

СОСТОЯНИЕ ФАКТОРОВ АНТИМИКРОБНОЙ ЗАЩИТЫ У СПОРТСМЕНОВ-ПЛОВЦОВ И МЕТОДЫ ИХ КОРРЕКЦИИ

О.А. Гизингер¹, OGizinger@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9302-0155>
А.А. Семченко², semchenkoa@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0974-6047>
Н.В. Мамылина², mamilianv@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5880-439X>
Н.В. Ефимова², efimovanv2@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6970-0003>
В.И. Павлова², pavlovavi@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1347-3408>

¹ Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

² Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Цель. Изучить изменения параметров иммунного статуса у спортсменов-пловцов, имеющих большие физические нагрузки, направленные на развитие выносливости, и обосновать возможность профилактической коррекции рекомбинантным интерлейкином-2. **Материалы и методы.** Из спортсменов-добровольцев Федерации плавания «Мастерс» сформированы группы: ИГ1 (25–40 лет) – 15 чел., ИГ2 (40–60 лет) – 15 чел., ИГ3 (60+ лет) – 5 чел. В сыворотке крови было изучено содержание цитокинов ИЛ-2, ИЛ-10, ИЛ-8, ИЛ-10, ФНО- α , ИЛ-1 β , ИФН- α методом иммуноферментного анализа, содержание субпопуляций лимфоцитов с фенотипом CD3⁺, CD8⁺, CD4⁺, соотношение CD4/CD8, CD25⁺, CD16⁺ проведено методом проточной цитометрии. Состояние обменных процессов в мышцах изучено по содержанию креатинфосфокиназы и лактатдегидрогеназы методом кинетического хромогенного анализа. Исследование проведено за 45 дней до старта и за 5 дней до старта по окончании применения иммуномодулирующей терапии рекомбинантным ИЛ-2. Для статистических расчетов использована медиана 25 %, критерий Манна – Уитни. **Результаты.** У 100 % обследуемых спортсменов-добровольцев отсутствовали клинические признаки воспалительных процессов, у 87 % на момент исследования зарегистрированы изменения факторов антимикробной защиты. У 39 % в пределах верхнего референсного значения отмечалось: снижение продукции ИЛ-2, ИФН- α , ИЛ-2, ИЛ-10, повышение ИЛ-8, ИЛ-10, ФНО- α , ИЛ-1 β , ИФН- α , уменьшение CD3⁺, CD4⁺, соотношения CD4/CD8, CD25⁺, CD16⁺CD56⁺, повышение креатинкиназы и лактатдегидрогеназы. Применение рекомбинантного ИЛ-2 приводило к нормализации иммунологических показателей у спортсменов-добровольцев. **Заключение.** Выявлено, что степень выраженности иммунных дисфункций, дифференцировка Th1/Th2 в направлении Th1 может быть фактором риска возникновения воспалительных заболеваний бактериально-вирусной природы у спортсменов-пловцов на этапе подготовки к стартовым мероприятиям. Использование профилактической иммунотерапии рекомбинантным ИЛ-2 в предсоревновательный период ликвидирует иммунные нарушения.

Ключевые слова: плавание, врожденный иммунитет, цитокины, иммунокоррекция

Благодарности. Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Для цитирования: Состояние факторов антимикробной защиты у спортсменов-пловцов и методы их коррекции / О.А. Гизингер, А.А. Семченко, Н.В. Мамылина и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № 2. С. 69–76. DOI: 10.14529/hsm230209

THE FACTORS OF ANTIMICROBIAL PROTECTION IN SWIMMERS AND METHODS OF THEIR CORRECTION

O.A. Gizinger¹, OGizinger@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9302-0155>
A.A. Semchenko², semchenkoa@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0974-6047>
N.V. Mamilina², mamilinanv@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5880-439X>
N.V. Efimova², efimovanv2@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6970-0003>
V.I. Pavlova², pavlovavi@cspu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1347-3408>

