

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr106582>

Влияние нормализации микробиоты на физическую работоспособность и психофизиологическое состояние спортсменов высокой квалификации

А.Е. Шестопалов, А.В. Жолинский, Т.А. Пушкина, Ж.В. Гришина, М.Г. Оганнисян, В.С. Фещенко, И.М. Долгов, Е.И. Разумец, С.И. Баршак

Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Нарушения в составе микробиоты кишечника спортсмена могут негативно сказаться на состоянии его здоровья и, как следствие, спортивных результатах. Коррекция состава микробиоты кишечника спортсмена с помощью препаратов, содержащих пре-, про- и метабиотики, представляется перспективным направлением в коррекции состояния здоровья спортсменов.

Цель исследования — изучить кишечный микробиом спортсменов высокого класса и влияние восстановления баланса микрофлоры кишечника на показатели их физического и психофизиологического состояния.

Материалы и методы. Одноцентровое проспективное исследование выполнено на профессиональных спортсменах в условиях учебно-тренировочных сборов. В нём принял участие 51 спортсмен высокого класса (37 женщин и 14 мужчин) в возрасте от 18 до 32 лет. Спортсмены были разделены на 3 группы: 1-я (баскетбол) — 16 спортсменов, 2-я (биатлон, лыжные гонки) — 19 спортсменов (14 мужчин и 5 женщин), 3-я (водное поло) — 16 спортсменов. Кал анализировался на состав микрофлоры. В зависимости от результата анализа участникам рекомендовалась одна из разработанных программ, включавших применение пре-, про-, метабиотика и (или) их сочетания.

Результаты. У спортсменов высокой квалификации часто встречаются дисбактериоз кишечника и нарушения функций желудочно-кишечного тракта. Анализ кала на дисбактериоз показал, что в большинстве случаев у обследованных спортсменов снижено количество бифидо- и лактобактерий, энтерококков и повышено содержание условно-патогенной микрофлоры. При применении пребиотика в сочетании с про- или метабиотиком число бифидо- и лактобактерий доходит до нормальных значений, а количество условно-патогенной микрофлоры значительно снижается. При анкетировании более 60% спортсменов отметили улучшение переносимости нагрузки после приёма назначенных препаратов.

Заключение. Сочетанное применение пребиотика и пробиотика или пребиотика и метабиотика оказывает эффективное воздействие на восстановление микробиома кишки и функционального состояния желудочно-кишечного тракта. Такая нормализация оказывает прямое положительное влияние на ось «кишка — микробиота — головной мозг», тем самым способствует улучшению функционального и психоэмоционального состояния спортсменов высокого класса в целом.

Ключевые слова: спортсмены высокого класса; кишечный микробиом; микрофлора; спорт высших достижений; пребиотик; пробиотик; метабиотик.

Как цитировать

Шестопалов А.Е., Жолинский А.В., Пушкина Т.А., Гришина Ж.В., Оганнисян М.Г., Фещенко В.С., Долгов И.М., Разумец Е.И., Баршак С.И. Влияние нормализации микробиоты на физическую работоспособность и психофизиологическое состояние спортсменов высокой квалификации // Клиническое питание и метаболизм. 2022. Т. 3, № 2. С. 75–90. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr106582>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr106582>

Influence of microbiota normalization on physical performance and psychophysiological state of highly qualified athletes

Aleksandr E. Shestopalov, Andrey V. Zholinsky, Tatiana A. Pushkina, Zhanna V. Grishina, Mkrtych G. Ogannisyan, Vladimir S. Feshchenko, Igor M. Dolgov, Elena I. Razumets, Sergey I. Barshak

Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Violations in the composition of the intestinal microbiota of an athlete can negatively affect his or her health status and, as a result, sports results. Correction of the composition of the intestinal microbiota of an athlete with the help of preparations containing pre-, pro-, and metabiotics seems to be a promising direction in correcting an athlete's health status.

AIMS: This study aims to investigate the intestinal microbiome of high-class athletes and the effect of restoring the balance of intestinal microflora on indicators of their physical and psychophysiological state.

MATERIALS AND METHODS: A single-center prospective study was performed on professional athletes in the conditions of training camps. A total of 51 high-class athletes (37 women and 14 men) aged from 18 to 32 years participated in the study. The study participants were divided into three groups: group 1 (basketball), 16 female athletes; group 2 (biathlon, ski racing), 19 athletes (14 men and 5 women); and group 3 (water polo), 16 female athletes. Stool specimen was analyzed for microflora composition. Depending on the results of the analysis, the athletes were recommended to use one of the programs, including prebiotic, probiotic, metabiotic, or their combination.

RESULTS: Fecal analysis for dysbacteriosis showed that in most cases the number of bifidobacteria and lactobacilli and enterococci was reduced in the examined athletes, and the content of conditionally pathogenic microflora was increased. When using probiotics combined with pro- or metabiotics, the number of bifidobacteria and lactobacilli reaches normal values, and the amount of conditionally pathogenic microflora is significantly reduced. During the survey, more than 60% of athletes noted an improvement in load tolerance after taking the studied drugs.

CONCLUSIONS: Gut dysbacteriosis and gastrointestinal dysfunctions are frequent in highly qualified athletes. A combined use of prebiotic and probiotic or prebiotic and metabiotic has an effective effect on restoring the gut microbiome and the functional state of the gastrointestinal tract. This normalization has a direct positive effect on the gut-microbiota-brain axis, thereby improving the functional and psychoemotional state of high-class athletes in general.

Keywords: high-class athletes; intestinal microbiome; microflora; high-performance sports; prebiotic; probiotic; metabiotic.

To cite this article

Shestopalov AE, Zholinsky AV, Pushkina TA, Grishina ZhV, Ogannisyan MG, Feshchenko VS, Dolgov IM, Razumets EI, Barshak SI. Influence of microbiota normalization on physical performance and psychophysiological state of highly qualified athletes. *Clinical nutrition and metabolism*. 2022;3(2):75–90. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr106582>

Received: 21.04.2022

Accepted: 29.06.2022

Published: 11.07.2022

ОБОСНОВАНИЕ

Одним из факторов, ограничивающих достижение высоких спортивных результатов, является состояние здоровья профессиональных спортсменов. В последние годы внимание исследователей привлекает проблема микробиома кишечника и его влияния на состояние спортсмена [1–5].

Анализ современной отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о том, что микробиота (микрофлора) кишечника имеет фундаментальное значение для многих аспектов биологии спортсмена, включая метаболизм, эндокринную, нейрональную и иммунную функции. Многочисленные исследования последних лет показали, что нарушения баланса микробиома, как количественные, так и качественные, возникают под влиянием различных факторов, в первую очередь таких, как стресс (физический, психический, экстремальные условия и т.д.). Экстремальные физические и психоэмоциональные нагрузки в современном спорте высоких достижений отрицательно сказываются на состоянии микробиома, что сопровождается снижением адаптационных и иммунных функций организма спортсмена с последующим ухудшением психоэмоционального состояния и спортивной результативности. Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что, контролируя изменения состава и метаболической активности микробиоты кишечника, можно влиять на здоровье и спортивные показатели спортсменов [2–4, 6–8].

В соответствии со сложившимися представлениями сохранение и восстановление баланса нормальной кишечной микрофлоры во многом зависят от обоснованного использования пре-, про- и метабиотиков [1, 9–16].

Вместе с тем целый ряд вопросов восстановления баланса микробиома кишечника с применением пре-, про-, метабиотиков и влияния микробиоты на физическое и психофизиологическое состояние спортсменов высокой квалификации остаются нерешёнными или дискуссионными.

Целью данного исследования стало определение возможности улучшения физических показателей и психоэмоционального состояния спортсменов высокой квалификации путём нормализации взаимодействия кишечного микробиома и центральной нервной системы за счёт применения препаратов, используемых для восстановления баланса микрофлоры кишечника, — пре-, про-, метабиотиков и (или) их сочетания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Одноцентровое проспективное исследование выполнено в Федеральном научно-клиническом центре спортивной медицины и реабилитации (ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России) на базе УТК «Озеро круглое» (Московская область), УТК «Кавголово» (г. Санкт-Петербург)

и МУ «Дворец спорта Видное» (г. Видное, Московская область) в период с января по сентябрь 2019 г.

