

Особенности составления программ метаболической коррекции для профессиональных спортсменов и возможности их оптимизации с использованием цифровых технологий

Т.А. Яшин^{1,*}, Ж.В. Гришина¹, А.И. Кадыкова¹, В.С. Фещенко¹, А.В. Жолинский¹, Т.А. Пушкина²

¹ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

²Федеральное медико-биологическое агентство, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Для составления персонализированной программы коррекции метаболизма профессионального спортсмена необходимо учитывать множество факторов, среди которых: возраст, пол, спортивная специализация, индивидуальные особенности, наличие патологий в анамнезе, этап цикла подготовки спортсмена и др. При составлении подобных программ для спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации используется схема оценки особенностей организма спортсмена, основой для которой является информация, получаемая в ходе углубленных медицинских обследований (УМО) спортсменов, проводимых на базе учреждений ФМБА России. Для повышения качества персонализированных программ метаболической коррекции спортсменов в перспективе возможно использовать профессионально-ориентированные референтные интервалы лабораторных показателей крови, а также результаты генетического скрининга, основанного на стратегии полного экзомного секвенирования генома спортсмена.

Одним из способов повышения эффективности метаболической коррекции профессиональных спортсменов является внедрение современных информационных технологий и разработка на их основе современной информационной системы. Внедрение такой информационной системы позволит повысить скорость первичной обработки исходной информации о состоянии здоровья спортсмена и особенностях его обменных процессов, а также частично автоматизировать формирование индивидуализированных рекомендаций, касающихся пищевого рациона и питьевого режима спортсмена, а также выбора средств метаболической коррекции на различных этапах спортивного сезона.

Ключевые слова: профессиональные спортсмены, углубленное медицинское обследование, коррекция метаболизма, информационная система

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Яшин Т.А., Гришина Ж.В., Кадыкова А.И., Фещенко В.С., Жолинский, А.В. Пушкина Т.А. Особенности составления программ метаболической коррекции для профессиональных спортсменов и возможности их оптимизации с использованием цифровых технологий. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2022;12(2):5–12. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.2.8>

Поступила в редакцию: 11.02.2022

Принята к публикации: 15.06.2022

Online first: 29.06.2022

Опубликована: 30.09.2022

* Автор, ответственный за переписку

Features of compiling metabolic correction programs for professional athletes and the possibility of their optimization using digital technologies

Timofey A. Yashin^{1,*}, Zhanna V. Grishina¹, Anastasia I. Kadykova¹, Vladimir S. Feshchenko¹,
Andrey V. Zholinsky¹, Tatiana A. Pushkina²

¹Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

²Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

ABSTRACT

To compile a personalized program for correcting the metabolism of a professional athlete, it is necessary to take into account many factors, including age, gender, sports specialization, individual characteristics, the pathologies in the anamnesis, the stage of the athlete's training cycle, etc. When drawing up such programs for athletes of sports national teams of the Russian Federation, a scheme for assessing the characteristics of the athlete's body is used, the basis for which is information obtained during in-depth medical examinations of athletes conducted on the basis of clinics of the FMBA Russia. To improve the quality of personalized programs of metabolic correction in the future, it is possible to use professionally oriented reference intervals of laboratory blood parameters, as well as the results of genetic screening based on the strategy of complete exomic sequencing of the athlete's genome. One of the ways to increase the efficiency of metabolic correction of professional athletes is the introduction of modern information technologies and the development of a modern information system based on them. The introduction of such an information system will increase the speed of primary processing of initial information about the health status of the athlete and the peculiarities of his metabolic processes, as well as partially automate the formation of individualized recommendations regarding the diet and hydration, and the choice of metabolic correction at various stages of the sports season.