¹ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

² South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. Aim. The paper is aimed at identifying changes in the immune status of swimmers with intense physical activity for developing endurance and substantiating the prospects for preventive correction with recombinant IL-2. **Materials and methods.** The study involved athletes from the Masters Swimming Federation, who formed the following study groups: IG1 (25–40 years) – 15, IG2 (40–60 years) – 15, IG3 (60+ years) – 5. The content of cytokines IL-2, IL-10, IL-8, IL-10, TNF- α , IL-1 β , and IFN- α was determined in blood serum by enzyme immunoassay. The content of subpopulations of lymphocytes with the phenotypes CD3⁺, CD8⁺, CD4⁺, the CD4/CD8 ratio, CD25⁺, and CD16⁺ was measured by flow cytometry. The state of metabolic processes in the muscles was studied by the content of creatine phosphokinase and lactate dehydrogenase. The study was conducted 45 days before the start and at the end of the immunocorrection course (5 days before the start). For statistical calculations, a median of 25% was used (the Mann–Whitney test). **Results.** In 100% of the examined athletes, there were no clinical signs of inflammatory processes; in 87%, at the time of the study, changes in the factors of antimicrobial protection were recorded; in 39%, within the upper reference value, it was noted: a decrease in the production of IL-2, IFN- α , IL-2, and IL-10; an increase in the production of IL-8, IL-10, TNF- α , IL-1 β , and IFN- α ; a decrease in CD3⁺, CD4⁺, the CD4/CD8 ratio, CD25⁺, CD16⁺CD56⁺; increased levels of creatine phosphokinase and lactate dehydrogenase. The use of recombinant IL-2 led to the improvement of immunological parameters in volunteer athletes. **Conclusion.** It was found that the severity of immune dysfunctions and the differentiation of Th1/Th2 in the direction of Th1 can be risk factors for the occurrence of inflammatory diseases of a bacterial and viral nature in swimmers at the stage of preparation for starting events. The use of prophylactic immunotherapy with recombinant IL-2 in swimmers in the pre-competitive period eliminates immune disorders.

Keywords: swimming, innate immunity, cytokines, immunocorrection

Acknowledgments. The publication was prepared within the RUDN University Strategic Academic Leadership Program

For citation: Gizinger O.A., Semchenko A.A., Mamilina N.V., Efimova N.V., Pavlova V.I. The factors of antimicrobial protection in swimmers and methods of their correction. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(2):69–76. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm230209

Введение. Успехи спортсменов в достижении наивысших результатов связаны с физическими и психоэмоциональными нагрузками, следствием которых может быть дезадаптация функционирования механизмов врожденной и адаптивной иммунной защиты. Экзогенными факторами, потенцирующими процессы иммунных нарушений, служат климатические изменения при частых сменах часовых поясов при тренировочном процессе и подготовке к соревнованиям, дезадаптация и невозможность в короткое время ответить на различные биохронологические ситуации,

формирование десинхроноза и связанных с ним иммунных и антиоксидантных нарушений, нарушения адаптационного потенциала клеток-эффекторов иммунного ответа [1], нередко становящиеся триггерами поражения иммунной системы со стороны респираторных вирусов.

У спортсменов с тренировочным режимом невысокой физической активности проявления иммунных дисфункций незначительные [6, 7]. Физические нагрузки высокой интенсивности вызывают изменения клеточных и гуморальных факторов врожденного и адап-

тивного иммунитета [8]. В основе патогенеза иммунных нарушений лежат угнетение антимикробных клеточных факторов, снижение количества субпопуляций лимфоцитов, разнонаправленные изменения гуморальных факторов врожденного и адаптивного иммунитета [5].