Объекты (участники) исследования

В работе был обследован 51 спортсмен высокого класса (37 женщин, 14 мужчин) в возрасте от 18 до 32 лет. Спортсмены с нарушением баланса микрофлоры по данным исследования кала были разделены на три группы по виду спорта: 1-я группа (баскетбол) — 16 спортсменов, 2-я (биатлон, лыжные гонки) — 19 спортсменов (14 мужчин и 5 женщин), 3-я (водное поло) — 16 спортсменов.

Описание медицинского вмешательства

Программа применения методики нормализации микробиома кишечника предполагала различное сочетание препаратов (пребиотик — Рекицен-РД, пробиотик — Энтерол, метабиотик — Актофлор-С) в группах исследуемых спортсменов.

Группа 1 — сочетание Энтерола (пробиотика) — внутрь по 1 капсуле 2 раза в сутки в течение 14 дней и Рекицена-РД (пребиотика) — по 5 таблеток 3 раза в день в течение 21 календарного дня. Совместное применение обусловлено тем, что их эффекты являются взаимодополняющими.

Группа 2 — сочетанное применение Рекицена-РД (пребиотика) — 5 таблеток 3 раза в день и Актофлора-С (метабиотика) — 1 тубик-капельницу разбавляют в 250 мл воды, принимают 2 раза в день одновременно с едой. Длительность приёма 21 день.

Группа 3 — монотерапия препаратом Актофлор-С (метабиотик) — 1 тубик-капельницу разбавляют в 250 мл воды, принимают 2 раза в день одновременно с едой. Длительность приёма — 21 день.

Спортсмены находились на учебно-тренировочном сборе, что обеспечивало почти одинаковые условия режима нагрузок и восстановления, стандартный рацион питания и постоянный медицинский контроль. Участвовавшие в исследовании спортсмены продолжали обычный режим деятельности.

С целью оценки нарушений основных показателей гомеостаза и эффективности проводимой коррекции нарушений микробиоты кишечника и функций желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), помимо общеклинических методов, были проведены биохимический анализ крови (определение состояния белкового и углеводного обмена, липидного профиля, печёночных маркёров), определение функционального состояния ЖКТ, психоэмоционального статуса, периферической гемодинамики, оценка вариабельности сердечного ритма, электрокардиограмма.

Оценка функционального состояния ЖКТ осуществлялась с помощью метода тепловидения. Исследование кала выполнено согласно Отраслевому стандарту 91500.11.0004–2003 «Протокол ведения больных. Дисбактериоз кишечника» (приказ Минздрава России от 09.06.2003 г. № 231).

Оценка психоэмоционального и физического статуса выполнена методом вариабельности сердечного ритма — вариационной кардиоинтервалометрией, клиническим опросником для выявления и оценки невротических состояний Яхина–Менделевича, простой зрительно-моторной реакцией до и после курсового приёма пре-, про-, метабиотиков и их сочетания.

Контрольными днями оценки эффективности проводимого лечения были 0-й день обследования — до начала приёма препаратов и 21-е сутки — окончание проводимой терапии.

Статистический анализ

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием пакетов программ Microsoft Excel 2013 и STATISTICA 13. Определяли значение среднего арифметического (M) \pm стандартное отклонение (δ). В силу результатов проверки на нормальность распределения (по критерию Колмогорова–Смирнова) для дальнейшего анализа данных применяли непараметрический Т-критерий Уилкоксона и критерий Манна–Уитни. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ частоты распространения заболеваний ЖКТ среди высококвалифицированных спортсменов, прошедших углублённое медицинское обследование на базе ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, за период 2012–2018 гг. с использованием выгруженного массива информации из базы данных медицинской информационно-аналитической системы «ФГИС МИАС» показал, что у спортсменов высокой квалификации ведущими заболеваниями органов ЖКТ являются:

- болезни желчного пузыря и желчевыводящих путей — до 47% от общего количества заболеваний (1,2–28,3%);
- хронический гастрит, язвы, дуоденит, колит — до 28,5% от общего количества заболеваний (0,2–8,4%);
- болезни поджелудочной железы — до 6,5% от общего количества заболеваний (0,7–4,9%).

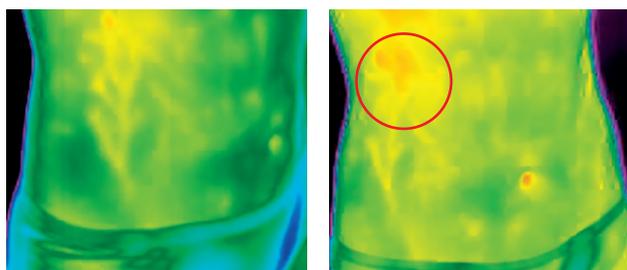


Рис. 1. Пример термограммы спортсменки с повышенной интенсивностью излучения в проекции печени.

Fig. 1. An example of a thermogram of an athlete with an increase in the intensity of radiation in the projection of the liver.

Можно полагать, что в патогенезе некоторых из этих заболеваний ключевую роль играет нарушение микробиоценоза кишечника. Согласно современной концепции, качественное или количественное изменение одного из компонентов микробиоценоза оказывает влияние на всю систему в целом. Поэтому хронические и острые заболевания ЖКТ, в том числе инфекционной природы, в абсолютном большинстве случаев поддерживаются имеющимся дисбактериозом кишечника.

С помощью прибора тепловизора было определено состояние органов пищеварения в исходном состоянии (до начала приёма препаратов) и после окончания лечения. В группе водного поло нарушения функций ЖКТ (повышение интенсивности излучения в области печени, кишечника, желудка), идентифицированные с помощью тепловидения, наблюдались у 29%, в группе биатлона — у 53%, в группе баскетбола — у 14% (рис. 1).

Анализ кала на дисбактериоз показал, что у 65% обследованных спортсменов имеется снижение количества бифидо- и лактобактерий, энтерококков, повышение условно-патогенной микрофлоры и содержание патогенной микрофлоры.

В 1-й группе (баскетбол) до начала лечения отмечено снижение количества бифидобактерий у всех участниц, лактобактерий — у 37%, энтерококков — у 25%, повышение условно-патогенной микрофлоры — у 12,5% обследуемых, единичные случаи увеличения содержания патогенной микрофлоры [*S. aureus*, *E. coli* (гемолитически обнаружен), *Klebsiella spp.*, другие энтеробактерии].

После приёма комбинации препаратов Рекицен-РД + Энтерол наблюдалось повышение содержания бифидо- и лактобактерий и снижение содержания патогенной микрофлоры до уровня нормы ($p < 0,05$; отличия значений статистически значимы) (табл. 1).

Общая самооценка состояния здоровья спортсменов изучалась с помощью анкетирования: в 62,5% случаев спортсмены отметили улучшение состояния своего здоровья (улучшение сна, отсутствие головных болей и т.д.), улучшение функций ЖКТ и нормализацию стула. 93,7% обследованных баскетболисток отмечали улучшение аппетита, отсутствие дискомфорта, изжоги после приёма пищи. Положительным эффектом можно считать отмеченное в 50–60% анкет повышение переносимости спортивных нагрузок, уровня выносливости и спортивной формы, а также уменьшение ощущения усталости.

Во 2-й группе (биатлон) до начала приёма препаратов отмечено снижение количества лактобактерий, энтерококков, повышение количества условно-патогенной и патогенной микрофлоры. Так, у всех обследованных спортсменов 2-й группы в анаэробной части микрофлоры кишечника снижено количество лактобактерий, в аэробной части — дефицит энтерококков, в 46,2% случаев снижено количество типичной *E. coli*. Кроме того, были выделены представители условно-патогенной микрофлоры — *S. aureus*, *Klebsiella spp.*, обнаружено наличие

Таблица 1. Содержание различных видов микроорганизмов в кале (КОЕ/г) в группе баскетбола (группа 1), М±σ**Table 1.** The content of various types of microorganisms in feces (CFU/g) in the basketball group (group 1), M±σ

Штамм	Точка 1 (n=16)	Точка 2 (n=16)	Норма
Бифидобактерии	10 ⁶ ±10	10 ⁹ ±10 ² *	9–10
Лактобактерии	10 ⁵ ±10	10 ⁸ ±10 ² *	7–8
Клостридии	10 ³ ±0	10 ³ ±0	<5
<i>E. coli</i> типичные	10 ⁶ ±10	10 ⁸ ±10*	7–8
<i>E. coli</i> лактозонегативные	–	–	<5
<i>E. coli</i> гемолитические	10 ⁷ ±10 ²	0*	0
Другие УП-энтеробактерии	10±10 ²	–	<4
<i>Proteus spp.</i>	–	–	<4
<i>Providencia spp.</i>	–	–	<4
<i>Morganella spp.</i>	–	–	<4
<i>Citrobacter spp.</i>	10±10 ³	–	<4
<i>Klebsiella spp.</i>	10 ⁷ ±10 ³	0*	<4
<i>Enterobacter spp.</i>	10±10 ²	–	<4
<i>Serratia spp.</i>	–	–	<4
Неферментирующие бактерии	10±10 ²	–	<4
Патогенные бактерии	–	–	0
Золотистый стафилококк	10 ² ±10 ²	0*	0
Другие стафилококки	–	–	<4
Энтерококки	10 ⁶ ±10	10 ⁴ ±10	5–8
Грибы рода <i>Candida</i>	10 ⁵ ±10 ²	0*	<4
Другая грибковая микрофлора	–	–	0
Другая микрофлора	–	–	0

Примечание. Точка 1 — до приёма препаратов, точка 2 — спустя 21 день приёма препаратов. * $p < 0,05$, отличия значений «Точка 1» и «Точка 2» статистически значимы. При сравнении данных использовали Т-критерий Уилкоксона. УП — условно-патогенный.

