

УДК 796.922.093.642

**Прогноз успешности соревновательной деятельности в биатлоне
по показателям биохимического статуса**

Нененко Наталья Дмитриевна, кандидат биологических наук, доцент

Бурундуков Михаил Александрович

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск

Аннотация. Результат выступления на наиболее значимых стартах сезона в циклических видах спорта, в том числе и биатлоне, во многом определяется уровнем функциональной подготовленности спортсмена, оценить который можно с использованием параметров клинико-лабораторной диагностики. В статье представлено исследование по изучению взаимосвязи результативности соревновательной деятельности с показателями биохимического статуса высококвалифицированных спортсменов-биатлонистов. Проведен сравнительный анализ биохимических показателей крови спортсменов с различной успешностью соревновательных результатов на чемпионате России по биатлону 2023 года. Выявлено, что спортсмены, не достигшие высоких результатов, отличались от группы призеров высоким гематокритом, сниженным уровнем мочевины и креатинфосфокиназы, неадекватно высоким уровнем кортизола, также их отличали сниженные коэффициенты повреждения и утомления. Сделано предположение, что данные сдвиги указывают на недовосстановление и, возможно, состояние перетренированности спортсменов. Обнаруженные различия между группами сравнения можно использовать в качестве критериев готовности спортсменов-биатлонистов к участию в соревнованиях.

Ключевые слова: биатлон, спортивный результат, биохимический контроль.

**Forecast of success of competitive activity in biathlon according to indicators
of biochemical status**

Nenenko Natalya Dmitrievna, candidate of biological sciences, associate professor

Burundukov Mikhail Aleksandrovich

Yugra State University, Khanty-Mansiysk

Abstract. The result of performance at the most significant starts of the season in cyclic sports, including biathlon, is largely determined by the level of functional readiness of the athlete, which can be assessed using clinical and laboratory diagnostic parameters. Purpose of the study: to study the relationship between the effectiveness of competitive activity and indicators of the biochemical status of highly qualified biathletes. The study carried out a comparative analysis of the biochemical blood parameters of athletes with varying levels of competitive success at the 2023 Russian Biathlon Championships. It was revealed that athletes who did not achieve high results differed from the group of winners in high hematocrit, reduced levels of urea and creatine phosphokinase, inadequately high levels of cortisol, and they were also distinguished by reduced coefficients of damage and fatigue. It has been suggested that these changes indicate under-recovery and, possibly, a state of overtraining in the athletes. The discovered differences between the comparison groups can be used as criteria for the readiness of biathletes to participate in competitions.

Key words: biathlon, sports performance, biochemical control.

ВВЕДЕНИЕ. Результат соревновательной деятельности в циклических видах спорта, в том числе и биатлоне, во многом определяется уровнем функциональной подготовленности спортсмена, оценить который можно с использованием параметров клинико-лабораторной диагностики [1, 2]. Биохимический контроль позволяет оценить эффективность и рациональность индивидуальной тренировочной программы, характер энергообмена, в том числе вклад аэробных и анаэробных механизмов в энергообеспечение мышечной деятельности, скорость и качество восстановительных процессов и др. [3, 4]. Сдвиги же отдельных биохимических

показателей могут выступать в качестве чувствительных критериев состояния перенапряжения и, как следствие, использоваться в прогнозировании спортивного результата [2, 4].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ – изучить взаимосвязь результативности соревновательной деятельности с показателями биохимического статуса высококвалифицированных спортсменов-биатлонистов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ. В исследовании приняли участие 7 спортсменов-биатлонистов экстра-класса: 2 заслуженных мастера спорта, 2 мастера спорта международного класса и 3 мастера спорта России. Все испытуемые являлись членами национальной команды России по биатлону. С целью выявления наиболее информативных биохимических показателей, определяющих готовность спортсменов к максимальному спортивному результату в биатлоне, по результатам выступления на главном старте сезона 2022–2023 гг. – чемпионате России по биатлону, были сформированы две группы сравнения: 1 группа – успешные; 2 группа – не достигшие желаемых результатов/неуспешные. В первую группу вошли 4 спортсмена экстра-класса, показавшие значимые результаты в ходе чемпионата России (имели призовые места/участвовали в «цветочной церемонии», и набравшие в сумме не менее 150 рейтинговых очков), вторая группа включала трех высококвалифицированных спортсменов, не достигших высоких результатов в чемпионате (места, занятые в гонках, не превышали 15, сумма рейтинговых очков была меньше 130).

Для выполнения биохимических и гематологических исследований в качестве биологического материала была взята капиллярная кровь. Забор крови для расширенной панели лабораторных тестов проводили из пальца утром натощак. В капиллярной крови спортсменов определяли следующие биохимические показатели: гемоглобин, гематокрит, креатинфосфокиназа (КФК), глюкоза, аспартатаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ), магний, железо, ферритин, инсулин, фосфор, мочевины, кортизол, тестостерон, витамин D. Исследование проводили с применением биохимического аппарата BioSystems BTS-350 (Испания) с использованием панелей реагентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В ходе исследования была проведена сравнительная оценка показателей биохимического статуса в группах спортсменов, различающихся успешностью выступления на чемпионате России по биатлону в сезоне 2022–2023 г.