Keywords: professional athletes, in-depth medical examination, correction of metabolism, information systems

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

For citation: Yashin T.A., Grishina Zh.V., Kadykova A.I., Feshchenko V.S., Zholinsky A.V., Pushkina T.A. Features of compiling metabolic correction programs for professional athletes and the possibility of their optimization using digital technologies. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* (Sports medicine: research and practice). 2022;12(2):5–12. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.2.8>

Received: 11 February 2022

Accepted: 15 June 2022

Online first: 29 June 2022

Published: 30 September 2022

*Corresponding author

1. Введение

В настоящее время система подготовки в спорте высших достижений характеризуется исключительно высокими тренировочными и соревновательными нагрузками. Повышенные нагрузки на организм, которые испытывают спортсмены в течение всей профессиональной карьеры, приводят к появлению дополнительных потребностей в веществах, участвующих в обменных процессах. Это относится как к группе веществ-макронутриентов (белки, жиры и углеводы), так и к большой группе веществ, называемых микронутриентами (витамины, минеральные вещества, а также различные минорные компоненты пищи, обладающие биологической активностью и выполняющие в основном регуляторную функцию в обменных процессах) [1, 2].

При отсутствии адекватной компенсации на фоне длительных предельных нагрузок на организм спортсмен зачастую приобретает негативные изменения в структуре метаболизма. Такие изменения выражаются прежде всего в нарушениях энергетического и пластического обмена в отдельных органах и тканях, а также в нарушениях трофики целого ряда биологически активных веществ, большинство из которых несут регуляторную функцию и также являются важным компонентом поддержания гомеостаза [3, 4].

Если процесс метаболических нарушений у спортсмена, возникающих на фоне предельных нагрузок на организм, не удастся скомпенсировать, то зачастую такие нарушения переходят в хроническую стадию. Особенно сильно от своевременно некомпенсированных метаболических нарушений у спортсменов высокой квалификации страдают «системы-мишени» — системы организма, подвергающиеся сверхсильным нагрузкам в связи с профессиональной спортивной деятельностью. Такая «хронизация» метаболических нарушений обычно приводит к снижению скорости восстановления энергетических и пластических ресурсов организма, а также к возникновению метаболически обусловленных нарушений здоровья (в первую очередь в упомянутых выше «системах-мишенях») [3, 5].

Среди метаболически обусловленных нарушений здоровья у спортсменов высокой квалификации наиболее часто возникают:

- заболевания желудочно-кишечного тракта (гастриты, колиты, эрозийные поражения желудка и кишечника, дисбиозы);
- нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы (различные заболевания сердца, гипертоническая болезнь, сосудистые изменения);

- заболевания опорно-двигательного аппарата (артриты, артрозы, подагра и др.);
- нейроэндокринные заболевания (гипо- и гипертиреозы, сахарный диабет II типа).

Все вышеперечисленные метаболически обусловленные нарушения здоровья способствуют значительному снижению компонентов общего функционального состояния организма спортсмена, прежде всего показателей работоспособности и скорости восстановления спортсмена после нагрузок. При дальнейшем отсутствии своевременной метаболической компенсации на фоне продолжающихся интенсивных нагрузок на организм у спортсменов возникают длительные периоды потери спортивной формы и в конечном счете — комплексные изменения в состоянии здоровья, которые не совместимы с продолжением профессиональной спортивной карьеры [3, 4].

Выявление слабых звеньев метаболизма (как «хронических», обусловленных в большей степени влиянием наследственных факторов, так и «ситуативных», появление которых связано с текущим состоянием спортсмена) с помощью адекватной системы оценки состояния обменных процессов организма позволит обеспечить своевременную и адекватную их коррекцию и предотвратить развитие предпатологических и патологических изменений.

Исходя из вышеизложенного, метаболическая коррекция состояния здоровья спортсменов высокой квалификации должна носить персонифицированный характер с учетом:

- пола, возраста спортсмена и его профессиональной спортивной специализации, плана учебно-тренировочных и соревновательных мероприятий на определенный временной отрезок;
- общего и спортивного анамнеза спортсмена;
- различных параметров, характеризующих состояние обменных процессов организма спортсмена (определяются с помощью анализов различных биологических жидкостей и с использованием ряда неинвазивных методик);
- уровня энерготрат, необходимого для поддержания оптимального функционального состояния спортсмена (с учетом этапа годичного цикла спортивной подготовки и его задач).