Note: Point 1 — before taking the drugs, point 2 — after 21 days of taking the drugs. * $p < 0.05$, differences in the values of Point 1 and Point 2 are statistically significant. When comparing data, the Wilcoxon T-test was used. УП — conditionally pathogenic.

гемолитической и лактозонегативной *E. coli*, а также грибы рода *Candida* (табл. 2).

На фоне приёма схемы «Рекицен-РД + Актофлор-С» ответ кишечной микробиоты был вариабелен, а по ряду позиций отсутствовал. Так, было отмечено достоверное увеличение лактобактерий до нормального уровня в 65,2% случаев — с 10⁴–10⁵ до 10⁷ ($p < 0,05$). У остальных спортсменов — выраженная тенденция к восстановлению нормального количества лактобактерий. Сниженное количество типичной *E. coli* на фоне проводимой терапии в 76,2% случаев увеличивалось в течение 3 нед до нормального уровня. Лактозонегативные *E. coli* за весь период наблюдения оставались в пределах нормы — 10²–10⁵ без тенденции к нарастанию. Дефицит энтерококков

отражает характерную реакцию микробиома на физические и психоэмоциональные нагрузки [4]. Следует отметить, что на фоне лечения дефицит энтерококков разрешался в 79,3% случаев — 10⁶, у остальных спортсменов оставался на уровне 10⁴, но без тенденции к уменьшению. Обращает на себя внимание достоверное разрешение в ходе лечения и отсутствия в анализах кала к концу лечения *S. aureus*, *Klebsiella spp.*, других стафилококков и грибов рода *Candida*. Не претерпевало каких-либо изменений содержание бифидобактерий — их количество оставалось в пределах нормы (табл. 2).

Субъективные и инструментальные методы исследования показали положительное влияние коррекции дисбиоза в целом на организм спортсменов, в том числе

Таблица 2. Содержание различных видов микроорганизмов в кале (КОЕ/г) в группе биатлона (группа 2), М±σ**Table 2.** The content of various types of microorganisms in feces (CFU/g) in the biathlon group (group 2), M±σ

Штаммы	Точка 1 (n=19)	Точка 2 (n=19)	Норма
Бифидобактерии	10 ⁹ ±0	10 ⁹ ±0	9–10
Лактобактерии	10 ⁴ ±10	10 ⁷ ±10*	7–8
Клостридии	10 ³ ±10	10 ³ ±10	<5
<i>E. coli</i> типичные	10 ⁴ ±10 ²	10 ⁷ ±10*	7–8
<i>E. coli</i> лактозонегативные	10 ² ±10	10 ³ ±10 ² *	<5
<i>E. coli</i> гемолитические	10±10 ²	10 ² ±10 ³	0
Другие УП-энтеробактерии	–	–	<4
<i>Proteus spp.</i>	–	–	<4
<i>Providencia spp.</i>	–	–	<4
<i>Morganella spp.</i>	–	–	<4
<i>Citrobacter spp.</i>	–	–	<4
<i>Klebsiella spp.</i>	10 ² ±10 ³	10 ² ±10 ³	<4
<i>Enterobacter spp.</i>	10±10 ²	–	<4
<i>Serratia spp.</i>	–	–	<4
Неферментирующие бактерии	–	–	<4
Патогенные бактерии	–	–	0
Золотистый стафилококк	10 ³ ±10	0*	0
Другие стафилококки	10 ² ±10	0*	<4
Энтерококки	10 ⁴ ±10	10 ⁶ ±10*	5–8
Грибы рода <i>Candida</i>	10 ² ±10	0*	<4
Другая грибковая микрофлора	–	–	0
Другая микрофлора	–	–	0

Примечание. Точка 1 — до приёма препаратов, точка 2 — спустя 21 день приёма препаратов. * $p < 0,05$, отличия значений «Точка 1» и «Точка 2» статистически значимы. При сравнении данных использовали Т-критерий Уилкоксона. УП — условно-патогенный.

Note: Point 1 — before taking the drugs, point 2 — after 21 days of taking the drugs. * $p < 0.05$, differences in the values of Point 1 and Point 2 are statistically significant. When comparing data, the Wilcoxon T-test was used. УП — conditionally pathogenic.

и на функциональное состояние ЖКТ. В группе 2 наблюдалась адекватная адаптация к физической нагрузке. Во время приёма препарата жалоб и заболеваний не отмечалось. Обращает внимание, что в анкетах спортсмены отмечали лучшую, чем обычно, переносимость нагрузки, а также успешные выступления на соревнованиях в период проведения данного исследования.

В 3-й группе (водное поло) до начала лечения было отмечено снижение количества лактобактерий, энтерококков и повышение количества условно-патогенной и патогенной микрофлоры. Так, у всех обследованных спортсменов в анаэробной части микрофлоры кишечника было снижено количество лактобактерий, в аэробной наблюдался дефицит энтерококков, а в 46,2% случаев было

снижено количество типичной *E. coli*. Кроме того, были выделены представители условно-патогенной микрофлоры — *S. aureus*, *Klebsiella spp.* и обнаружено наличие гемолитической и лактозонегативной *E. coli*, а также грибов *Candida* (табл. 3).

На фоне приёма препарата Актофлор-С ответ кишечной микробиоты был вариабелен, а по ряду позиций отсутствовал. Анализ полученных результатов показал отсутствие роста количества бифидо- и лактобактерий без уменьшения их количества на этапах исследования ($p > 0,05$). Вместе с тем исходно было снижено количество типичной *E. coli*, но на фоне проводимой терапии оно достоверно увеличивалось в течение 3 нед до нормальных значений — 10⁷. Лактозонегативные *E. coli* за весь

Таблица 3. Содержание различных видов микроорганизмов в кале (КОЕ/г) в группе водного поло (группа 3), М±σ**Table 3.** The content of various types of microorganisms in feces (CFU/g) in the water polo group (group 3), M±σ

Штаммы	Точка 1 (n=16)	Точка 2 (n=16)	Норма
Бифидобактерии	10 ⁵ ±10	10 ⁶ ±10 ²	9–10
Лактобактерии	10 ⁶ ±10	10 ⁵ ±10	7–8
Клостридии	10 ³	10 ³	<5
<i>E. coli</i> типичные	10 ⁴ ±10	10 ⁷ ±10*	7–8
<i>E. coli</i> лактозонегативные	10 ² ±10 ³	10 ³ ±10 ³	<5
<i>E. coli</i> гемолитические	–	–	0
Другие УП-энтеробактерии	–	–	<4
<i>Proteus spp.</i>	–	–	<4
<i>Providencia spp.</i>	–	–	<4
<i>Morganella spp.</i>	–	–	<4
<i>Citrobacter spp.</i>	–	–	<4
<i>Klebsiella spp.</i>	10 ⁵ ±10 ²	0*	<4
<i>Enterobacter spp.</i>	–	10±10 ²	<4
<i>Serratia spp.</i>	–	–	<4
Неферментирующие бактерии	10±10 ²	–	<4
Патогенные бактерии	–	–	0
Золотистый стафилококк	10 ³ ±10 ²	0*	0
Другие стафилококки	–	–	<4
Энтерококки	10 ⁴ ±10	10 ⁶ ±10*	5–8
Грибы рода <i>Candida</i>	10 ⁴ ±10	0*	<4
Другая грибковая микрофлора	–	–	0
Другая микрофлора	–	–	0

Примечание. Точка 1 — до приёма препаратов, точка 2 — спустя 21 день приёма препаратов. * $p < 0,05$, отличия значений «Точка 1» и «Точка 2» статистически значимы. При сравнении данных использовали Т-критерий Уилкоксона. УП — условно-патогенный.