Препаратом с иммуномодулирующими свойствами является интерлейкин-2 (ИЛ-2) человека рекомбинантный (Ронколейкин[®], производства ООО «НПК «Биотех», Санкт-Петербург, Россия), являющийся полным структурным и функциональным аналогом эндогенного интерлейкина-2 (ИЛ-2), способный восполнять дефицит эндогенного ИЛ-2, воспроизводящий его эффекты как одного из ключевых компонентов-регуляторов цитокиновой сети и метаболических нарушений [2]. Ронколейкин[®] не обладает допинговой активностью, имеет действующий антидопинговый сертификат.

Цели применения ИЛ-2 рекомбинантного в спортивной медицине определяются его адаптационными возможностями по увеличению толерантности к нагрузкам и поддержанию нормального самочувствия на соревнованиях и при переездах, сопряженных со сменной климатических условий.

Рекомбинантный ИЛ-2 обеспечивает восстановление кондиций спортсмена после нагрузки, что, возможно, связано с усилением кровотока и доокислением молочной кислоты в клетках мышечной ткани при восстановлении цитокиновой регуляции. Препарат повышает общую работоспособность и переносимость нагрузок у высококвалифицированных спортсменов за счет восстановления баланса в системе перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита. При этом ряд вопросов, связанных с влиянием препарата на индукцию цитокинов, активность рецепторного аппарата лимфоцитов периферической крови, ферменты лактатдегидрогеназы (ЛДГ), креатинфосфокиназы (КФК), требует проведения дополнительных исследований, представленных в данной работе.

Цель исследования – изучить изменения параметров иммунного статуса, активность ферментов лактатдегидрогеназы, креатинфосфокиназы у спортсменов-пловцов, имеющих большие физические нагрузки, и обосновать возможность профилактической коррекции иммунных нарушений рекомбинантным ИЛ-2.

Материалы и методы. Исследование проводилось в один этап в 2021 году, запланированная продолжительность периода включения в исследование составила 6 месяцев.

В проспективное исследование изменения параметров иммунного статуса у спортсменов-пловцов, имеющих большие физические нагрузки, были включены 35 человек. С целью получения средних нормальных величин исследуемых параметров (контрольных показателей) были получены дополнительно показатели 35 добровольцев-спортсменов, не имеющих высоких физических нагрузок, но регулярно участвующих в тренировочном процессе без клинико-лабораторных признаков воспалительных заболеваний. Из спортсменов-добровольцев сформированы группы: ИГ1 (25–40 лет) – 15 чел., ИГ2 (40–60 лет) – 15 чел., ИГ3 (60+ лет) – 5 чел. Включенные в исследование добровольцы давали информированное согласие на участие в исследовании в соответствии с основами законодательства РФ «Об охране здоровья граждан, правил проведения клинической практики в РФ», приказ МЗ РФ № 266 от 19.07.03 г., приказ Росздравнадзора № 2325-Пр/06 от 17.10.06 г. Схема введения рекомбинантного ИЛ-2 человеческого согласована с врачом иммунологом-аллергологом, терапевтом и предложена спортсменам после обязательного осмотра и анализа клинико-лабораторных показателей: за 45 дней до старта проведено 2 курса по 2 инъекции Ронколейкином[®] 0,5 мг путем подкожного введения с интервалом 48 часов между введениями с перерывами 10 дней между курсами; третий курс проведен через 10 дней после завершения второго, включал 4 подкожных введения препарата Ронколейкин[®] 0,5 мг через 3 дня; полный курс был завершен за 5 дней до начала соревнований. Критерии невключения в исследование: из исследования исключены добровольцы, отказавшиеся дать согласие на участие в исследовании или имеющие соматическую патологию в стадии декомпенсации и заболевания бактериальной или вирусной природы.

Исследование проведено на базе НТК «Биотех» (Санкт-Петербург) и кафедры микробиологии и вирусологии ФГАОУ ВО «РУДН» (Москва) на основании решения Этического комитета Медицинского института РУДН (протокол № 3 от 23.12.2021 г.). Лабораторные исследования проведены на базе ООО «Лаборатория Гемотест» (Москва).