В настоящее время в Федеральном научно-клиническом центре спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства существует схема оценки метаболических особенностей спортсмена, основная информация для которой черпается из результатов углубленных медицинских обследований (УМО), проводимых на базе учреждений ФМБА России один раз в шесть месяцев [5, 6].

Компонентами данной схемы по выявлению особенностей обменных процессов у спортсменов, входящих в расширенный состав сборных команд России по различным спортивным дисциплинам, являются [6, 7]:

1. Анализ общего и спортивного анамнеза. Сведения, полученные в результате сбора и анализа общего и спортивного анамнеза, позволяют составить первичную картину об общем состоянии здоровья спортсмена, о наличии у него хронических нарушений здоровья и «систем-мишеней», которые нуждаются в постоянной базовой метаболической поддержке на протяжении его профессиональной карьеры.

2. Оценка параметров структуры массы тела. Сведения, полученные в результате изучения структуры массы тела в динамике, позволяют скорректировать поступления макронутриентов (белков, жиров, углеводов) в базовом пищевом рационе и при необходимости составить индивидуальный план по снижению/набору общей массы тела и (или) нормализации структуры массы тела с использованием средств коррекции метаболизма.

3. Оценка параметров общего обмена веществ (с помощью непрямой калориметрии или одного из расчетных методов). Позволяет оценить потребности спортсмена в макронутриентах (белках, жирах и углеводах) и в количестве потребляемой энергии на определенном этапе спортивного цикла; при необходимости — скорректировать ежедневный пищевой рацион спортсмена в количестве поступающих макронутриентов и их соотношении, а также составить индивидуальный план приема средств коррекции белкового, жирового или углеводного обмена.

4. Оценка параметров лабораторных показателей состояния обменных процессов. Позволяет охарактеризовать состояние обменных процессов на момент проведения исследований, а также отследить колебания значений отдельных лабораторных показателей в динамике, что позволит обосновать использование тех или иных средств коррекции метаболизма на различных этапах спортивного сезона.

5. При оценке того или иного лабораторного показателя в различные периоды времени очень важным является использование корректных референтных интервалов [8, 9]. В 2020 году на базе Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства была выполнена работа по расчету референтных интервалов (РИ) показателей крови на специальной выборке, состоящей из профессиональных спортсменов. Выборка включала более 10 000 результатов УМО за 2014–2019 гг. спортсменов в возрасте от 14 до 38 лет обоих полов. На этапе формирования выборки из нее были исключены спортсмены, не допущенные до тренировочной деятельности по состоянию здоровья или имеющие в анамнезе некоторые заболевания, которые могут «искажать» метаболический профиль спортсмена (синдром Жильбера, сахарный диабет и т.д.). Все спортсмены были разделены по группам видов спорта, по полу, на три возрастные группы согласно возрастной периодизации, предложенной в 1980 г. профессором В.П. Филлиным. В результате сравнительного анализа рассчитанных референтных

интервалов показателей крови на выборке профессиональных спортсменов и референтных интервалов, которые используются при оценке результатов УМО, были выявлены различия в ширине диапазонов референтных значений по большинству показателей [3, 10].

Использование подобных профессионально-ориентированных РИ показателей крови учитывающих пол, возраст и спортивную специализацию в блоке «Оценка параметров лабораторных показателей состояния обменных процессов», способно повысить эффективность диагностики отклонений в состоянии здоровья спортсменов и способствовать своевременному выявлению у спортсменов донологических состояний, требующих проведения направленной метаболической коррекции.

В дополнение к получаемой по четырем основным компонентам данной схемы коррекции метаболизма в настоящее время используется также информация, получаемая по результатам:

- специализированных тестов, проводимых во время УМО, характеризующих параметры функционального состояния спортсмена;
- обследований основных систем организма спортсмена и консультаций у профильных специалистов, проводимых в рамках УМО;
- анкетирования спортсмена с помощью специализированных анкет-опросников, позволяющих получить дополнительную информацию в отношении самооценки спортсменом состояния отдельных параметров его здоровья, а также в отношении особенностей его базового пищевого рациона, питьевого режима и режима приема средств фармакологической и нефармакологической коррекции метаболизма.