Note: Point 1 — before taking the drugs, point 2 — after 21 days of taking the drugs. * $p < 0.05$, differences in the values of Point 1 and Point 2 are statistically significant. When comparing data, the Wilcoxon T-test was used. УП — conditionally pathogenic.

период наблюдения оставались в пределах нормы — 10²–10⁵ без тенденции к нарастанию. Количество данной палочки выше нормы является признаком развивающегося дисбактериоза, а снижение показателей — косвенным признаком присутствия в кишечнике паразитических простейших или глистов [13]. Следует подчеркнуть, что при проведении лечения полностью исчезла патогенная микрофлора — *S. aureus*, *Klebsiella spp.*, а также грибы рода *Candida* (табл. 3).

Анализ анкет состояния здоровья спортсменов после окончания приёма исследуемого препарата показал разнородную картину. Так, что касается общей самооценки состояния здоровья, обследованные спортсменки в 9,2% случаев ответили «Лучше, чем обычно». На вопросы

о спортивных нагрузках (уровень выносливости, ощущение усталости) 43% спортсменок также ответили «Лучше, чем обычно». Говоря об уровне спортивной формы, только 18,75% спортсменок отметили его повышение. Уменьшение частоты головных болей и бессонницы выявлено у 19–25% спортсменок. Следует отметить чёткую тенденцию к нормализации стула у 32–40% спортсменок. Кроме того, 7 из 16 спортсменок отметили улучшение состояния здоровья до 5 баллов (максимальная оценка), у 9 спортсменок состояние здоровья оставалось равным 4 баллам без тенденции к ухудшению.

На фоне приёма препаратов во всех трёх группах через 21 день лечения в общеклиническом анализе крови отмечалась однонаправленная динамика — увеличение

таких показателей, как количество эритроцитов и гемоглобина, среднего объема эритроцитов, а также содержания лимфоцитов (табл. 4–6). Увеличение содержания гемоглобина в крови отражает повышение адаптационных возможностей организма к физическим нагрузкам в гипоксических условиях. По содержанию гемоглобина

в крови можно судить о повышении аэробных возможностей организма, эффективности аэробных тренировочных занятий, улучшении состояния здоровья спортсмена. Существенное значение имеет повышение абсолютного числа лимфоцитов, что отражает повышение активности гуморального звена иммунитета.

Таблица 4. Общий и биохимический анализ крови в группе баскетбола (группа 1), $M \pm \sigma$

Table 4. General and biochemical blood tests in the basketball group (group 1), $M \pm \sigma$

Показатель	Точка 1 ($n=16$)	Точка 2 ($n=16$)	Норма
Показатели общего анализа крови			
Гематокрит, %	41,2±3,1	37,8±2,4*	35–45
Гемоглобин, г/дл	12,8±1,1	14,1±0,9*	11,7–15,5
Эритроциты, млн/мкл	4,1±0,3	4,9±0,2*	3,8–5,1
MCV, фл	86,6±3,4	90,8±2,6*	81–100
RDW-CV, %	12,8±0,9	12,4±0,8*	11,6–14,8
MCH, пг	30,3±1,0	30,1±1,1	27–34
MCHC, г/дл	33,4±1,0	34,7±0,7*	32–36
Тромбоциты, * тыс/мкл	225,1±50,6	226,3±42,8	150–400
Лейкоциты, тыс/мкл	6,4±2,3	6,6±1,9	4,5–11
Нейтрофилы (общее число), %	60,1±8,5	58,4±10,1	48–78
Лимфоциты, %	29,9±8	31,1±8,7	19–37
Моноциты, %	8,1±2,5	8,7±2,7*	3,0–11,0
Эозинофилы, %	1,4±0,6	1,3±0,9	1,0–5,0
Базофилы, %	0,5±0,2	0,4±0,2	<1
Нейтрофилы, абс., тыс/мкл	3,9±1,9	4,0±1,8	1,8–7,70
Лимфоциты, абс., * тыс/мкл	1,8±0,5	2,6±0,4*	1–4,8
Моноциты, абс., тыс/мкл	0,5±0,1	0,6±0,1	0–0,8
Эозинофилы, абс., тыс/мкл	0,09±0,07	0,09±0,06	0–0,5
Базофилы, абс., тыс/мкл	0,04±0,03	0,03±0,03	0–0,2
СОЭ (по Вестергрену), мм/ч	3,7±2,2	2,4±1,1	<20
Биохимические показатели			
АлАТ, ЕД/л	26,3±4,8	13,7±1,3*	<31
АсАТ, ЕД/л	29,4±6,2	19,6±3,6*	<31
Альбумин, г/л	48,6±2,4	48,7±2,0	35–52
Билирубин общий, мкмоль/л	12,6±9,4	14,6±9,3	3,4–20,5
Билирубин прямой, мкмоль/л	9,8±3,2	5,7±3,2*	<8,6
Билирубин не прямой, мкмоль/л	7,8±6,2	8,9±6,1	<19
Гамма ГТ, ЕД/л	12,4±3,3	11,7±2,1	<32
Глюкоза, ммоль/л	4,8±0,3	6,7±0,3*	4,1–5,9
Креатинкиназа, ЕД/л	179,3±73,3	151,6±44,5*	<167
Креатинин, мкмоль/л	77,1±7,5	77,9±4,1	51–81
Общий белок, г/л	75,4±3,6	73,9±3,7	64–83
Триглицериды, ммоль/л	0,9±0,3	0,6±0,2*	0,41–1,48

Таблица 4. Окончание**Table 4.** Ending

Показатель	Точка 1 (n=16)	Точка 2 (n=16)	Норма
Холестерин, ммоль/л	4,9±1,1	4,8±0,8	3,08–5,18
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	1,8±0,3	1,8±0,3	0,91–1,91
Холестерин ЛПНП, ммоль/л	2,8±0,7	2,8±0,5	1,53–3,55
Коэффициент атерогенности	1,8±0,4	1,8±0,4	2,0–3,0
Кальций, ммоль/л	2,5±0,1	2,5±0,1	2,1–2,55
Калий, ммоль/л	4,7±0,5	4,3±0,2	3,5–5,1
Натрий, ммоль/л	138,1±3,2	139,1±1,5	136–145
Хлор, ммоль/л	103,3±2,3	104,4±1,5	101–110
Железо, мкмоль/л	14,0±6,3	16,5±5,4*	9,0–30,4
Кортизол, нмоль/л	582,0±81,0	337,9±61,3*	138–635
Мочевина, мкмоль/л	7,5±0,5	5,1±0,8	2,1–7,1

Примечание. Точка 1 — до приёма препаратов, точка 2 — спустя 21 день приёма препаратов. * $p < 0,05$, отличия значений «Точка 1» и «Точка 2» статистически значимы. При сравнении данных использовали Т-критерий Уилкоксона. АлАТ — аланинаминотрансфераза; АсАТ — аспартатаминотрансфераза; Гамма ГТ — гамма-глутамилтранспептидаза; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; ЛПНП — липопротеины низкой плотности; СОЭ — скорость оседания эритроцитов; МСН — среднее содержание гемоглобина в эритроците; МСНС — средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах; MCV — средний объём эритроцитов; RDW-CV — ширина распределения эритроцитов.

Note: Point 1 — before taking the drugs, point 2 — after 21 days of taking the drugs. * $p < 0.05$, differences in the values of Point 1 and Point 2 are statistically significant. When comparing data, the Wilcoxon T-test was used. АлАТ — alanine aminotransferase; АсАТ — aspartate aminotransferase; Гамма ГТ — gamma-glutamyltranspeptidase; ЛПВП — high-density lipoprotein; ЛПНП — low-density lipoprotein; СОЭ — sedimentation rate of erythrocytes; МСН — mean erythrocyte hemoglobin content; МСНС — mean erythrocyte hemoglobin concentration; MCV — mean erythrocyte volume; RDW-CV — erythrocyte distribution width.

