

Дата публикации: 01.12.2021

DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_2

УДК 615.3; 616-092.19

ЛАБОРАТОРНЫЕ МАРКЕРЫ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАНТОВЫХ ПРЕПАРАТОВ У СПОРТСМЕНОВ

С.В. Верещагина^{1,2}, В.А. Фокин³, И.Н. Смирнова², Н.Г. Абдулкина²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Красноярск, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», ЗАТО Северск, Россия

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск, Россия

Ключевые слова: спортсмены, панты марала, прогнозирование эффективности.

Аннотация. Цель исследования – разработать модели прогнозирования эффективности применения пантовых препаратов у спортсменов зимних циклических видов спорта в подготовительный период годичного тренировочного цикла. В целях обоснования использования лабораторных маркеров проведен корреляционный анализ взаимосвязей между ними и показателями физической работоспособности. На основе пошагового дискриминантного анализа разработаны математические модели, представленные набором линейных дискриминантных функций, определяющих целесообразность назначения пантовых препаратов. Наибольшая диагностическая значимость получена при использовании биохимических показателей.

LABORATORY MARKERS IN PREDICTING THE EFFECTIVENESS OF VELVET ANTLER MEDICATION IN ATHLETES

S.V. Vereshchagina^{1,2}, V.A. Fokin³, I.N. Smirnova², N.G. Abdulkina²

¹Federal State Budgetary Institution "Federal Siberian Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency", Krasnoyarsk, Russia

²Federal State Budgetary Institution "Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency", closed city Seversk, Russia

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tomsk, Russia

Key words: athletes, maral velvet antlers, efficiency prediction.

Annotation. The purpose of the study is to develop models for predicting the effectiveness of velvet antler medication in athletes of winter cyclic sports during the preparatory period of the annual training cycle. In order to justify the use of laboratory markers, a correlation analysis of the relationships between them and indicators of physical performance was carried out. Based on the stepwise discriminative analysis, mathematical models represented by a set of linear discriminant functions that determine the feasibility of prescribing velvet antler preparations have been developed. The highest diagnostic interest was obtained when using biochemical parameters.

Введение. На фоне интенсивных тренировочных нагрузок признаки переутомления встречаются у 40-60% высококвалифицированных спортсменов, что оказывает существенное лимитирующее влияние на эффективность тренировочного процесса и достижение спортивных результатов [1-4]. Поскольку на сегодняшний день нет единой общепризнанной гипотезы развития синдрома перетренированности, ключевым моментом в диагностике этого многофакторного патологического состояния является оценка лабораторных маркеров – биохимических, нейрогуморальных и иммунологических показателей [5-6].

В настоящее время существует высокая потребность разработки новых немедикаментозных средств восстановления, особенно препаратов природного происхождения, способных значительно повысить физическую работоспособность спортсменов, совершенствовать адаптацию к экстремальным факторам спортивной деятельности и при этом не являющихся допингом [7-8]. Одними из перспективных средств немедикаментозной поддержки организма на фоне интенсивных физических нагрузок являются

продукты пантового оленеводства, обоснованность и безопасность применения которых в спорте подтверждена экспертным заключением ВНИИФКиС № 12-5590-S (1996 г) [8-10]. При этом отсутствуют сведения о возможности прогнозирования эффективности их применения у спортсменов.

Цель исследования: разработать модели прогнозирования эффективности применения пантовых препаратов у спортсменов зимних циклических видов спорта в подготовительный период годичного тренировочного цикла.

Методы и организация исследования. Работа выполнена на базе ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» (г. Красноярск) и Филиала «Томский научно-исследовательский институт курортологии и физиотерапии» ФГБУ «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» (г. Томск) в рамках Государственного контракта № 44.001.11.14 целевой программы ФМБА России «Медико-биологическое и медико-санитарное обеспечение спортсменов сборных команд Российской Федерации».