В сыворотке крови было изучено содержание цитокинов ИЛ-2, ИЛ-10, ИЛ-8, ИЛ-10, ФНО- α , ИЛ-1 β , ИФН- α методом иммуноферментного анализа, содержание субпопуляций лимфоцитов с фенотипом CD3⁺, CD8⁺, CD4⁺, соотношение CD4⁺/CD8⁺, CD25⁺, CD16⁺ проведено методом проточной цитометрии с применением тест-систем НПО «Вектор» (Новосибирск, Россия). Состояние обменных процессов в мышцах изучено по содержанию КФК и ЛДГ методом кинетического хромогенного анализа. Все значимые для исследования данные зафиксированы в индивидуально разработанных картах, внесены в специально созданную статистическую базу данных для последующей обработки с использованием лицензионной программы Statistica 8.0. Для статистических расчетов использована медиана 25 %, U-критерий Манна-Уитни. Уровень статистической значимости при $p < 0,05$ был достаточным, чтобы принять различия между группами как достоверные.

Результаты исследования. Общая нагрузка спортсменов пловцов составила [нед, ч]: в ИГ1 – 6,65 [4,88–8,08], ИГ2 – 6,5 [4,87–8,13], ИГ3 – [4,58–7,64]. Содержание креатинфосфокиназы (референсные значения < 190 ед./л) у некоторых спортсменов было повышенным, что в целом по группам составило: в ИГ1 – [125,5–208,75], в ИГ2 [135,0–225,0], в ИГ3 [128,25–213,75].

В ходе тренировочного процесса субпопуляционный состав лейкоцитов периферической крови претерпевал незначительные из-

менения в виде повышения моноцитов, разнонаправленного изменения лимфоцитов, отсутствия динамики клеток с фенотипом CD19⁺ ($p > 0,05$), снижения клеток с рецепторами CD3⁺ в ИГ2 на 35,61 %, в ИГ3 – на 29,12 %, CD16⁺ в ИГ2 на 40,01 %, в ИГ3 – в 3,9 раза относительно показателей референсных значений ($p < 0,05$) (рис. 1).

Выявлено снижение лимфоцитов с фенотипом CD4⁺ в ИГ2 на 24,18 %, в ИГ3 – на 23,42 %, количество клеток с рецепторами CD25⁺ в ИГ2 было повышенным на 15,91 %, в ИГ3 – на 15,93 %, что видно из рис. 2. Полученные исследования свидетельствуют об иммунной дисрегуляции, следствием которой могут быть острые и хронические заболевания верхних дыхательных путей, выявляемые у спортсменов.

Количество клеток с рецепторами CD8⁺ в ИГ2 было повышенным на 22,01 %, в ИГ3 – на 19,13 %, соотношение CD4⁺/CD8⁺ в ИГ2 было повышенным на 18,11 %, в ИГ3 – на 17,15 %. По мнению В.А. Козлова с соавт. (2002), при напряженных продолжительных тренировках наблюдается снижение количества NK-клеток, субпопуляции CD4⁺ [3]. В абсолютных показателях нами также выявлены однонаправленные изменения субпопуляционного состава лейкоцитов периферической крови спортсменов. По нашему мнению, на процесс нарушения рецепторного пейзажа лимфоцитов влияет снижение их пролиферации и дифференцировки, связанное с дисбалансом цитокинов на фоне повышенных

