

СОПОСТАВЛЕНИЕ УРОВНЯ ИММУНОРЕГУЛЯТОРНЫХ ЦИТОКИНОВ И НЕКОТОРЫХ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

Раджаббадиев Р.М.¹, Ригер Н.А.¹, Никитюк Д.Б.¹, Галстян А.Г.²,
Петров А.Н.³, Евсюкова А.О.³, Ханферьян Р.А.¹

¹ ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», Москва, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», Москва, Россия

³ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования», г. Видное, Московская обл., Россия

Резюме. Проведено обследование сывороточных концентраций цитокинов у 103 высококвалифицированных спортсменов различных по энергозатратам видов спорта (бобслей и пулевая стрельба). Установлено, что концентрация цитокинов (IL-4 и IL-18) у мужчин-бобслеистов существенно выше по сравнению со спортсменами, занимающимися пулевой стрельбой. Так, концентрация IL-4 составила $1,5 \pm 0,9$ пг/мл у бобслеистов и $0,45 \pm 0,23$ пг/мл у стрелков ($p < 0,05$). Концентрация IL-18 составила $467,5 \pm 155,21$ пг/мл у бобслеистов и $304,5 \pm 126,8$ пг/мл у стрелков. При этом концентрации IL-6 и IL-10 в сыворотке крови имели лишь тенденцию к повышению. Концентрация IFN- γ у бобслеистов практически не отличалась от аналогичных показателей сравниваемой группы стрелков. При сравнении показателей в женской группе спортсменов значения IL-4 и IL-10 были выше у спортсменов-бобслеистов 3,7 раза для IL-4 и в 2,34 раза для IL-10 по отношению к представителям пулевой стрельбы. Анализ содержания цитокинов в крови спортсменов с высокими энергозатратами показал значительные индивидуальные колебания данных показателей у спортсменов обоих полов. Корреляционной связи между содержанием в сыворотке крови цитокинов и основными антропометрическими показателями (мышечная масса тела, индекс массы тела, энергозатраты) не обнаружено. Вместе с тем выявлено увеличение содержания изучаемых цитокинов у бобслеистов – спортсменов, имеющих более интенсивные физические нагрузки. Таким образом, величина энергозатрат влияет на показатели цитокинового статуса, однако все значения цитокинов спортсменов находятся в пределах популяционной нормы, что, вероятно, обусловлено адаптацией спортсменов к высоким нагрузкам, обусловленным, в том числе, и адекватным применением специализированных спортивных продуктов для питания спортсменов.

Ключевые слова: цитокины, высококвалифицированные спортсмены, иммунитет, индекс массы тела

Адрес для переписки:

Ханферьян Роман Авакович
ФГБУН «Федеральный исследовательский
центр питания и биотехнологии»
109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14.
Тел.: 8 (495) 698-53-45.
E-mail: khanferyan@ion.ru

Address for correspondence:

Khanferyan Roman A.
Federal Research Centre of Nutrition,
Biotechnology and Food Safety
109240, Russian Federation, Moscow, Ustinskiy proezd, 2/14.
Phone: 7 (495) 698-53-45.
E-mail: khanferyan@ion.ru

Образец цитирования:

Р.М. Раджаббадиев, Н.А. Ригер, Д.Б. Никитюк,
А.Г. Галстян, А.Н. Петров, А.О. Евсюкова,
Р.А. Ханферьян «Сопоставление уровня
иммунорегуляторных цитокинов и некоторых
антропометрических показателей
высококвалифицированных спортсменов»
// Медицинская иммунология, 2018. Т. 20, № 1.
С. 53–60. doi: 10.15789/1563-0625-2018-1-53-60
© Раджаббадиев Р.М. и соавт., 2018

For citation:

R.M. Radzhabkadiev, N.A. Riger, D.B. Nikityuk,
A.G. Galstyan, A.N. Petrov, A.O. Evsyukova, R.A. Khanferyan
“Comparison of the level of immunoregulatory cytokines and
some anthropometric parameters of highly skilled athlete”,
Medical Immunology (Russia)/Meditsinskaya Immunologiya,
2018, Vol. 20, no. 1, pp. 53–60.
doi: 10.15789/1563-0625-2018-1-53-60

DOI: 10.15789/1563-0625-2018-1-53-60

COMPARISON OF THE LEVEL OF IMMUNOREGULATORY CYTOKINES AND SOME ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF HIGHLY SKILLED ATHLETES

Radzhabkadiyev R.M.^a, Riger N.A.^a, Nikityuk D.B.^a, Galstyan A.G.^b, Petrov A.N.^c, Evsyukova A.O.^c, Khanferyan R.A.^a

^a Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation

^b All-Russian Dairy Research Institute, Moscow, Russian Federation

^c Russian Research Institute of Canning Technology, Vidnoe, Moscow Region, Russian Federation