Набор спортсменов зимних циклических видов спорта выполнен на базах КГАУ «Региональный центр спортивной подготовки «Академия зимних видов спорта» (г. Красноярск) и КГАУ «Академия биатлона» (г. Красноярск). На клиническом этапе исследования согласно цели и задачам обследовано 86 спортсменов зимних циклических видов спорта (лыжные гонки, биатлон) в возрасте от 18 до 30 лет (средний возраст $21,90 \pm 4,19$ лет). Спортсмены основных групп I (n=30) и II (n=30) получали порошок пантов марала в капсулах в дозах 2-4 г/сутки, спортсмены контрольной группы III (n=26) получали плацебо (сахар-песок в аналогичных капсулах) и не получали других БАД. Прием порошка пантов марала и плацебо происходил на подготовительном этапе, курс приема составил 14 дней. Клиническое, лабораторное и инструментальное исследования спортсменов выполнялись до и после курсового (14 дней) применения порошка пантов марала в подготовительный (сентябрь-октябрь) период годичного цикла подготовки.

Гематологический анализ проводили на гематологическом анализаторе МЕК 7222 (Nihon Kohden, Япония). По результатам показателей лейкограммы рассчитывали лимфоцитарный индекс (ЛИ) и лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) по формуле В.К. Островского с соавт. (2011). Биохимические показатели определяли на автоматическом анализаторе AU-400 (Beckman Coulter, США) следующими методами: мочевины – уреазным УФ-кинетическим, мочевую кислоту – уриказным колориметрическим, глюкозу – гексокиназным, аланинаминотрансферазу

(АЛТ) и аспаратаминотрансферазу (АСТ) – УФ-кинетическим, щелочную фосфатазу – колориметрическим с р-нитрофенилфосфатом, креатинкиназу-МВ (КФК-МВ) – методом ферментативного ингибирования с креатинфосфатом, лактат – колориметрическим лактооксидазным, железо – колориметрическим с ТПТЗ, латентную и общую железосвязывающую способность (ЖСС) – колориметрическим с нитрозо-ПСАП, общий холестерин (ОХС) и фракции – колориметрическим, триглицериды – ферментативным колориметрическим, С-реактивный белок (СРБ) – иммунотурбидиметрическим. Функционирование системы перекисного окисления липидов исследовали с помощью определения: активности внеклеточной каталазы – колориметрическим методом, уровня малонового диальдегида (МДА) – методом цветной реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой, уровня церулоплазмينا – методом с п-фенилендиамидом. Для проведения методик использовали Фотометр 5010 (Robert Riele GmbH, Германия). Определение уровней тестостерона и кортизола выполняли иммунохемилюминесцентным методом на анализаторе Immulite 1000 (США).

Гуморальное звено системного иммунитета изучали путем определения в сыворотке крови уровня иммуноглобулинов (Ig) классов А, М, G методом иммунотурбидиметрии на биохимическом анализаторе AU-400 (Beckman Coulter, США). Содержание циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в сыворотке крови исследовалось в реакции преципитации с раствором полиэтиленгликоля. Фагоцитарное звено иммунной системы оценивали по методу В.М. Бермана и Е.М. Славской (1958) с микробной тест-культурой *S. aureus* (штамм 209). Метаболическую активность фагоцитов определяли по их способности восстанавливать нитросиний тетразолий в спонтанном и стимулированном НСТ-тесте. Цитокиновый статус оценивали иммуноферментным методом на планшетном фотометре Stat Fax 303 Plus®, (Awareness Technology, США) с использованием наборов «ВекторБест».

Для оценки физической работоспособности проводился многоступенчатый нагрузочный тест на велоэргометре ERG-911BP (Shiller, Швейцария). В ходе ВЭМ оценивали толерантность к физической нагрузке по предельной (в Вт) и пороговой мощности (в Вт/кг) и физическую работоспособность по тесту PWC170.