Таблица 5. Общий и биохимический анализ крови в группе биатлона (группа 2), $M \pm \sigma$ **Table 5.** General and biochemical blood tests in the biathlon group (group 2), $M \pm \sigma$

Показатель	Точка 1 (n=9)	Точка 2 (n=19)	Норма
Показатели общего анализа крови			
Гематокрит, %	38,9±3,0	42,1±4,5*	39–49
Гемоглобин, г/дл	13,9±0,9	14,3±1,4*	13,2–17,3
Эритроциты, млн/мкл	4,6±0,4	4,8±0,6*	4,3–5,7
MCV, фл	81,5±16,0	87,4±2,6*	80–99
RDW-CV, %	14,0±1,6	12,8±1,0	11,6–14,8
МСН, пг	30,9±0,8	33,7±1,2*	27–34
МСНС, г/дл	34,0±1,8	36,0±0,9*	32–37
Тромбоциты, * тыс/мкл	220,0±51,6	240,1±64,1	150–400
Лейкоциты, тыс/мкл	5,3±1,5	5,0±0,8	4,5–11
Нейтрофилы (общее число), %	52,0±10,5	49,9±6,9	48–78
Лимфоциты, %	35,9±8,4	35,9±5,9	19–37
Моноциты, %	7,0±1,9	9,6±2,2*	3,0–11,0
Эозинофилы, %	2,2±1,0	3,8±3,6	1,0–5,0
Базофилы, %	0,9±0,2	0,9±0,4	<1

Таблица 5. Окончание

Table 5. Ending

Показатель	Точка 1 (n=9)	Точка 2 (n=19)	Норма
Нейтрофилы, абс., тыс/мкл	3,2±0,9	2,5±0,7	1,8–7,7
Лимфоциты, абс., * тыс/мкл	1,8±0,6	2,5±0,3*	1–4,8
Моноциты, абс., тыс/мкл	0,4±0,1	0,5±0,2	0–0,8
Эозинофилы, абс., тыс/мкл	0,14±0,05	0,2±0,2	0–0,5
Базофилы, абс., тыс/мкл	0,07±0,05	0,04±0,02	0–0,2
СОЭ (по Вестергрёну), мм/ч	6,7±5,9	4,7±3,3	<15
Биохимические показатели			
АлАТ, ЕД/л	26,6±4,0	16,6±8,3*	<41
АсАТ, ЕД/л	29,0±7,5	21,8±2,5*	<37
Альбумин, г/л	44,0±1,1	49,2±2,8*	35–52
Билирубин общий, мкмоль/л	18,6±9,1	15,0±8,6*	3,4–20,5
Билирубин прямой, мкмоль/л	7,2±1,6	6,3±2,9*	<8,6
Билирубин не прямой, мкмоль/л	25,0±7,1	8,7±5,8*	<19
Гамма ГТ, ЕД/л	15,5	13,4±3,8*	<49
Глюкоза, ммоль/л	4,9±0,3	4,8±0,4	4,1–6
Креатинкиназа, ЕД/л	472,1±64,6	341,5±28,3*	<190
Креатинин, мкмоль/л	72,3±10,4	75,9±10,4	64–111
Общий белок, г/л	70,7±5,2	74,3±5,3*	64–83
Триглицериды, ммоль/л	0,6±0,2	0,7±0,3	0,5–2,27
Холестерин, ммоль/л	4,4±0,9	4,7±0,8	3,21–5,64
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	–	1,7±0,4	0,78–1,63
Холестерин ЛПНП, ммоль/л	–	2,7±0,6	1,71–3,81
Коэффициент атерогенности	–	1,8±0,6	2,0–3,0
Кальций, ммоль/л	2,4±0,1	2,4±0,1	2,1–2,55
Калий, ммоль/л	4,0	4,3±0,3	3,5–5,1
Натрий, ммоль/л	136,0	139,5±1,5	136–145
Хлор, ммоль/л	110,0	105,0±1,5	101–110
Железо, мкмоль/л	14,8±8,1	19,8±6,3*	11,6–31,3
Кортизол, нмоль/л	353,0±31,9	153,7±44,8*	138–635
Мочевина, мкмоль/л	4,9±1,6	6,1±2,5	2,1–7,1

Примечание. Точка 1 — до приёма препаратов, точка 2 — спустя 21 день приёма препаратов. * $p < 0,05$, отличия значений «Точка 1» и «Точка 2» статистически значимы. При сравнении данных использовали Т-критерий Уилкоксона. АлАТ — аланинаминотрансфераза; АсАТ — аспартатаминотрансфераза; Гамма ГТ — гамма-глутамилтранспептидаза; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; ЛПНП — липопротеины низкой плотности; СОЭ — скорость оседания эритроцитов; МСН — среднее содержание гемоглобина в эритроците; МСНС — средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах; MCV — средний объём эритроцитов; RDW-CV — ширина распределения эритроцитов.

Note: Point 1 — before taking the drugs, point 2 — after 21 days of taking the drugs. * $p < 0.05$, differences in the values of Point 1 and Point 2 are statistically significant. When comparing data, the Wilcoxon T-test was used. АлАТ — alanine aminotransferase; АсАТ — aspartate aminotransferase; Гамма ГТ — gamma-glutamyltranspeptidase; ЛПВП — high-density lipoprotein; ЛПНП — low-density lipoprotein; СОЭ — sedimentation rate of erythrocytes; МСН — mean erythrocyte hemoglobin content; МСНС — mean erythrocyte hemoglobin concentration; MCV — mean erythrocyte volume; RDW-CV — erythrocyte distribution width.

Таблица 6. Общий и биохимический анализ крови в группе водного поло (группа 3), М±σ**Table 6.** General and biochemical blood tests in the water polo group (group 3), M±σ

Показатель	Точка 1 (n=16)	Точка 2 (n=16)	Норма
Показатели общего анализа крови			
Гематокрит, %	38,1±1,6	41,4±1,8*	35–45
Гемоглобин, г/дл	13,0±0,7	13,6±0,7*	11,7–15,5
Эритроциты, млн/мкл	4,4±0,3	4,8±0,2*	3,8–5,1
MCV, фл	86,1±2,8	89,0±2,6*	81–100
RDW-CV, %	12,1±0,9	13,4±0,6*	11,6–14,8
MCH, пг	29,3±1,2	29,2±1,4	27–34
MCHC, г/дл	32,9±0,8	34,0±0,9*	32–36
Тромбоциты, * тыс/мкл	263,3±48,1	273,2±50,7	150–400
Лейкоциты, тыс/мкл	4,7±1,2	6,0±3,6	4,5–11
Нейтрофилы (общее число), %	51,6±7,2	47,9±13,9	48–78
Лимфоциты, %	37,2±7,4	39,9±14,3	19–37
Моноциты, %	8,6±1,9	8,7±1,5	3,0–11,0
Эозинофилы, %	2,0±0,8	2,6±0,8*	1,0–5,0
Базофилы, %	0,7±0,5	0,8±0,4	<1
Нейтрофилы, абс., тыс/мкл	2,5±1,0	3,3±3,4	1,56–6,13
Лимфоциты, абс., * тыс/мкл	1,7±0,2	2,0±0,5	1,8–3,74
Моноциты, абс., тыс/мкл	0,4±0,1	0,5±0,3	0,2–0,95
Эозинофилы, абс., тыс/мкл	0,1±0,04	0,14±0,06	0–0,7
Базофилы, абс., тыс/мкл	0,03±0,02	0,04±0,02*	0–0,2
СОЭ (по Вестергрену), мм/ч	3,9±2,3	3,8±1,6	<20
Биохимические показатели			
АлАТ, ЕД/л	17,6±6,6	23,2±10,4	<31
АсАТ, ЕД/л	20,7±5,0	28,6±12,5*	<31
Альбумин, г/л	46,5±2,6	44,1±3,3*	35–52
Билирубин общий, мкмоль/л	12,6±5,9	11,8±4,0	3,4–20,5
Билирубин прямой, мкмоль/л	3,8±1,4	5,8±2,0*	<8,6
Билирубин не прямой, мкмоль/л	–	6,0±2,2	<19
Гамма ГТ, ЕД/л	15,3±5,7	21,6±19*	<32
Глюкоза, ммоль/л	4,3±0,3	4,4±0,4	4,1–6
Креатинкиназа, ЕД/л	117,3±60,1	374,1±555,9*	<167
Креатинин, мкмоль/л	76,0±8,2	75,9±7,4	50–98
Общий белок, г/л	76,1±3,0	69,7±2,9*	64–83
Триглицериды, ммоль/л	0,7±0,2	0,6±0,3*	0,41–1,48
Холестерин, ммоль/л	4,5±0,9	4,3±0,9	3,16–5,59
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	1,9±0,4	1,6±0,5*	0,85–2,04
Холестерин ЛПНП, ммоль/л	2,5±0,7	2,5±0,6	1,48–4,12
Коэффициент атерогенности	–	2,4±2,8	2,0–3,0