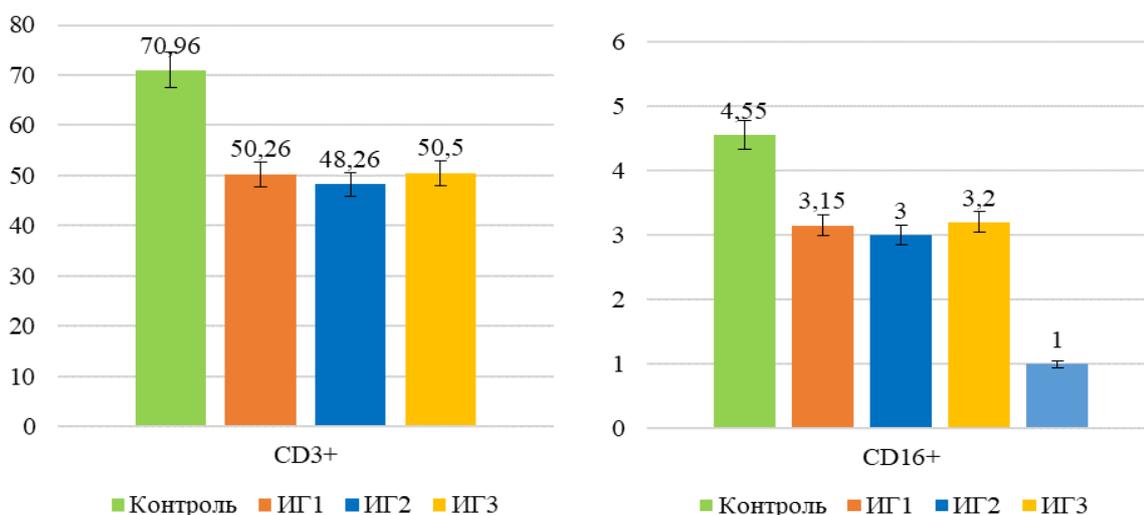


Рис. 1. Содержание рецепторов CD3⁺, CD16⁺ на поверхности лимфоцитов периферической крови спортсменов-пловцов в различные этапы тренировочного процесса

Fig. 1. The content of CD3⁺ and CD16⁺ receptors on the surface of peripheral blood lymphocytes of swimmers at various stages of training

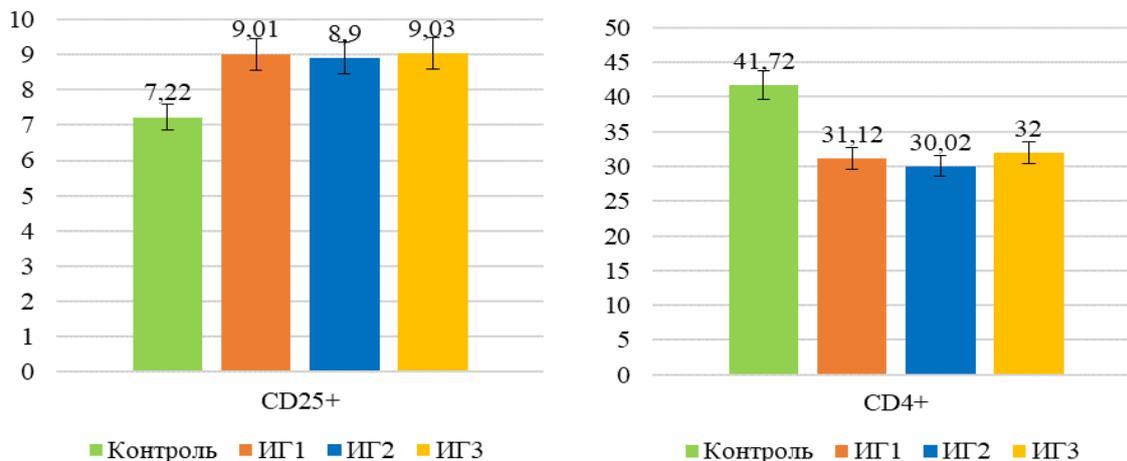


Рис. 2. Содержание рецепторов CD25⁺, CD4⁺ на поверхности лимфоцитов периферической крови спортсменов-пловцов в различные этапы тренировочного процесса

Fig. 2. The content of CD25⁺ and C4⁺ receptors on the surface of peripheral blood lymphocytes of swimmers at various stages of training

Анализ состояния обменных процессов в мышцах по содержанию ферментов креатинфосфокиназы и лактатдегидрогеназы в лимфоцитах периферической крови у спортсменов-пловцов