Для проведения статистической обработки информации, полученной в процессе исследований, использовали программный продукт Statistica 8.0. Проверку на нормальность распределения признаков проводили с использованием критерия Шапиро-Уилкса. В случае распределения признаков отличного от нормального, данные представляли в виде «среднее±стандартное отклонение» ($M \pm SD$), для описания распределения использовали медиану

(Me) и интерквартильный размах в формате Me[LQ;UQ], где LQ – нижний квартиль, UQ – верхний квартиль. Для определения достоверности различий зависимых выборок использовали T-критерий Вилкоксона, независимых выборок – непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Для определения статистической значимости частоты встречаемости номинальных признаков использовали критерий согласия χ^2 и двусторонний точный критерий Фишера. Взаимосвязь между переменными определяли с помощью коэффициента корреляции Спирмена (R). Построение модели прогноза эффективности пантовых препаратов проводилось при помощи пошагового дискриминантного анализа на основе критериев Лямбд Уилкса и расстояния Махаланобиса, статистическая значимость модели определялась по критерию Лямбда Уилкса. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе исследования был проведен корреляционный анализ взаимосвязей между изучаемыми показателями, характеризующими степень эндогенной интоксикации и перенапряжение адаптационных механизмов, и показателями физической работоспособности. Как показали результаты корреляционного анализа, уровень физической работоспособности, определяемый по тесту PWC170, имел положительную взаимосвязь средней силы с содержанием гемоглобина, гематокрита и эритроцитов, а также уровнем ферритина в крови как основного резерва железа, необходимого при выполнении физической нагрузки. Выявленная отрицательная связь между уровнями общей ЖСС сыворотки и PWC170 подтверждает наличие вышеуказанной зависимости. Содержание мочевины в крови и малонового диальдегида как показателей эндогенной интоксикации отрицательно влияло на физическую работоспособность (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционные связи между показателями физической работоспособности и лабораторными показателями, характеризующими степень эндогенной интоксикации и перенапряжение адаптационных механизмов у спортсменов

Показатели	R	p
PWC170 & ОЖСС сыворотки	-0,376	0,009
PWC170 & ФНО- α	-0,288	0,049
PWC170 & IL-1 β	-0,441	0,001
PWC170 & кортизол	-0,465	0,001
PWC170 & НСТстим	0,390	0,006
PWC170 & ФИспонт	0,298	0,042
PWC170 & ЛИИ	-0,445	0,002
PWC170 & гемоглобин	0,341	0,019
PWC170 & гематокрит	0,388	0,007
PWC170 & эритроциты	0,290	0,047

Продолжение таблицы 1

PWC170 & ферритин	0,292	0,046
PWC170 & малоновый диальдегид	-0,344	0,017
PWC170 & индекс анаболизма	0,419	0,003
ПорМощность & тестостерон	0,315	0,030
ПорМощность & мочевины	-0,401	0,005
ПредМощность & ЛИ	-0,289	0,039
Двойное произведение (ДП) & ЛИИ	-0,216	0,043

Выявленные отрицательные взаимосвязи средней силы между показателями физической работоспособности и уровнями провоспалительных цитокинов ФНО- α и IL-1 β , а также степенью функциональной активности лейкоцитов (НСТстим и фагоцитарный индекс ФИспонт) подчеркивают значимую роль иммунных нарушений в развитии синдрома перетренированности и необходимость анализа иммунологических показателей при подготовке спортсменов.

Наиболее информативными предсказуемо оказались выявленные взаимосвязи между показателями физической работоспособности и гормональными параметрами, характеризующими активность катаболических и анаболических процессов при нагрузках (кортизол, тестостерон и индекс анаболизма), что согласуется с ранее проведенными исследованиями [11].

Представляют интерес выявленные нами отрицательные взаимосвязи между лейкоцитарными индексами эндогенной интоксикации (ЛИИ, ЛИ) и уровнем физической работоспособности, позволяющие рассматривать эти простые расчетные показатели, определяемые при рутинном общем анализе крови, как информативные для ранней диагностики синдрома перетренированности у спортсменов (табл. 2).