Таблица 6. Окончание

Table 6. Ending

Показатель	Точка 1 (n=16)	Точка 2 (n=16)	Норма
Кальций, ммоль/л	1,3±0,1	2,4±0,2*	2,1–2,55
Калий, ммоль/л	4,3±0,2	4,2±0,2	3,5–5,1
Натрий, ммоль/л	139,1±1,6	138,5±1,2	136–145
Хлор, ммоль/л	96,2±2,1	104,3±2,6*	101–110
Железо, мкмоль/л	23,3±12,0	21,6±7,4	9,0–30,4
Кортизол, нмоль/л	–	442,8±131,1	138–635
Мочевина, мкмоль/л	5,0±0,8	5,1±0,9	2,1–7,1

Примечание. Точка 1 — до приёма препаратов, точка 2 — спустя 21 день приёма препаратов. * $p < 0,05$, отличия значений «Точка 1» и «Точка 2» статистически значимы. При сравнении данных использовали Т-критерий Уилкоксона. АлАТ — аланинаминотрансфераза; АсАТ — аспартатаминотрансфераза; Гамма ГТ — гамма-глутамилтранспептидаза; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; ЛПНП — липопротеины низкой плотности; СОЭ — скорость оседания эритроцитов; МСН — среднее содержание гемоглобина в эритроците; МСНС — средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах; MCV — средний объём эритроцитов; RDW-CV — ширина распределения эритроцитов.

Note: Point 1 — before taking the drugs, point 2 — after 21 days of taking the drugs. * $p < 0.05$, differences in the values of Point 1 and Point 2 are statistically significant. When comparing data, the Wilcoxon T-test was used. АлАТ — alanine aminotransferase; АсАТ — aspartate aminotransferase; Гамма ГТ — gamma-glutamyltranspeptidase; ЛПВП — high-density lipoprotein; ЛПНП — low-density lipoprotein; СОЭ — sedimentation rate of erythrocytes; МСН — mean erythrocyte hemoglobin content; МСНС — mean erythrocyte hemoglobin concentration; MCV — mean erythrocyte volume; RDW-CV — erythrocyte distribution width.

При анализе биохимических показателей крови во всех трёх группах отмечено более выраженное во 2-й точке по сравнению с 1-й снижение содержания билирубина, аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, гамма-глутамилтранспептидазы. Кроме того, отмечено снижение уровня креатининкиназы, нормализация липидного профиля, снижение уровня кортизола, а также увеличение содержания железа (табл. 4–6).

Одним из этапов исследования была оценка влияния нормализации микробиоты кишечника на физическую выносливость и работоспособность спортсменов с помощью параметров variability сердечного ритма (соотношение симпатической и парасимпатической регуляции, общая мощность спектра variability сердечного ритма, стресс-индекс). Эти параметры позволили оценить динамику функциональной работоспособности спортсменов, не нарушая тренировочно-соревновательного режима, за счёт мобильности и быстроты проведения исследования. Исследование выполнялось по методике «Вариационная кардиоинтервалометрия» до и после курсового приёма пре-, про-, метабиотиков и (или) их сочетания.

Следующим этапом исследования стала оценка влияния восстановленной микробиоты кишечника на психофизиологическое состояние спортсменов высокой квалификации с помощью психодиагностики. Были проведены следующие исследования:

- оценка психоэмоционального состояния спортсменов с использованием клинического опросника

для выявления и оценки невротических состояний Яхина–Менделевича. Опросник состоит из 68 вопросов, отвечая на которые, обследуемый должен оценить своё текущее состояние по 5-балльной системе. Методика имеет 6 диагностических шкал, что позволяет получить информацию различного характера. Шкалы оценивают уровень тревоги, невротической депрессии, астении, истерического типа реагирования, обсессивно-фобических нарушений, вегетативных нарушений.

- простая зрительно-моторная реакция — это элементарный вид произвольной реакции человека на зрительный стимул. Она состоит из двух последовательных компонентов — сенсорного (латентного) и моторного периодов. Латентный период — время восприятия и идентификации стимульного сигнала. При выполнении сенсомоторной реакции ведущей рукой моторный период сокращается.

Все указанные исследования были проведены дважды: перед началом курса приёма препаратов и спустя 21 день. Результаты оценки психоэмоционального состояния спортсменов представлены на рис. 2.

Как видно из гистограммы, улучшение психоэмоционального состояния отмечается в целом по всем шкалам невротизации личности. По шкале «Астения» было выявлено улучшение показателей на уровне 0,08. Эта тенденция отмечена во всех исследуемых командах. По всей видимости, мы имеем дело с какой-то универсальной тенденцией, за которой стоит общий фактор. Возможно, эти

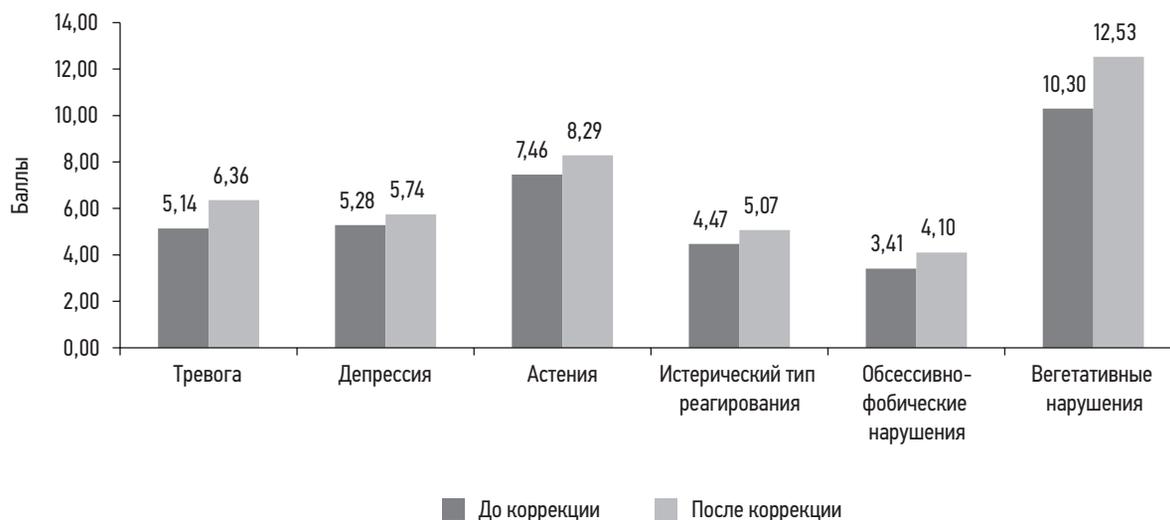


Рис. 2. Показатели невротизации спортсменов до и после приёма препаратов.

Fig. 2. Indicators of neuroticism of athletes before and after taking drugs.

сдвиги просто связаны с вхождением в лучшую спортивную форму и с настроением на соревнования, а может быть, в этом проявляется влияние исследуемых добавок.

На уровне значимости 0,05 выявлено улучшение показателей по шкале «Обсессивно-фобические нарушения». По смыслу обсессивные проявления соотносятся с тревогой, и по обеим соответствующим шкалам в группе 3 наблюдаются выраженные улучшения. При этом, как и в случае шкалы тревоги, аналогичной тенденции в других командах не наблюдалось. Следует отметить, что выявленные закономерности требуют дальнейшего исследования, так как за ними могут стоять разные факторы: дифференцированное влияние назначенных добавок в силу различной чувствительности, механизмы совладания с тревогой, выработанные на разном уровне у разных групп спортсменов, и т.д.

По шкале «Вегетативные проявления» наблюдается улучшение показателей на уровне значимости 0,0002. Это самая ярко выраженная тенденция из всех выявленных. Такая картина наблюдалась и в остальных группах. По всей видимости, эта тенденция является достаточно универсальной. Более того, вегетативные проявления наиболее явно соотносятся с деятельностью кишечника и ЖКТ в целом, поэтому в исследовании пищевых добавок эта шкала представляет наибольший интерес.