По результатам оценки всех упомянутых параметров строится заключение об особенностях обмена веществ у спортсмена на текущий момент времени и разрабатывается базовая стратегия по индивидуальному использованию специализированных средств коррекции метаболизма, к которым относятся:

- фармакологические средства (витаминно-минеральные комплексы, препараты отдельных витаминов и минералов, другие препараты метаболического действия, зарегистрированные в качестве лекарственных средств);
- нелекарственные средства коррекции метаболизма (специализированная пищевая продукция, имеющая государственную регистрацию в качестве специализированных продуктов для питания спортсменов, биологически активных добавок к пище, специализированных продуктов для лечебного и лечебно-профилактического питания).

Лекарственные и нелекарственные средства для коррекции метаболизма, используемые при составлении подобных программ для спортсменов сборных команд России по различным спортивным дисциплинам, обычно входят в текущую версию «Формуляра лекарственных средств, биологически активных добавок к пище, специализированных пищевых продуктов и изделий

медицинского назначения ФМБА России, используемых для медицинского и медико-биологического обеспечения спортсменов сборных команд Российской Федерации».

Одним из способов повышения эффективности работ по направленной метаболической коррекции профессиональных спортсменов является внедрение современных информационных технологий. Предполагается, что их дополнительное использование при реализации задач метаболической коррекции состояния здоровья спортсменов, позволит:

- увеличить скорость обработки исходной информации, необходимой для оценки особенностей метаболизма спортсменов и выявления у них «систем-мишеней», нуждающихся в метаболической поддержке;
- частично автоматизировать формирование базовых заключений, касающихся особенностей обменных процессов у спортсменов, базовых диетологических рекомендаций и базовых рекомендаций в отношении их пищевого рациона и питьевого режима;
- частично или полностью автоматизировать формирование базовых схем метаболической коррекции состояния здоровья спортсменов.

Основной для формирования современного информационного продукта для контроля за состоянием метаболических процессов у спортсменов сборных команд России может стать имеющаяся на сегодня Медицинская информационно-аналитическая система (МИАС), обеспечивающая функционирование и ведение электронного регистра состояния здоровья спортсменов сборных команд, которая с 2014 г. имеет статус Федеральной государственной информационной системы (ФГИС МИАС).

В системе МИАС находятся медико-биологические данные спортсменов из расширенного списка сборных команд России по различным спортивным дисциплинам, получаемые в учреждениях ФМБА во время прохождения спортсменами один раз в шесть месяцев углубленных медицинских обследований (УМО).

Данные УМО, отражающиеся в системе МИАС, включают в себя параметры, перечисленные в п. п. 1–4 схемы оценки метаболических особенностей спортсмена, используемой в настоящее время.

Кроме того, из дополнительных параметров, получаемых во время проведения УМО, которые также могут быть использованы для выявления метаболических особенностей спортсмена, в системе МИАС находятся:

- результаты специализированных тестов, проводимых во время проведения УМО, характеризующих параметры функционального состояния спортсмена;
- результаты обследований основных систем организма спортсмена и консультаций у профильных специалистов, проводимые в рамках УМО.

Дополнительным блоком системы МИАС, который также мог бы использоваться с целью повышения эффективности программ метаболической коррекции у спортсменов сборных команд России, могли бы стать

результаты полного экзомного секвенирования (whole exome sequencing, WES) геномов спортсменов. Данные, полученные в результате WES, позволят дополнительно учитывать особенности организма спортсмена, детерминированные генетически. В данном блоке информационной системы должны отражаться значимые генетические маркеры, характеризующие:

- состав мышечных волокон, полиморфизм генов-кандидатов мышечной силы (например, гены семейства *PPG1A* и *PPAR*). Анализ вышеуказанных генов позволит получить информацию о наследственных особенностях физической активности человека и позволит целенаправленно скорректировать тренировочный процесс [11];