Analysis of metabolic processes in muscles by the content of creatine phosphokinase and lactate dehydrogenase enzymes in peripheral blood lymphocytes in swimmers

Фермент Enzyme	ИГ1 IG1		ИГ2 IG2		ИГ3 IG3		Референсные значения Reference values
	до before	после after	до before	после after	до before	после after	
ЛДГ, Ед./л LDH, Unit/L	325,11 ± 5,34	183,19 ± 7,22*	283,56 ± 3,77	165,09 ± 2,19*	298,45 ± 4,67	154,18 ± 3,78*	167,12 ± 5,34
КФК, Ед./л CPK, Unit/L	250,23 ± 3,11	190,46 ± 2,78*	256,89 ± 2,16	178,37 ± 4,22*	249,56 ± 3,56	171,90 ± 4,34*	178,45 ± 3,12

Примечание. ЛДГ – лактатдегидрогеназа; КФК – креатинфосфокиназа; * – статистически значимые различия до и после применения рекомбинантного ИЛ-2, при $p < 0,05$.

Note. LDH – lactate dehydrogenase; CPK – creatine phosphokinase; * – statistically significant differences before and after the use of recombinant IL-2, at $p < 0.05$.

физических нагрузок. Результаты исследования показали, что при использовании рекомбинантного ИЛ-2 количество рецепторов на мембранах лимфоцитов нормализовалось.

Содержание ферментов КФК и общей ЛДГ в лимфоцитах периферической крови у спортсменов до и после курса рекомбинантного ИЛ-2 отличалось: было повышенным после активного тренировочного процесса и в пост-тренировочном периоде, снижалось после терапии рекомбинантным ИЛ-2 ($p < 0,05$) (см. таблицу). Полученные результаты свидетельствуют о дисбалансе метаболических процессов в лимфоцитах до и после применения рекомбинантного ИЛ-2, повышенной метаболической активности лимфоцитов при интенсивном тренировочном процессе.

В ходе исследования проанализирована

концентрация цитокинов ИЛ-2, ИЛ-10, ИЛ-8, ИЛ-10, ФНО- α , ИЛ-1 β , ИФН- α . У спортсменов до проведения курса рекомбинантного ИЛ-2 выявлено увеличение концентрации провоспалительных цитокинов, основных эффекторов и участников запуска воспалительного ответа. Анализ результатов исследования показал, что у спортсменов в процессе интенсивных тренировок повышенный уровень провоспалительных цитокинов относительно контрольных показателей ($p < 0,05$) способствует снижению процессов иммунной адаптации, нарушает активность и рецепторный пейзаж клеток, реализующих иммунологический надзор.

Содержание ИЛ-2 в ИГ1, ИГ2, ИГ3 в сыворотке крови было снижено относительно референсных значений, концентрация ИЛ-10

в 1,71 раза превышала показатели референсных значений, что может свидетельствовать об увеличенной выработке провоспалительного цитокина ИЛ-10 при высоких нагрузках, истощении адаптационных возможностей организма и его компенсаторном поступлении в системный кровоток. Содержание ИФН- α было в 1,82 раза меньше по сравнению с референсными значениями, что может быть связано с нарушением дифференцировки и пролиферации клеток, ответственных за синтез ИФН- α при интенсивных физических нагрузках. Содержание ИЛ-8 было повышено по сравнению с референсными показателями, что может быть связано с необходимостью индукции фагоцитов из маргинального пула для реализации фагоцитарных и киллинговых функций нейтрофильных гранулоцитов и моноцитов у спортсменов перед стартом.