В рамках исследования данных, полученных по методике простой зрительно-моторной реакции, в группе 1 не было выявлено никаких однонаправленных тенденций, картины первого и второго срезов единообразны. В группах 2 и 3 по шкалам устойчивости реакции и уровня функциональных возможностей были выявлены сдвиги в сторону повышения показателей на субзначимых уровнях. При этом по абсолютным средним значениям эти сдвиги были достаточно невелики. Такая тенденция может быть

связана и с вработываемостью: во второй раз методика и интерфейс теста лучше знакомы испытуемым.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Применённые схемы [сочетания пре- и про- (или) метабиотика] коррекции дисбиоза кишечника, наблюдаемого у спортсменов всех трёх исследуемых групп, показали их эффективность и влияние на состояние здоровья спортсменов в виде улучшения переносимости нагрузок и психоэмоционального состояния.

Обсуждение основного результата исследования

При начальном обследовании кала всех спортсменов-участников отмечались нарушения баланса микробиоты кишечника с присутствием условно-патогенной и патогенной микрофлоры в небольшом количестве.

Применение сочетания про- и пребиотика у первой опытной группы (баскетбол) показало выраженный положительный эффект в составе микробиоты: у всех спортсменов увеличилось количество лакто- и бифидобактерий, типичной *E. coli*, исчезли патогены, однако количество энтерококков не увеличилось. При этом во второй группе спортсменов (биатлон, лыжные гонки) при применении мета- и пребиотика количество бифидобактерий не изменилось, но увеличилось количество лактобактерий у 65,2%, типичной *E. coli* у 76,2%, энтерококков у 79,2% спортсменов. В третьей группе спортсменов (водное поло) наблюдалась иная картина: при приёме одного метабиотика (без пребиотика) не наблюдалось увеличение количества бифидо- и лактобактерий, но увеличивалось количество

типичной *E. coli* и лактозонегативной *E. coli* (условный патоген), некоторые патогенные микроорганизмы (например, *Klebsiella spp.*) после применения препарата не исчезли.

Во всех трёх группах наблюдалась выраженная нормализация печёночных маркёров, маркёров повреждения тканей, кортизола на фоне приёма препаратов, что свидетельствует об увеличении скорости восстановления организма и повышении резистентности спортсмена к повышенному стрессу, обусловленному интенсивными физическими нагрузками. Об этом свидетельствует и обнаруженная положительная динамика при психофизиологическом тестировании: во всех трёх исследуемых группах спортсменов улучшились показатели психоэмоционального статуса и вегетативных проявлений.

Также выявлено увеличение содержания в крови маркёров кислородтранспортной системы, что свидетельствует об улучшении переносимости аэробных нагрузок. Это также было подтверждено при проведении анкетирования спортсменов (50–60% отмечали улучшение переносимости нагрузок).

Увеличение абсолютного числа лимфоцитов, по-видимому, обусловлено действием препаратов: Рекицен-РД активирует гуморальное звено иммунитета; Энтерол повышает местную иммунную защиту вследствие увеличения продукции IgA и других иммуноглобулинов; компоненты Актофлора-С, особенно янтарная кислота, оказывают положительное влияние на пролиферативную активность клеток иммунной ткани, стимулируя иммунитет человека.

Что касается исследования variability сердечного ритма, то почти никаких выраженных тенденций не наблюдалось. Ни по каким показателям не было обнаружено значимых различий между первым и вторым измерением. Во всех трёх группах большинство испытуемых находилось на достаточно высоком уровне функционального состояния. По результатам качественной оценки вариационной кардиоинтервалометрии было выявлено, что большинство спортсменов находятся в состоянии оптимального напряжения, некоторые из них находились в состоянии умеренного напряжения с вовлечением дополнительных резервов. При этом явных однонаправленных тенденций по этой характеристике не наблюдалось.

Можно полагать, что нормализация почти всех перечисленных отклонений сопряжена с воздействием про- и метабиотиков в сочетании с пребиотиками не только на микрофлору кишечника, но и на гомеостаз в целом, и в первую очередь на процессы метаболизма, а также детоксикационный эффект.

Ограничения исследования

Могут заключаться в ограниченной выборке спортсменов, а также в том, что были исследованы представители игровых видов спорта и стайеры, тогда как представители сложнокоординационных и скоростно-силовых видов спорта на данный момент времени исследованы не были.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о том, что у спортсменов высокой квалификации имеет место развитие нарушений состава микробиоты кишечника, а также функций ЖКТ.

Сочетанное применение пре- и про- или метабиотика оказывает эффективное воздействие на восстановление микробиоты кишечника и функционального состояния ЖКТ. Исходя из анализа динамики состава микробиоты кишечника спортсменов до и после применения предложенных схем, можно сказать, что наиболее эффективной является схема сочетанного приёма про- и пребиотика, тогда как применение метабиотика без пребиотика в целом не показало положительной динамики.

Во всех трёх группах независимо от применяемых схем приёма препаратов наблюдалось улучшение показателей кислородтранспортной системы, маркёров повреждения тканей, печёночных маркёров и лимфоцитов, а также снижение уровня кортизола. Уменьшение стресса у спортсменов было также подтверждено с помощью психофизиологического тестирования и анкетирования.

Таким образом, нормализация микробиоты кишечника с помощью про-, пре- и метабиотиков способствует снижению уровня стресса у спортсменов и повышению переносимости нагрузок.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование выполнено в рамках прикладной научно-исследовательской работы «Повышение физической работоспособности и психофизиологического состояния спортсменов высокой квалификации путём нормализации взаимодействия кишечного микробиома и центральной нервной системы», шифр «Нутритив-19» по государственному контракту № 107.002.19.14 от 1 апреля 2019 г.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведением исследования и публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.Е. Шестопалов — дизайн, концепция, организация исследования, написание и редактирование текста статьи; А.В. Жолинский — организация исследования, редактирование текста статьи, утверждение окончательной версии; Т.А. Пушкина — организация исследования, редактирование текста статьи, утверждение окончательной версии; Ж.В. Гришина — написание и редактирование текста статьи, участие в проведении исследования, статистическая обработка данных; М.Г. Оганнисян — написание и редактирование текста статьи, участие в проведении исследования; В.С. Фещенко — организация исследования, редактирование текста статьи, утверждение окончательной версии; И.М. Долгов — написание текста статьи, участие в проведении исследования; Е.И. Разумец —

написание текста статьи, участие в проведении исследования; С.И. Баршак — написание текста статьи, участие в проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The study was carried out within the framework of the applied research work "Improving the physical performance and psychophysiological state of highly qualified athletes by normalizing the interaction of the intestinal microbiome and the central nervous system", code "Nutritive-19" under a state contract № 107.002.19.14 from 01.04.2019 г.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. A.E. Shestopalov — design, concept, organization of research, writing and editing of the text of the article;

A.V. Zholinsky — organization of research, editing of the text of the article, approval of the final version; T.A. Pushkina — organization of research, editing of the text of the article, approval of the final version; Zh.V. Grishina — writing and editing of the text of the article, participation in the research, statistical data processing; M.G. Ogannisyana — writing and editing the text of the article, participation in the research; V.S. Feshchenko — organization of the research, editing of the text of the article, approval of the final version; I.M. Dolgov — writing the text of the article, participation in the research; E.I. Razumets — writing the text of the article, participation in the research; S.I. Barshak — writing the text of the article, participation in the research. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барыльник Ю.Б., Шульдяков А.А., Филиппова Н.В., Рамазанова К.Х. Микробиом кишечника человека и психическое здоровье: состояние проблемы // Российский психиатрический журнал. 2015. № 3. С. 30–41.
2. Foster J.A., Lyte M., Meyer E., Cryan J.F. Gut microbiota and brain function: an evolving field in neuroscience // *Int J Neuropsychopharmacol.* 2016. Vol. 19, N 5. P. pyv114. doi: 10.1093/ijnp/pyv114
3. Järbrink-Sehgal E., Andreasson A. The gut microbiota and mental health in adults // *Curr Opin Neurobiol.* 2020. Vol. 62. P. 102–114. doi: 10.1016/j.conb.2020.01.016
4. Clark A., Mach N. Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: a systematic review for athletes // *J Int Soc Sports Nutr.* 2016. Vol. 13. P. 43. doi: 10.1186/s12970-016-0155-6
5. Cronin O., O'Sullivan O., Barton W., et al. Gut microbiota: implications for sports and exercise medicine // *Br J Sports Med.* 2017. Vol. 51, N 9. P. 700–701. doi: 10.1136/bjsports-2016-097225
6. Рылова Н.В., Жолинский А.В., Мирошникова Ю.В., и др. Экстремальные физические нагрузки и питание // Медицина экстремальных ситуаций. 2017. № 3 (61). С. 140–149.
7. Туманова Н.Ф., Шестопалов А.Е., Жолинский А.В., и др. Практические рекомендации по использованию средств для восстановления работоспособности спортсменов на различных этапах соревновательной деятельности // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2018. № 3 (147). С. 28–37.
8. Carabotti M., Scirocco A., Maselli M.A., Severi C. The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and

enteric nervous systems // *Ann Gastroenterol.* 2015. Vol. 28, N 2. P. 203–209.