Данные клинико-лабораторного контроля, отражающие кислородтранспортные возможности крови, в обозначенных группах спортсменов не различались по уровням гемоглобина, сывороточного железа и ферритина, данные показатели соответствовали референтным значениям (таблица 1). Статистически значимые различия между группами испытуемых выявлены по единственному показателю – гематокриту, который оказался достоверно более высоким в группе менее успешных спортсменов ($p < 0,05$). При анализе показателей минерального обмена в крови не выявлено значимых различий по концентрации витамина D и магния между группами сравнения (таблица 1). Единственный показатель, по которому обнаружены статистически значимые различия. – это уровень фосфора, который был до-

стоверно выше в группе спортсменов с более низкой спортивной результативностью на чемпионате России ($p < 0,05$).

Таблица 1 – Сравнительный анализ биохимических показателей крови спортсменов с различной успешностью соревновательных результатов на чемпионате России по биатлону 2023 года

№	Показатель	Единицы измерения	1-я группа (n=4)	2-я группа (n=3)
1	Гемоглобин	г/л	160,25±5,68	162,33±3,53
2	Гематокрит	%	48,50±1,04	51,33±0,33*
3	Железо	мкМ/л	19,11±1,69	15,89±4,32
4	Ферритин	нг/мл	139,00±25,48	143,33±17,57
5	Витамин D	нг/мл	41,55±2,40	43,77±4,04
6	Магний	мм/л	0,84±0,02	0,86±0,03
7	Фосфор	мм/л	1,07±0,04	1,23±0,03*
8	АЛТ	Е/л	25,75±4,71	20,33±4,70
9	АСТ	Е/л	30,50±3,52	31,33±2,33
10	КФК	Е/л	192,75±39,42	112,33±20,51*
11	Инсулин	мкЕД/мл	8,20±1,22	9,00±0,15
12	Кортизол	нмоль/л	732,75±111,83	1261,22±326,67*
13	Тестостерон	нмоль/л	18,59±1,20	26,76±7,52

Примечание: * - различия достоверны ($p < 0,05$) по отношению к соответствующим показателям контрольной группы.

Анализ активности некоторых ферментов в сыворотке крови «успешных» спортсменов в соревновательном периоде показал, что все изучаемые показатели (АЛТ, АСТ, КФК) находятся в границах референтных значений (таблица 1). Спортсмены второй группы отличались от первой достоверно сниженной активностью креатинфосфокиназы ($p < 0,05$). Уровень креатинфосфокиназы в сыворотке крови широко используется в мониторинге тренировочного процесса в качестве индикатора его интенсивности и диагностического маркера перетренированности [5].

При диагностике функционального состояния спортсменов крайне информативной является оценка гормонального статуса. В спортивной практике используется определение концентрации более 20 гормонов, при этом многие авторы в качестве наиболее информативных показателей выделяют уровень кортизола и тестостерона [2, 4, 6].

В ходе проведенного исследования группы элитных спортсменов, различающихся успешностью соревновательной деятельности на чемпионате России по биатлону в 2023 году, не отличались по уровню инсулина и тестостерона. Единственный показатель, по которому выявлены значимые различия, – это содержание в крови кортизола: в группе спортсменов, не достигших желаемых результатов на чемпионате, содержание кортизола было достоверно выше относительно группы успешных спортсменов ($p < 0,05$) (таблица 1). Кортизол – это главный катаболический гормон, его повышение является неспецифической реакцией организма на стрессовые ситуации, неизбежно возникающие в условиях соревновательного периода [6, 7].

С целью оценки воздействия физических нагрузок на организм спортсменов были рассчитаны два коэффициента: индекс повреждения мышечной ткани

(креатинфосфокиназа/аспартатаминотрансфераза) и коэффициент утомления (тестостерон/кортизол) [6]. Оба индекса были ниже в группе спортсменов с более низкими спортивными результатами на чемпионате относительно группы «успешных» спортсменов, причем различия по индексу утомления носили достоверный характер ($p < 0,05$) (рис. 1).