Таблица 2

Корреляционные связи между лейкоцитарными индексами интоксикации и параметрами эндокринно-метаболического статуса и физической работоспособности у спортсменов

Показатели	R	p
ЛИИ & PWC 170	-0,445	0,002
ЛИ & ПредМощность	-0,289	0,039
ЛИИ & ДП	-0,216	0,043
ЛИИ & эозинофилы	-0,401	<0,0001
ЛИИ & церулоплазмин	0,346	0,001
ЛИИ & малоновый диальдегид	0,384	0,004
ЛИИ & тестостерон	-0,217	0,048
ЛИИ & эритропоэтин	-0,209	0,046
ЛИИ & ФИстим	0,284	0,038
ЛИИ & ФНО- α	0,366	0,032
ЛИИ & АЛТ	0,224	0,041

В нашем исследовании как ЛИИ, так и ЛИ оказались тесно взаимосвязаны с отдельными биохимическими показателями эндогенной интоксикации (МДА, церулоплазмин, АЛТ) и показателями иммунологической реактивности (ФНО- α , ФИстим). Особый интерес представляет выявленная отрицательная взаимосвязь между степенью эндогенной интоксикации по индексу ЛИИ и уровнем эритропоэтина, что свидетельствует о снижении кислород-транспортной активности крови при развитии эндогенной интоксикации на фоне нагрузок.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование лейкоцитарных индексов, отражающих взаимодействие между различными подклассами лейкоцитов, позволяет дать дополнительную информацию о степени эндогенной интоксикации и состоянии системы адаптации и иммунного ответа у спортсменов.

Для прогнозирования ожидаемой эффективности применения порошка пантов у спортсменов был проведен пошаговый дискриминантный анализ, результатом которого явилась разработка математических моделей, представленных набором линейных дискриминантных функций, определяющих целесообразность назначения пантовых препаратов. Решающие правила (дискриминантные функции) представляли собой линейные классификационные функции вида:

$$d_j(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_{0,j} + b_{1,j}x_1 + b_{2,j}x_2 + \dots + b_{n,j}x_n,$$

где d_j – линейная дискриминантная функция для j -й подгруппы; $b_{0,j}$ – константа для j -й линейной дискриминантной функции; $b_{1,j}, b_{2,j}, \dots, b_{n,j}$ – коэффициенты для признаков x_1, x_2, \dots, x_n в j -й линейной дискриминантной функции; x_1, x_2, \dots, x_n – значения признаков классифицируемого пациента.

В качестве обучающей выборки были определены две группы спортсменов, у которых в первом случае в ответ на применение порошка пантов было получено повышение физической работоспособности, во втором диагностировано отсутствие эффекта. В качестве критерия эффективности воздействия выбрано увеличение показателей PWC170 и ПорМощность (пороговой мощности) на 15% по отношению к начальному значению: если оно больше 15%, то эффект применения порошка пантов есть, если меньше 15% – эффекта нет.

Классификация проводилась следующим образом: коэффициент U_1 характеризовал группу спортсменов с неэффективным применением порошка пантов, коэффициент U_2 – спортсменов с эффективным применением порошка пантов. Вероятность достижения эффекта оценивали следующим образом: если значение $U_1 > U_2$, то применение порошка пантов будет

неэффективно; если $U_1 < U_2$, то вероятность достижения эффективности будет высока.

Был проведен пошаговый дискриминантный анализ для каждой из групп показателей:

1. Гематологические: гемоглобин, гематокрит, эритроциты, лейкоциты, нейтрофилы, лимфоциты, эозинофилы, расчетные индексы эндогенной интоксикации ЛИИ и ЛИ.

2. Биохимические: мочевины, глюкоза, креатинкиназа (КФК), креатинкиназа-МВ (КФК-МВ), лактат, железо, холестерин, холестерин липопротеины высокой плотности (ХЛПВП), холестерин липопротеины низкой плотности (ХЛПНП), коэффициент атерогенности (КА), каталаза, МДА, тестостерон, кортизол, индекс анаболизма (ИА), эритропоэтин, ферритин.

3. Иммунологические: ФИспонт, ФИстим, НСТспонт, НСТстим, IgA, IgM, IgG, ФНО- α , IL-1 β , IL-4, IL-6, С-реактивные белки (СРБ).

В результате применения процедуры пошагового дискриминантного анализа из 9 исходных гематологических показателей были построены правила классификации, включающие 3 наиболее информативных показателя, использование которых позволяет прогнозировать эффект порошка пантов с вероятностью 93,8% ($F(2,13) = 14,958$; $p = 0,004$).