- комплексный анализ генов, регулирующих деятельность сердечно-сосудистой системы (*NOS*, *ACE*, *LPL*, *GNB3*, *AGT* и др.). Анализ этих генов позволит оценить риски развития патологических состояний сердечно-сосудистой системы до их нозологических проявлений, а также предупредить внезапную сердечную смерть спортсменов [12];

- генетически детерминированные особенности протекания отдельных звеньев метаболизма (макро- и микронутриентов, ксенобиотиков, фармакологических субстанций);

- сопоставление фенотипических проявлений при мутациях в генах, связанных с заболеваниями, проявляющихся в субклинической форме, способные дать потенциальные преимущества спортсмену [13].

Для придания информационной системе МИАС большей информативности, а также для повышения эффективности составления с ее помощью программ метаболической коррекции состояния здоровья спортсменов для отдельных этапов спортивного сезона желательно включать в информационную систему данные регулярных обследований спортсменов (этапных комплексных обследований — ЭКО и текущих обследований — ТО), проводимых в течение всего спортивного сезона на учебно-тренировочных сборах и на соревнованиях.

Критерием оценки отдельных параметров, характеризующих особенности обменных процессов в организме спортсмена, в блоке информационной системы, касающемся метаболической коррекции состояния здоровья спортсменов, могут служить сравнение показателей текущего состояния отдельных параметров у конкретного спортсмена с их «модельными популяционными характеристиками».

«Модельные популяционные характеристики» («популяционный профиль») того или иного параметра, характеризующего метаболические особенности спортсмена, должны учитывать: возрастную категорию, пол, тип профессиональной специализации спортсмена; этап текущего спортивного сезона и связанные с ним параметры спортивной нагрузки.

Кроме модельных популяционных характеристик того или иного параметра, характеризующего метаболические особенности спортсмена, для построения

интегральной оценки общего и текущего состояния обменных процессов, выявления «систем-мишеней», а также для обоснования общих рекомендаций в отношении пищевого рациона, питьевого режима, программы базовой метаболической коррекции и, при необходимости, программы коррекции метаболизма на определенный этап спортивного сезона следует учитывать генетические, антропологические, биохимические и физиологические особенности, присущие конкретному спортсмену («индивидуальный профиль» отдельных параметров, характеризующих метаболические особенности спортсмена).

Ниже приведена блок-схема, отражающая процесс формирования базовой программы метаболической коррекции состояния здоровья спортсмена с использованием информационной системы (рис.).

2. Выводы

Профессиональные спортсмены нуждаются в направленной метаболической коррекции на протяжении всей спортивной карьеры, что обусловлено профессиональными нагрузками на их организм.

Для составления обоснованной персонализированной программы коррекции метаболизма профессиональному спортсмену на определенный временной отрезок необходимо учитывать его возраст, пол, профессиональную спортивную специализацию, индивидуальные особенности его организма, наличие патологий в анамнезе, а также этап годичного цикла подготовки, на котором находится спортсмен.

При составлении персонализированных программ метаболической коррекции спортсменам сборных команд России в Федеральном научно-клиническом центре спортивной медицины и реабилитации ФМБА России используется схема оценки особенностей организма спортсмена, основой которой служит информация, полученная в ходе углубленных медицинских обследований (УМО) спортсменов, проводимых на базе учреждений ФМБА России.

Для повышения качества персонализированных программ метаболической коррекции профессиональных спортсменов в перспективе возможно использовать профессионально-ориентированные референтные интервалы лабораторных показателей крови, а также результаты генетического скрининга, основанного на стратегии полного экзомного секвенирования (whole exome sequencing, WES) генома спортсмена.

Одним из способов повышения эффективности работ по направленной метаболической коррекции спортсменов сборных команд России является использование современной информационной системы, внедрение которой позволит значительно повысить скорость первичной обработки исходной информации, частично автоматизировать формирование базовых заключений, касающихся особенностей обменных процессов у спортсменов и создание базовых схем метаболической коррекции состояния здоровья спортсменов.