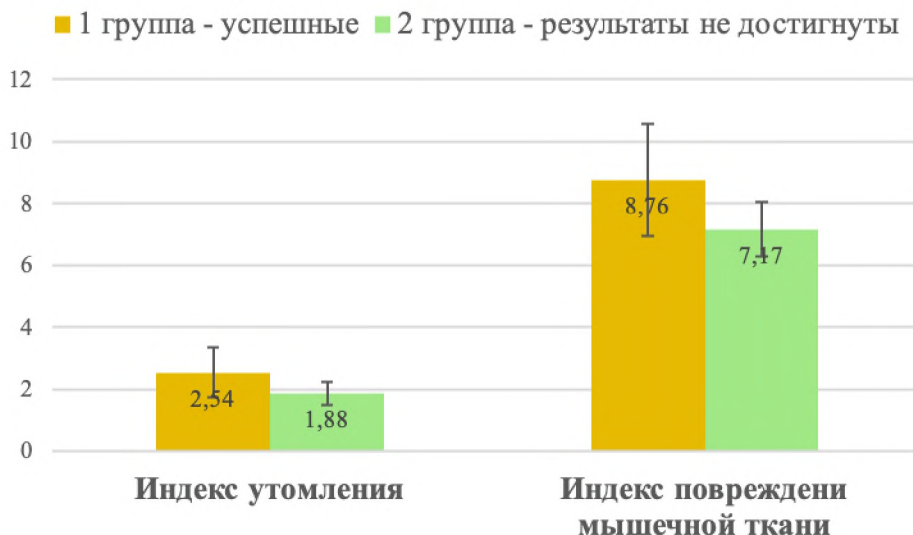


Рисунок 1 – Коэффициенты неблагоприятных воздействий физических нагрузок в группах спортсменов, различающихся соревновательными результатами на чемпионате России по биатлону

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, разделение элитных биатлонистов в группы сравнения по успешности их выступлений на чемпионате России с последующим анализом параметров биохимического контроля позволило выявить значимые различия между группами по показателям биохимического контроля. Очевидно, обнаруженные различия можно использовать в качестве критериев готовности спортсменов к соревнованиям. Спортсмены, не достигшие высоких результатов на чемпионате России, отличались от группы призеров высоким гематокритом, сниженным уровнем мочевины и креатинфосфокиназы, неадекватно высоким уровнем кортизола. Мы предполагаем, что данные сдвиги указывают на недовосстановление и, возможно, состояние перетренированности спортсменов второй группы, что не могло не сказаться на успешности их выступления на важнейшем старте сезона. Расчётные коэффициенты индекса повреждения и индекса утомления подтверждают данное предположение.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Макарова Г. А., Барановская И. Б., Бушуева Т. В. Физиологические критерии в системе прогнозирования успешности соревновательной деятельности спортсменов в избранном годичном тренировочном цикле // Физическая культура, спорт – наука и практика. 2013. № 3. С. 36–40.
2. Рыбина И. Л., Синиченко Р. П., Ширковец Е. А. Использование данных клинико-лабораторного контроля в системе управления процессом подготовки в зимних циклических видах спорта (на примере биатлона) // Наука в олимпийском спорте. 2020. № 2. С. 49–56.
3. Синиченко Р. П., Юшкевич Т. П. Управление тренировочным процессом биатлонистов высокой квалификации на основе данных комплексного контроля // Мир спорта. 2021. № 2 (83). С. 60–66.

4. Рыбина И. Л., Ширковец Е. А. Алгоритм оценки адаптационных изменений организма спортсменов с использованием данных клинико-лабораторного контроля // Вестник спортивной науки. 2017. № 3. С. 36–40.

5. 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 (36). С. 150–158.

6. Никулин Б. А., Родионова И. И. Биохимический контроль в спорте : монография. Москва : Советский спорт, 2011. 232 с.

7. Козлов И. А., Козлова М. А. Кортизол как маркер стресса // Физиология человека. 2014. Том 40, № 2. С. 123–136.

REFERENCES

1. Makarova G. A., Baranovskaya I. B., Bushueva T. V. (2013), “Physiological criteria in the system of predicting the success of competitive activity of athletes in a selected annual training cycle”, *Physical culture, sport - science and practice*, No. 3, pp. 36–40.

2. Rybina I. L., Sinichenko R. P., Shirkovets E. A. (2020), “Use of clinical and laboratory control data in the training process management system in winter cyclic sports (using the example of biathlon)”, *Science in Olympic sports*, No. 2, pp. 49–56.

3. Sinichenko R. P., Yushkevich T. P. (2021), “Management of the training process of highly qualified biathletes based on complex control data”, *World of Sports*, No. 2 (83), pp. 60–66.

4. Rybina I. L., Shirkovets E. A. (2017), “Algorithm for assessing adaptive changes in the body of athletes using clinical and laboratory control data”, *Bulletin of sports science*, No. 3, pp. 36–40.

5. Rybina I. L., Kuznetsova Z. M. (2015), “The use of creatine phosphokinase activity in assessing the immediate and long-term adaptation of athletes’ bodies to training loads”, *Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sports*, No. 3 (36), pp. 150–158.

6. Nikulin B. A., Rodionova I. I. (2011), “Biochemical control in sports”, monograph, Moscow, Soviet sport, 232 p.

7. Kozlov I. A., Kozlova M. A. (2014), “Cortisol as a marker of stress”, *Human Physiology*, Volume 40, No. 2, pp. 123–136.

Информация об авторах:

Нененко Н.Д., доцент высшей школы физической культуры и спорта, n_nenenko@ugrasu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4535-3435>.

Бурундуков М.А., магистрант Югорского государственного университет.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 25.02.2024.

Принята к публикации 22.03.2024.