С учетом полученных данных дискриминантные функции для прогнозирования эффективности применения порошка пантов по гематологическим показателям имели следующий вид:

$$U_1 (\text{нет эффекта}) = -153,35 - 1,09 * NE + 70,41 * \text{Эр} + 68,64 * \text{ЛИИ}$$

$$U_2 (\text{есть эффект}) = -125,51 - 0,54 * NE + 58,54 * \text{Эр} + 64,01 * \text{ЛИИ},$$

где: U – линейная дискриминантная функция; NE – процентное содержание нейтрофилов по данным лейкоцитарной формулы крови; Эр – количество эритроцитов; ЛИИ – лейкоцитарный индекс интоксикации.

Правило прогноза (дискриминантные функции) по биохимическим показателям выглядит следующим образом ($F(7,8) = 5,671$; $p = 0,013$, процент правильного прогноза 98,3%):

$$U_1 (\text{нет эффекта}) = -76,25 + 0,24 * \text{кор} + 2,00 * \text{КА} + 6,05 * \text{ЛПНП} + 4,32 * \text{КФК-МВ} - 6,56 * \text{моч} - 1,12 * \text{лакт}$$

$$U_2 (\text{есть эффект}) = -76,31 + 0,224 * \text{кор} - 5,06 * \text{КА} + 14,69 * \text{ЛПНП} + 7,02 * \text{КФК-МВ} - 12,94 * \text{моч} - 5,54 * \text{лакт},$$

где U – линейная дискриминантная функция; кор – уровень кортизола в крови; КА – коэффициент атерогенности; ЛПНП – уровень холестерина липопротеинов низкой плотности; КФК МВ – уровень МВ-фракции креатинфосфокиназы; моч – уровень мочевины; лакт – уровень лактата.

Из 12 исходных иммунологических показателей были выбраны 4 наиболее информативных показателя, использование которых позволяет прогнозировать эффект порошка пантов с вероятностью 87,5% ($F(4,11)=6,103$; $p=0,042$).

С учетом полученных данных дискриминантные функции для прогнозирования эффективности применения порошка пантов по иммунологическим показателям имели следующий вид:

$$U1 \text{ (нет эффекта)} = -59,97 + 0,14 \cdot \text{НСТсп} - 1,45 \cdot \text{IgM} + 4,83 \cdot \text{IL6} + 7,49 \cdot \text{IgG}$$

$$U2 \text{ (есть эффект)} = -54,83 - 0,03 \cdot \text{НСТсп} + 1,80 \cdot \text{IgM} + 8,79 \cdot \text{IL-6} + 6,71 \cdot \text{IgG},$$

где U – линейная дискриминантная функция; НСТ сп – значения НСТ-теста спонтанного; IgM – уровень иммуноглобулина М; IL-6 – уровень интерлейкина-6; IgG – уровень иммуноглобулина G.

Заключение. Проведенный анализ обосновывает целесообразность определения лабораторных маркеров в ранней диагностике переутомления и снижения физической работоспособности у спортсменов. Установлено, что лейкоцитарные индексы эндогенной интоксикации тесно сопряжены с показателями физической работоспособности, перекисного окисления липидов, уровнем тестостерона и эритропоэтина и могут использоваться как маркеры развития переутомления у спортсменов.

Эффективность применения порошка пантов марала как средства коррекции переутомления и перетренированности у спортсменов зимних видов спорта в подготовительном периоде можно прогнозировать путем использования разработанных моделей, представленных набором линейных дискриминантных функций, определяющих целесообразность назначения пантовых препаратов. Наибольшая диагностическая значимость прогнозирования эффекта применения порошка пантов марала получена при использовании биохимических показателей (кортизол, коэффициент атерогенности, холестерин липопротеинов низкой плотности, МВ-фракция креатинфосфокиназы, мочевины и лактата).

Список литературы

1. Дикунец М.А. Анализ гипотез развития синдрома перетренированности / М.А. Дикунец, Г.А. Дудко, Е.Н. Шачнев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2019. – Т. 9. – № 2. – С. 5-14.