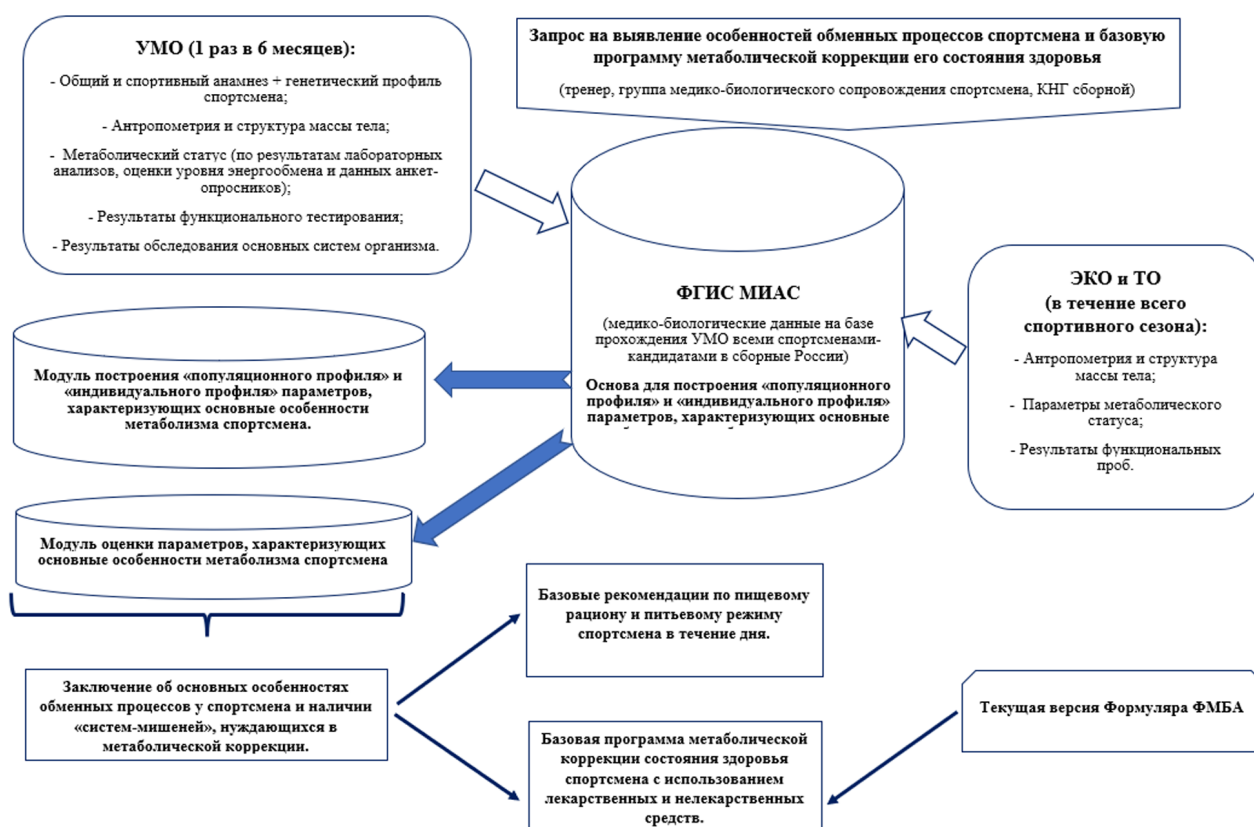


Рис. Блок-схема формирования базовой программы метаболической коррекции состояния здоровья спортсмена с использованием информационной системы

Fig. Block diagram "The formation of the athlete's health basic program for the metabolic correction using the information system"

Вклад авторов:

Яшин Тимофей Александрович — сбор и обработка информации, редактирование.

Гришина Жанна Валерьевна — сбор и обработка информации, утверждение финальной версии статьи.

Кадыкова Анастасия Игоревна — сбор и обработка информации.