9. Ардатская М.Д. Пробиотики, пребиотики и метабиотики в коррекции микробиологических нарушений кишечника // Медицинский совет. 2015. № 13. С. 94–99. doi: 10.21518/2079-701X-2015-13-94-99
10. Хорошилова И.А., Гранитов В.М. Про- и пребиотики в лечении инфекционных поражений кишечника // Бюллетень медицинской науки. 2016. № 1 (5). С. 20–24.
11. Рыбальченко О.В., Бондаренко В.М., Добрица В.П. Атлас ультраструктуры микробиоты кишечника человека. Санкт-Петербург: ИИЦ ВМА, 2008. 112 с.
12. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 3: Пробиотики и функциональное питание. Москва: ГРАНТЪ, 2001. 288 с.
13. Dogra S.K., Doré J., Damak S. Gut microbiota resilience: definition, link to health and strategies for intervention // *Front Microbiol.* 2020. Vol. 11. P. 572921. doi: 10.3389/fmicb.2020.572921
14. Schächtle M.A., Rosshart S.P. The microbiota-gut-brain axis in health and disease and its implications for translational research // *Front Cell Neurosci.* 2021. Vol. 15. P. 698172. doi: 10.3389/fncel.2021.698172
15. Monda V., Villano I., Messina A., et al. Exercise modifies the gut microbiota with positive health effects // *Oxid Med Cell Longev.* 2017. P. 3831972. doi: 10.1155/2017/3831972
16. Брагина Т.В., Елизарова Е.В., Шевелёва С.А. Микробиота кишечника спортсменов // Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 4. С. 36–52. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-36-52

REFERENCES

1. Barylnik YuB, Shuldyakov AA, Filippova NV, Ramazanova KKh. Human gut microbiome and mental health: the state of the problem. *Russian Journal of Psychiatry.* 2015;(3):30–41. (In Russ).
2. Foster JA, Lyte M, Meyer E, Cryan JF. Gut microbiota and brain function: an evolving field in neuroscience. *Int J Neuropsychopharmacol.* 2016;19(5):pyv114. doi: 10.1093/ijnp/pyv114
3. Järbrink-Sehgal E, Andreasson A. The gut microbiota and mental health in adults. *Curr Opin Neurobiol.* 2020;62:102–114. doi: 10.1016/j.conb.2020.01.016
4. Clark A, Mach N. Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: a systematic review for athletes. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016;13:43. doi: 10.1186/s12970-016-0155-6

5. Cronin O, O'Sullivan O, Barton W, et al. Gut microbiota: implications for sports and exercise medicine. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):700–701. doi: 10.1136/bjsports-2016-097225
6. Rylova NV, Zholinsky AV, Miroshnikova YuV, et al. Extreme physical activity and nutrition. *Medicine of Extreme Situations.* 2017;(3):140–149. (In Russ).
7. Tumanova NF, Shestopalov AE, Zholinsky AV, et al. Practical recommendations on the use of funds to restore the performance of athletes at various stages of competitive activity. *Therapeutic Physical Culture and Sports Medicine.* 2018;(3):28–37. (In Russ).
8. Carabotti M, Scirocco A, Maselli MA, Severi C. The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems. *Ann Gastroenterol.* 2015;28(2):203–209.
9. Ardatskaya MD. Probiotics, prebiotics and metabiotics in the management of microecological bowel disorders. *Meditsinskiy Sovet.* 2015;(13):94–99. (In Russ). doi: 10.21518/2079-701X-2015-13-94-99
10. Khoroshilova IA, Granitov VM. Pro- and prebiotics in the treatment of infectious intestinal lesions. *Bulletin of Medical Science.* 2016;(1):20–24 (In Russ).
11. Rybalchenko OV, Bondarenko VM, Dobritsa VP. *Atlas of the ultrastructure of the human gut microbiota.* Saint Petersburg: IITs VMA; 2008. 112 p. (In Russ).
12. Shenderov BA. *Medical microbial ecology and functional nutrition. Vol. 3: Probiotics and functional nutrition.* Moscow: GRANT; 2001. 288 p. (In Russ).
13. Dogra SK, Doré J, Damak S. Gut microbiota resilience: definition, link to health and strategies for intervention. *Front Microbiol.* 2020;11:572921. doi: 10.3389/fmicb.2020.572921
14. Schächtle MA, Rosshart SP. The microbiota-gut-brain axis in health and disease and its implications for translational research. *Front Cell Neurosci.* 2021;15:698172. doi: 10.3389/fncel.2021.698172
15. Monda V, Villano I, Messina A, et al. Exercise modifies the gut microbiota with positive health effects. *Oxid Med Cell Longev.* 2017;3831972. doi: 10.1155/2017/3831972
16. Bragina TV, Elizarova EV, Sheveleva SA. Intestinal microbiota of athletes. *Problems of Nutrition.* 2021;90(4):36–52. (In Russ). doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-36-52

ОБ АВТОРАХ

* **Шестопалов Александр Ефимович**, д.м.н., профессор;

адрес: Россия, 121059, Москва,

ул. Б. Дорогомиловская, д. 5;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5278-7058>;

eLibrary SPIN: 7531-6925; e-mail: ashest@yandex.ru

Жолинский Андрей Владимирович, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0267-9761>;

eLibrary SPIN: 8111-9694; e-mail: ZholinskiiAV@sportfmba.ru

Пушкина Татьяна Анатольевна, к.б.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2910-3137>;

eLibrary SPIN: 7956-3193; e-mail: pushkina18@yandex.ru

Гришина Жанна Валерьевна, к.б.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9051-9580>;

eLibrary SPIN: 7141-5643; e-mail: grinzanetk@gmail.com

Оганнисян Мкртыч Гагикович, к.б.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7074-5337>;

eLibrary SPIN: 6364-9891; e-mail: ogannisyanmg@sportfmba.ru

Фещенко Владимир Сергеевич, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4574-6506>;

eLibrary SPIN: 4795-5662; e-mail: vfmed@yandex.ru

Долгов Игорь Маратович;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5511-5679>;

eLibrary SPIN: 6643-7824; e-mail: tsadmg@gmail.com

Разумец Елена Игоревна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0325-4220>;

eLibrary SPIN: 3507-6938; e-mail: razumets_elen@mail.com

Баршак Сергей Игоревич;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3609-7396>;

eLibrary SPIN: 6528-9276; e-mail: sergeybarshak@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Aleksandr E. Shestopalov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;

address: 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str.,

Moscow, 121059, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5278-7058>;

eLibrary SPIN: 7531-6925; e-mail: ashest@yandex.ru

Andrey V. Zholinsky, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0267-9761>;

eLibrary SPIN: 8111-9694; e-mail: ZholinskiiAV@sportfmba.ru

Tatiana A. Pushkina, Cand. Sci. (Biol.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2910-3137>;

eLibrary SPIN : 7956-3193; e-mail: pushkina18@yandex.ru

Zhanna V. Grishina, Cand. Sci. (Biol.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9051-9580>;

eLibrary SPIN: 7141-5643; e-mail: grinzanetk@gmail.com

Mkrtych G. Ogannisyan, Cand. Sci. (Biol.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7074-5337>;

eLibrary SPIN: 6364-9891; e-mail: ogannisyanmg@sportfmba.ru

Vladimir S. Feshchenko, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4574-6506>;

eLibrary SPIN: 4795-5662; e-mail: vfmed@yandex.ru

Igor M. Dolgov, MD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5511-5679>;

eLibrary SPIN: 6643-7824; e-mail: tsadmg@gmail.com

Elena I. Razumets, MD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0325-4220>;

eLibrary SPIN: 3507-6938; e-mail: razumets_elen@mail.com

Sergey I. Barshak, MD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3609-7396>;

eLibrary SPIN: 6528-9276; e-mail: sergeybarshak@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author