2. Никулина Г.Ю. Современные критерии перенапряжения и гипотезы синдрома перетренированности у спортсменов / Г.Ю. Никулина // Прикладная спортивная наука. – 2020. – № 1(11). – С. 98-105.

3. Корнякова В.В. Проблема физического утомления в спорте / В.В. Корнякова, В.А. Бадтиева, М.Ю. Баландин, И.В. Ашвиц // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19. – № 4. – С. 142-149.

4. Kellmann M. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement / M. Kellmann, M. Bertollo, L. Bosquet, M. Brink, A.J. Coutts, R. Duffield, D. Erlacher, S.L. Halson, A. Hecksteden, J. Heidari, K.W. Kallus, R. Meeusen, I. Mujika, C. Robazza, S. Skorski, R. Venter, J. Beckmann // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2018. – Vol. 13. – № 2. – P. 240-245.

5. Парастаев С.А. Синдром перетренированности: современные подходы к диагностике (обзор литературы) / С.А. Парастаев, Е.А. Анисимова, А.В. Жолинский, В.А. Бадтиева, Е.В. Ломазова, Н.В. Демидов, С.В. Додонов, Л.П. Ершова, И.В. Круглова, И.Т. Выходец, В.А. Курашвили, В.С. Фещенко, Р.А. Кешишян, М.Н. Хохлова, П.В. Ефимов, А.В. Сливин // *Лечебная физкультура и спортивная медицина.* – 2020. – № 1(155). – С. 4-13.

6. Рыбина И.Л. Мониторинг активности ферментов в спорте высших достижений / И.Л. Рыбина, А.И. Нехвядович, А.Н. Будко // *Прикладная спортивная наука.* – 2017. – № 2(6). – С. 62-71.

7. Литвин Ф.Б. Комплексное применение природных биостимуляторов в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов / Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук, П.А. Терехов // *Человек. Спорт. Медицина.* – 2018. – Т. 18. – № 5. – С. 135-139.

8. Латков Н.Ю. Вопросы питания в спорте высших достижений: монография / Н.Ю. Латков, В.И. Поздняковский // Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2016. – 215 с.

9. Суслов Н.И. Специализированные продукты с пантогематогеном: доказательства эффективности в спорте / Н.И. Суслов, Н.Ю. Латков, С.А. Трубчанинов // *Ползуновский вестник.* – 2013. – № 4-4. – С. 121-126.

10. Суслов Н.И. Товароведная характеристика пантогематогена и его значение при адаптации к физическим нагрузкам / Н.И. Суслов, Н.Ю. Латков, С.А. Трубчанинов // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии.* – 2016. – Т. 4. – № 2. – С. 86-93.

11. Никулин Б.А. Биохимический контроль в спорте: научно-методическое пособие / Б.А. Никулин, И.И. Родионова // М.: Советский спорт. – 2011. – 232 с.

References

1. Dikunets M.A. Development of overtraining syndrome: survey of hypotheses / M.A. Dikunets, G.A. Didko, E.N. Shachnev // *Sports Medicine: Science and Practice.* – 2019. – Vol. 9. – № 2. – P. 5-14.

2. Nikulina G.Yu. Modern fatigue criteria and hypotheses of overtraining syndrome in athletes / G.Yu. Nikulina // *Applied Sports Science.* – 2020. – № 1(11). – P. 98-105.