Фещенко Владимир Сергеевич — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

Жолинский Андрей Владимирович — редактирование.

Пушкина Татьяна Анатольевна — сбор и обработка информации, редактирование.

Authors' contributions:

Timofey A. Yashin — collection and processing of information, editing.

Zhanna V. Grishina — collection and processing of information, approval of the article final version.

Anastasia I. Kadykova — collection and processing of information.

Vladimir S. Feshchenko — editing, approval of the article final version.

Andrey V. Zholinsky — editing.

Tatiana A. Pushkina — collection and processing of information, editing.

Список литературы

1. Никулин Б., Родионова И. Биохимический контроль в спорте. Москва: Советский спорт; 2011.
2. Кулиненко О.С., Лапшин И.А. Биохимия в практике спорта. Москва: Спорт; 2019.
3. Гришина Ж.В., Макарова Г.А., Базанович С.А., Чернуха С.М., Ядгаров М.Я., Фещенко В.С. и др. Скрытые нарушения метаболизма у высококвалифицированных спортсменов. Спортивная медицина: наука и практика. 2020;10(4):64–75. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.3>
4. Petibois C., Cazorla G., Poortmans J-R., Déléris G. Biochemical Aspects of Overtraining in Endurance Sports.

References

1. Nikulin B., Rodionova I. Biochemical control in sports. Moscow: Sovetskii sport Publ.; 2011 (In Russ.).
2. Kulinenkov O.S., Lapshin I.A. Biochemistry in the practice of sports. Moscow: Sport Publ.; 2019 (In Russ.).
3. Grishina Zh.V., Makarova G.A., Bazanovich S.A., Chernukha S.M., Yadgarov M.Ya., Feshchenko V.S., et al. Hidden metabolic disorders in highly qualified athletes. Sports medicine: research and practice. 2020;10(4):64–75 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.3>
4. Petibois C., Cazorla G., Poortmans J-R., Déléris G. Biochemical Aspects of Overtraining in Endurance Sports.

A Review. Sports Med. 2002;32(13):867–878. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232130-00005>

5. Макарова Г.А., Холявко Ю.А., Поляев Б.А. Показатели биохимического состава крови в системе срочного и текущего контроля в видах спорта, направленных на развитие выносливости (авторское видение проблемы). Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2018;(4):28–36.

6. Макарова Г.А., Поляев Б.А., Юрьев С.Ю. Сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта ежегодного углубленного медицинского обследования спортсменов высокой квалификации: общие перспективы совершенствования. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2018;(1):4–14.

7. Гришина Ж.В., Яшин Т.А. Возможности изучения параметров метаболизма у профессиональных спортсменов. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2018;(6):42–47.

8. Евгина С.А., Савельев Л.И. Современные теория и практика референтных интервалов. Лабораторная служба. 2019;8(2):36–44. <https://doi.org/10.17116/labs2019802136>

9. Ивойлов О.О., Максимова Н.Л., Криворучко А.Б., Иванов А.М. Практические подходы к установлению референтных интервалов эритроцитов на основе данных пациентов. Лабораторная служба. 2019;8(2):17–24. <https://doi.org/10.17116/labs2019802117>

10. Макарова Г.А., Гришина Ж.В., Чернуха С.М., Базанович С.А., Ядгаров М.Я., Фещенко В.С., [и др.]. Центильные градации морфологических и биохимических показателей крови у спортсменов: особые подходы к анализу и оценке. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2020;(1):14–21.

11. Ahmetov I.I., Egorova E.S., Gabdrakhmanova L.J., Fedotvskaya O.N. Genes and athletic performance: An update. Med. Sports Sci. 2016;61:41–54. <https://doi.org/10.1159/000445240>

12. Pickering C., Kiely J., Grgic J., Lucia A., Del Coso J. Can Genetic Testing Identify Talent for Sport? Genes. 2019;10(12):972. <https://doi.org/10.3390/genes10120972>

13. Department of Orthopaedics and sport Medicine University of Washington. Marfan-syndrome [internet]. Available at: <https://orthop.washington.edu/patient-care/articles/arthritis/marfan-syndrome.html>

A Review. Sports Med. 2002;32(13):867–878. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232130-00005>

5. Makarova G.A., Kholyavko Yu.A., Polyayev B.A. Indicators of the biochemical composition of blood in the system of urgent and current control in sports aimed at developing endurance (the author's vision of the problem). Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina [Physical therapy and sports medicine]. 2018;(4):28–36 (In Russ.).