Заключение. Физические нагрузки в профессиональном спорте оказывают сложное многокомпонентное воздействие на организм спортсмена, затрагивающее все функциональные системы, изменения в которых отражаются на состоянии иммунной системы [2]. Физические нагрузки, индуцируя продукцию клеточных и гуморальных факторов врожденного и адаптивного иммунитета, влияют на процессы активности ферментов клеточного дыхания, адгезии, что может быть одним из механизмов изменения иммунных параметров под влиянием тренировок [3, 9]. Отсутствие физиологических показателей уровня ИЛ-2 на фоне интенсивного тренировочного процесса ведет к несостоятельности клеточного и гуморального иммунитета, важная роль дефицита ИЛ-2 в патогенезе воспалительного процесса, который иногда сопровождает длительные и интенсивные тренировки, связана с тем, что большинство цитолитических и су-

прессорных Т-лимфоцитов не продуцируют ИЛ-2 [5].

Повышенный уровень КФК и ЛДГ на пике спортивной формы приводит к дисбалансу лимфоидных клеток и энергетических субстратов, где источниками энергии являются глюкоза и глутамин мышечной ткани [4]. Установлено, что рекомбинантный ИЛ-2 обладает свойствами адаптогена: восстанавливает до референсных значений КФК и ЛДГ, стимулирует физическую работоспособность, обладает стресс-протективным эффектом, ноотропными свойствами, воздействуя на рецепторы ИЛ-2 центральной нервной системы и, восполняя дефицит эндогенного ИЛ-2, способствует нормализации функции иммунной системы. Иммунный дисбаланс, регистрируемый при повышенных физических нагрузках в условиях тренировочного процесса, приводит к усилению выработки креатинфосфокиназы, активации процессов свободнорадикального окисления и выработке высоких концентраций АФК [3], что является неотъемлемой частью антимикробной защиты.

Нами выявлено, что степень выраженности иммунных дисфункций, дифференцировка Th1/Th2 в направлении Th1 может быть фактором риска возникновения воспалительных заболеваний бактериально-вирусной природы у спортсменов-пловцов на этапе подготовки к стартовым мероприятиям. Использование профилактической иммунотерапии рекомбинантным ИЛ-2 у пловцов зрелого возраста в период интенсивной физической нагрузки в предсоревновательный период ликвидирует выявленные иммунные нарушения. Это благоприятно сказывается на уровне функциональной подготовленности профессиональных спортсменов в условиях отсутствия допинговой активности применяемых средств.

Список литературы

1. Вивантов, В.В. Факторы, определяющие уровень простудных заболеваний у квалифицированных лыжников-гонщиков в соревновательном периоде / В.В. Вивантов // Теория и практика физ. культуры. – 2000. – № 4. – С. 26–30.
2. Влияние физической нагрузки на иммунный ответ / И.Н. Долгушин, О.Л. Колесников, Г.А. Селяпина, Е.А. Мезенцева // Мед. иммунология. – 1999. – С. 3–4.
3. Козлов, В.А. Иммунная система и физические нагрузки / В.А. Козлов, О.Т. Кудаева // Мед. иммунология. – 2002. – Т. 4, № 3. – С. 427–438.
4. Мусин, З.Х. Иммунная система человека и физическая нагрузка / З.Х. Мусин, С.В. Латухов // Мед. иммунология. – 2007 – Т. 9, № 1. – С. 35–38.
5. Синдром хронической усталости и иммунная дисфункция / А.А. Новик, В.Н. Цыган, Н.Х. Дулатова и др. – СПб.: Изд-во ВМА, 2001. – 104 с.
6. Состояние периферического отдела эритронов и цитокинового профиля у студентов при

адаптации к экзаменационному стрессу / В.И. Павлова, Н.В. Мамылина, А.А. Семченко и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2020. – Т. 20, № 1. – С. 36–42.

7. Хайниш, М. Будьте здоровы! / М. Хайниш // *Теория и практика физ. культуры. Тренер: Журнал в журнале*. – 1997. – № 8. – С. 35.