3. Kornyakova V.V. Physical fatigue in sports / V.V. Kornyakova, V.A. Badtieva, M.Yu. Balandin, I.V. Ashvits // Human. Sport. Medicine. – 2019. – Vol. 19. – № 4. – P. 142-149.
4. Kellmann M. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement / M. Kellmann, M. Bertollo, L. Bosquet, M. Brink, A.J. Coutts, R. Duffield, D. Erlacher, S.L. Halson, A. Hecksteden, J. Heidari, K.W. Kallus, R. Meeusen, I. Mujika, C. Robazza, S. Skorski, R. Venter, J. Beckmann // Int. J. Sports Physiol. Perform. – 2018. – Vol. 13. – № 2. – P. 240-245.
5. Parastaev S.A. Overtraining syndrome: modern approaches to diagnosis (literature review) / S.A. Parastaev, E.A. Anisimova, A.V. Jolinskij, V.A. Badtieva, E.V. Lomazova, N.V. Demidov, S.V. Dodonov, L.P. Ershova, I.V. Kruglova, I.T. Vykhodets, V.A. Kurashvili, V.S. Feshchenko, R.A. Keshishyan, M.N. Khokhlova, P.V. Efimov, A.V. Slivin // Physical Therapy and Sports Medicine. – 2020. – № 1(155). – P. 4-13.
6. Rybina I.L. Monitoring of enzymes' activity in record performance sports / I.L. Rybina, A.I. Nekhvyadovich, A.N. Budko // Applied Sports Science. – 2017. – № 2(6). – P. 62-71.
7. Litvin F.B. Comprehensive application of natural biostimulators in the training of elite athletes / F.B. Litvin, T.M. Bruck, P.A. Terekhov // Human. Sport. Medicine. – 2018. – Vol. 18. – № 5. – P. 135-139.
8. Latkov N.Yu. Relevant issues of sports nutrition in the sport of higher achievements: monograph / N.Yu. Latkov, V.I. Pozdnyakovskij // Kemerovo: Kemerovo State Institute of Food Science and Technology. – 2016. – 215 p.
9. Suslov N.I. Specialized products with pantohepatogen: evidence for the effectiveness in sport / N.I. Suslov, N.Yu. Latkov, S.A. Trubchaninov // Polzunovskij Bulletin. – 2013. – № 4-4. – P. 121-126.
10. Suslov N.I. Merchandizing characteristic of pantohepatogen and its significance during the adaptation to physical loads / N.I. Suslov, N.Yu. Latkov, S.A. Trubchaninov // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2016. – Vol. 4. – № 2. – P. 86-93.
11. Nikulin B.A. Biochemical control in sports: a scientific and methodological guide / B.A. Nikulin, I.I. Rodionova // M.: Soviet Sports. – 2011. – 232 p.

Сведения об авторах: **Светлана Викторовна Верещагина** – заведующая отделом лабораторной диагностики ФГБУ ФСНКЦ ФМБА России, Красноярск, e-mail: vereschagina.sv@mail.ru; **Василий Александрович Фокин** – доктор технических наук, профессор кафедры медицинской и биологической кибернетики ФГБОУ ВО СибГМУ МЗ РФ,

Томск, e-mail: fokin@ssmu.tomsk.ru; **Ирина Николаевна Смирнова** – доктор медицинских наук, руководитель терапевтического отделения отдела профилактики и восстановительного лечения профессиональных заболеваний Филиала ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России, Северск, e-mail: irin-smirnova@yandex.ru; **Наталья Геннадьевна Абдулкина** – доктор медицинских наук, зам. генерального директора по научно-клинической работе ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России, Северск, e-mail: nauka@med.tomsk.ru.

Information about the authors: Svetlana Viktorovna Vereshchagina – Head of the Laboratory Diagnostics Department of the FSBI FNCC FMBA of Russia, Krasnoyarsk, e-mail: vereschagina.sv@mail.ru; **Vasilij Aleksandrovich Fokin** – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Medical and Biological Cybernetics of the FSBEI of HE SibSMU MOH Russia, Tomsk, e-mail: fokin@ssmu.tomsk.ru; **Irina Nikolaevna Smirnova** – Doctor of Medical Sciences, Head of the Therapeutic Division of the Department of Prevention and Restorative Treatment of Occupational Diseases of the Branch of the TSRIbIP FSBI SibFSCC of FMBA of Russia, Seversk, e-mail: irin-smirnova@yandex.ru; **Natal'ya Gennad'evna Abdulkina** – Doctor of Medical Sciences, Deputy General Director for Scientific and Clinical Work of the FSBI SibFSCC of FMBA of Russia, Seversk, e-mail: nauka@med.tomsk.ru.