.

### Список литературы / References

1. Comrades Marathon History. 2000–2005 [internet]. Available at: <https://comrades.com/histories> (accessed 11 February 2020).
2. Comrades Marathon History. 2016–2018 [internet]. Available at: <https://comrades.com/histories> (accessed 11 February 2020).
3. DUV. Ultra Marathon Statistics [internet]. Available at: <http://statistik.d-u-v.org/eventdetail.php?&event=53571&Language=EN> (accessed 11 February 2020).
4. **Khodae M., Ansari M.** Common ultramarathon injuries and illnesses: race day management. *Curr. Sports Med. Rep.* 2012;11(6):290–297. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e318272c34b>
5. **Passaglia D.G., Emed L.G., Barberato S.H., Guerios S.T., Moser A.I., Silva M.M.F., et al.** Acute effects of prolonged physical exercise: evaluation after a twenty-four-hour ultramarathon. *Arq.*

Сверхмарафонские забеги приводят к значительному повреждению мышц, что может стать причиной развития опасного для жизни состояния рабдомиолиза, выраженность которого может не коррелировать со сколь-либо значимыми клиническими проявлениями. Это необходимо учитывать как бегунам на длинные дистанции, так и тренерам и спортивным врачам.

При этом важно отметить, что такая реакция организма на нагрузку является стереотипной и при ее развитии ключевым действием со стороны медицинского персонала в первую очередь должна быть не ее коррекция, а своевременный и адекватный по объему мониторинг состояния спортсменов.

Будущие исследования должны быть направлены на изучение как краткосрочного, так и долгосрочного влияния подобных забегов на функцию почек и сердечной мышцы, а также влияния различных средств и методов постнагрузочного восстановления на динамику изменения сывороточной концентрации маркеров повреждения мышечной ткани.

### 5. Заключение

Участие в ультрамарафонских забегах обуславливает чрезвычайно высокую нагрузку на организм, что может привести к развитию целого ряда патологических состояний. Одной из мер предупреждения их развития и своевременного выявления соответствующих предикторов может быть проведение, независимо от наличия или отсутствия симптомов, гематологического скрининга, результаты которого позволят своевременно принять меры по профилактике потенциально опасных для жизни состояний, в том числе рабдомиолиза.

#### Author contributions:

**Eduard N. Bezuglov** — concept and publication design, writing the first draft of manuscript;

**Maria S. Shoshorina** — editing of the text, collection and analysis of literature;

**Oleg B. Talibov** — editing of the text, collection and analysis of study data.

*Bras. Cardiol.* 2013;100(1):21–28. <https://doi.org/10.1590/s0066-782x2012005000118>

6. **Khan F.Y.** Rhabdomyolysis: a review of the literature. *Neth. J. Med.* 2009;67(9):272–283.

7. **Cervellin G., Comelli I., Benatti M., Sanchis-Gomar F., Bassi A., Lippi G.** Non-traumatic rhabdomyolysis: Background, laboratory features, and acute clinical management. *Clin. Biochem.* 2017;50(12):656–662. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2017.02.016>

8. **Baird M.F., Graham S.M., Baker J.S., Bickerstaff G.F.** Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J. Nutr. Metab.* 2012;2012:960363. <https://doi.org/10.1155/2012/960363>

9. **Safari S., Yousefifard M., Hashemi B., Baratloo A., Forouznafar M.M., Rahmati F., Motamedi M., Najafi I.** The value of serum creatine kinase in predicting the risk of rhabdomyolysis-induced acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Exp. Nephrol.* 2016;20(2):153–161. <https://doi.org/10.1007/s10157-015-1204-1>

10. **Brinley A., Chakravarthy B., Kiester D., Hoonpongmanont W., McCoy C.E., Lotfipour S.** Compartment Syndrome with Rhabdomyolysis in a Marathon Runner. *Clin. Pract. Cases Emerg. Med.* 2018;2(3):197–99. <https://doi.org/10.5811/cpcem.2018.4.37957>

11. **Abbas M., Brown V., Rietveld A.P., Hoek A.E.** Een marathonloper met rhabdomyolyse [A marathon runner with rhabdomyolysis]. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 2019;163:D2848.

12. **Bosch X., Poch E., Grau J.M.** Rhabdomyolysis and acute kidney injury. *N. Engl. J. Med.* 2009;361(1):62–72. <https://doi.org/10.1056/NEJMra0801327>; Erratum in: *N. Engl. J. Med.* 2011;364(20):1982.

13. **Knechtle B., Nikolaidis P.T.** Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running. *Front. Physiol.* 2018;9:634. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00634>

14. **Nance J.R., Mammen A.L.** Diagnostic evaluation of rhabdomyolysis. *Muscle Nerve.* 2015;51(6):793–810. <https://doi.org/10.1002/mus.24606>

15. **Koskelo P., Kekki M., Wager O.** Kinetic behaviour of 131-I-labelled myoglobin in human beings. *Clin. Chim. Acta.* 1967;17(3):339–347. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(67\)90207-0](https://doi.org/10.1016/0009-8981(67)90207-0)

#### Информация об авторах:

**Безуглов Эдуард Николаевич**, к.м.н., председатель медицинского комитета РФС, руководитель медицинского штаба ПФК «ЦСКА», заведующий лабораторией спорта высших достижений ФГАУ ВО «Первый Московский медицинский университет им. И.М. Сеченова», Россия, 125252, Москва, 3-я Песчаная ул., 2а, стр. 2; доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАУ ВО «Первый Московский медицинский университет им. И.М. Сеченова», Россия, 119435, Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 9 ([e.n.bezuglov@gmail.com](mailto:e.n.bezuglov@gmail.com))

**Шошорина Мария Сергеевна**, ординатор 1-го года кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАУ ВО «Первый Московский медицинский университет им. И.М. Сеченова», Россия, 119435, Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 9 ([kaisough@yandex.ru](mailto:kaisough@yandex.ru))

**Талибов Олег Букарович**, к.м.н., член медицинского комитета РФС, доцент кафедры терапии, клинической фармакологии и неотложной медицины ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Россия, 127206, Москва, ул. Вучетича, 21 ([oleg.talibov@gmail.com](mailto:oleg.talibov@gmail.com))

#### Information about the authors:

**Eduard N. Bezuglov**, Ph.D. (Medicine), Chairman of the Medical Committee of the RFU, Head of the Medical Staff of PFC CSKA, Head of the High Performance Sports Laboratory, Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 125252, Moscow, 3rd Peschanaya str., 2A building 2; Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation, Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 119435, Moscow, Bolshaya Pirogovskaya str., 2 building 9 ([e.n.bezuglov@gmail.com](mailto:e.n.bezuglov@gmail.com))

**Maria S. Shoshorina**, 1st year resident, Department of Sport Medicine and Medical Rehabilitation, Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 119435, Moscow, Bolshaya Pirogovskaya str., 2 building 9 ([kaisough@yandex.ru](mailto:kaisough@yandex.ru))

**Oleg B. Talibov**, Ph.D. (Medicine), member of the RFU medical committee, Associate Professor of the Department of Therapy, Clinical Pharmacology and Emergency Medicine, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Russia, 127206, Moscow, Vucheticha str., 21 ([oleg.talibov@gmail.com](mailto:oleg.talibov@gmail.com))