6. Makarova G.A., Polyayev B.A., Yuryev S.Yu. Comparative analysis of domestic and foreign experience of annual in-depth medical examination of highly qualified athletes: general prospects for improvement. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina [Physical therapy and sports medicine]. 2018;(1):4–14 (In Russ.).

7. Grishina Zh.V., Yashin T.A. The possibilities of studying the parameters of metabolism in professional athletes. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina [Physical therapy and sports medicine]. 2018;(6):42–47 (In Russ.).

8. Evgenina S.A., Saveliev L.I. Modern theory and practice of reference intervals. Laboratornaya sluzhba = Laboratory service. 2019;8(2):36–44 (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/labs2019802136>

9. Ivoilov O.O., Maksimova N.L., Krivoruchko A.B., Ivanov A.M. Practical approaches to the establishment of reference intervals of erythrocytes based on patient data. Laboratornaya sluzhba = Laboratory service. 2019;8(2):17–24 (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/labs2019802117>

10. Makarova G.A., Grishina Zh.V., Chernukha S.M., Bazanovich C.A., Yadgarov M.Ya., Feshchenko V.S. Centile gradations of morphological and biochemical blood parameters in athletes: special approaches to analysis and evaluation. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina [Physical therapy and sports medicine]. 2020;(1):14–21 (In Russ.).

11. Ahmetov I.I., Egorova E.S., Gabdrakhmanova L.J., Fedotvskaya O.N. et al. Genes and athletic performance: An update. Med. Sports Sci. 2016;61:41–54. <https://doi.org/10.1159/000445240>

12. Pickering C., Kiely J., Grgic J., Lucia A., Del Coso J. Can Genetic Testing Identify Talent for Sport? Genes. 2019;10(12):972. <https://doi.org/10.3390/genes10120972>

13. Department of Orthopaedics and sport Medicine University of Washington. Marfan-syndrome [internet]. Available at: <https://orthop.washington.edu/patient-care/articles/arthritis/marfan-syndrome.html>

Информация об авторах:

Яшин Тимофей Александрович*, руководитель кабинета коррекции функционального состояния ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, Москва, Большая Дорогомиловская улица, 5

Гришина Жанна Валерьевна, к.б.н., биохимик кабинета коррекции функционального состояния ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, Москва, Большая Дорогомиловская улица, 5

Кадыкова Анастасия Игоревна, врач клинической лабораторной диагностики ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, г. Москва, Большая Дорогомиловская улица, 5

Фещенко Владимир Сергеевич, к.м.н., начальник организационно-исследовательского отдела ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, Москва, Большая Дорогомиловская улица, 5

Жолинский Андрей Владимирович, к.м.н., директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, Москва, Большая Дорогомиловская улица, 5

Пушкина Татьяна Анатольевна, к.б.н., начальник Управления спортивной медицины и цифровизации Федерального медико-биологического агентства, Россия, 123182, Москва, ул. Волоколамское шоссе, 30

Information about the authors:

Timofey A. Yashin*, Head of the Correction sportsmen's performance department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

Zhanna V. Grishina, M.D., Ph.D. (Biology), biochemist of the Cabinet of functional state correction, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

Anastasia I. Kadykova, doctor of the laboratory, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

Vladimir S. Feshchenko, M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Organizational-Research Department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

Andrey V. Zholinsky, M.D., Ph.D. (Medicine), Director of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

Tatiana A. Pushkina, M.D., Ph.D. (Biology), Head of the Administration of Sports Medicine of Federal Medical Biological Agency, 30 Volokolamskoe highway, Moscow, 123182, Russia

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author