8. IL-2 modulates Th2 cell responses to glucocorticosteroid: A cause of persistent type 2 inflammation? / T. Kanagalingam, L. Solomon, M. Vijeyakumaran et al. // *Immunity, Inflammation and Disease*. – 2019. – No. 7. – P. 112–124. DOI: 10.1002/iid3.249

9. Semchenko, A.A. The Effect of Hurdling Performance on The Adaptive Profile of Cerebral Blood Flow in Vestibular Irritation / A.A. Semchenko, A.V. Nenasheva, S.M. Tayebi, A.V. Savchenkov // *Annals of Applied Sport Science*. – 2021. – No. 9 (4). – <http://aassjournal.com/article-1-1047-en.html>. DOI: 10.52547/aassjournal.1047

References

1. Vivantov V.V. [Factors that Determine the Level of Colds in Qualified Cross-Country Skiers in the Competitive Period]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2000, no. 4, pp. 26–30. (in Russ.)

2. Dolgushin I.N., Kolesnikov O.L., Selyapina G.A., Mezentseva E.A. [Influence of Physical Activity on the Immune Response]. *Meditsinskaya immunologiya* [Medical Immunology], 1999, pp. 3–4. (in Russ.)

3. Kozlov V.A., Kudayeva O.T. [Immune System and Physical Activity]. *Meditsinskaya immunologiya* [Medical Immunology], 2002, vol. 4, no. 3, pp. 427–438. (in Russ.)

4. Musin Z.Kh., Latukhov S.V. [The Human Immune System and Physical Activity]. *Meditsinskaya immunologiya* [Medical Immunology], 2007, vol. 9, no. 1, pp. 35–38. (in Russ.) DOI: 10.15789/1563-0625-2007-1-35-38

5. Novik A.A., Tsygan V.N., Dulatova N.Kh. et al. *Sindrom khronicheskoy ustalosti i immunnaya disfunktsiya* [Chronic Fatigue Syndrome and Immune Dysfunction]. St. Petersburg, VMA Publ., 2001. 104 p.

6. Pavlova V.I., Mamylyna N.V., Semchenko A.A. et al. State of the Peripheral Erythron and Cytokine Profile in Students During Adaptation to Examination Stress. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 36–42. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200105

7. Khaynish M. [Be Healthy]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. Trener: Zhurnal v zhurnale* [Theory and Practice of Physical Culture. Coach: A Journal within a Journal], 1997, no. 8, p. 35.

8. Kanagalingam T., Solomon L., Vijeyakumaran M. et al. IL-2 Modulates Th2 Cell Responses to Glucocorticosteroid: A Cause of Persistent Type 2 Inflammation? *Immunity, Inflammation and Disease*, 2019, no. 7, pp. 112–124. DOI: 10.1002/iid3.249

9. Semchenko A.A., Nenasheva A.V., Tayebi S.M., Savchenkov A.V. The Effect of Hurdling Performance on The Adaptive Profile of Cerebral Blood Flow in Vestibular Irritation. *Annals of Applied Sport Science*, 2021, no. 9 (4). Available at: <http://aassjournal.com/article-1-1047-en.html>. DOI: 10.52547/aassjournal.1047

Информация об авторах

Гизингер Оксана Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры микробиологии и вирусологии Медицинского института, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия.

Семченко Антон Александрович, кандидат биологических наук, заместитель директора Профессионально-педагогического института, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия.

Мамылина Наталья Владимировна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и медико-биологических дисциплин, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия.

Ефимова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, доцент, зав. кафедрой общей биологии и физиологии, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия.

Павлова Вера Ивановна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник управления научных исследований, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия.

Information about the authors

Oksana A. Gizinger, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Microbiology and Virology, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia.

Anton A. Semchenko, Candidate of Biological Sciences, Deputy Director of the Professional Pedagogical Institute, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.

Natalya V. Mamilina, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety and Biomedical Disciplines, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.

Natalya V. Efimova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of General Biology and Physiology, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.

Vera I. Pavlova, Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Scientific Research, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.02.2023

The article was submitted 09.02.2023