Abstract. Studies in serum concentrations of cytokines was performed in 103 high-ranked athletes from the sports different by energy consumption (bobsleigh and shooting sports). We have shown that the cytokine concentrations (IL-4 и IL-18) in bobsleigh sportsmen were sufficiently higher than in shooters. I.e., the IL-4 concentration was 1.5 ± 0.9 pg/mL in bobsledders, and 0.45 ± 0.23 pg/mL in shooters ($p < 0.05$). The IL-18 concentration was 467.5 ± 155.2 pg/mL in bobsledders and 304.5 ± 126.8 pg/mL in shooters. Meanwhile, the IL-6 and IL-10 in blood serum showed only a tendency for increase. The IFN γ concentration in bobsledders did not differ from similar parameters in shooters. When comparing the data in females, the IL-4 and IL-10 figures were 3.7-fold higher in bobsledders for IL-4, and 2.34-fold higher for IL-10, when compared to the shooters. Analysis of cytokines in blood of athletes with high energy consumption has shown significant fluctuations of the given parameters in athletes of both sexes. We have not revealed any correlations between the cytokine contents in blood serum and main anthropometric parameters (body muscle mass, body index mass, energy consumption). Moreover, increased contents of the cytokines was found in bobsledders at more intensive physical loads. Hence, the energy consumption influences the cytokine state parameters. However, all the cytokine values in athletes are within population norms which may due to adaptation of the athletes for high loads which may be determined by, e.g., adequate usage of specialized sport food for their nutrition.

Keywords: cytokines, highly skilled athletes, immunity, body mass index

Введение

Современный спорт высших достижений неразрывно связан с экстремальными физическими и эмоциональными нагрузками, которые приводят к изменению показателей функциональных систем организма. Исследования последних десятилетий показали, что под влиянием высоких спортивных нагрузок показатели иммунитета могут выходить за пределы физиологической нормы и носить патологический характер, являясь причиной увеличения заболеваемости и снижения спортивных результатов [10]. Иммунная система, как одна из ключевых интегральных и регуляторных систем организма, наиболее чувствительна к воздействию стрессовых факторов [10, 13]. Известно, что интенсивные мышечные нагрузки приводят к изменению параметров иммунного

статуса: увеличению содержания в крови стрессовых гормонов, снижению числа нейтрофилов, уменьшению количества Т- и В-лимфоцитов, нарушению синтеза иммуноглобулинов различных классов [2, 4, 12, 16, 22], снижению количества естественных киллеров (НК-клеток) и изменению продукции про- и противовоспалительных цитокинов [4, 17].

Одной из важнейших функций цитокинов является обеспечение согласованного действия иммунной, эндокринной и нервной системы в ответ на стресс. По данным научной литературы, сдвиги в цитокиновом каскаде под влиянием физических нагрузок аналогичны с таковым при воспалительных и септических состояниях [3]. Исследования [6, 8, 14, 15, 17, 19, 20] показали, что интенсивные физические упражнения вы-

зывают воспалительную реакцию, активность которой зависит от активности воздействия физической нагрузки, которая сопровождается значительным повышением концентрации провоспалительных цитокинов, таких как IL-6, IL-12, IL-18, TNF α и антагониста рецептора IL-1 (IL-1ra). Так, было выявлено 100-кратное увеличение продукции IL-1ra и IL-6 у марафонцев после бега [21].

Исследования цитокинового статуса осуществлялись у спортсменов различной специализации: гребля [9], лыжные гонки [5], плавание, легкая и тяжелая атлетика, волейбол, баскетбол [11], велоспорт [3], вольная борьба, бокс [4], тхэквондо [6], биатлон. Вместе с тем лишь в ограниченных исследованиях имеются данные по коррелятивной зависимости физической активности от важнейших антропометрических показателей. В последнее время большое внимание также уделяется изучению состава тела, что позволяет адекватно проводить мониторинг состояния спортсмена, прогнозировать наступление патологических нарушений. В связи с этим определение состава тела имеет существенное значение для оптимизации тренировочного режима и массы тела спортсменов в процессе подготовки к соревнованиям [1, 9]. **Целью нашей работы** было

проведение исследования зависимости содержания иммунорегуляторных цитокинов (IL-4, IL-6, IL-10, IL-18 и IFN γ) в крови от показателей состава тела высококвалифицированных спортсменов, занимающихся различными по физической активности видами спорта: бобслеем и пулевой стрельбой.

Материалы и методы

В обследование были включены 103 высококвалифицированных спортсмена (мастера спорта) в возрасте от 18 до 29 лет, которые были разделены по полу и спортивной специализации. Среди бобслеистов ($n = 48$) было 27 мужчин и 21 женщин. Соотношение мужчин и женщин, занимающихся пулевой стрельбой ($n = 55$), было 33/22 соответственно. Спортсмены обследованы в предсоревновательный период спортивной подготовки. Все участники обследования подписали информированное согласие.

Измерение показателей состава тела проводилось биоимпедансным анализатором InBody 720 (Biospace, Южная Корея) с определением массы тела (MT), роста, возраста, индекса массы тела (ИМТ) и массы мышечной ткани (ММТ) [7]. Также в ходе анализа были получены показате-

ТАБЛИЦА.1. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТСМЕНОВ

TABLE 1. ANTHROPOMETRIC INDICES IN ATHLETES

Вид спорта Kind of sport	Состав команд Team structure	Возраст Age	Рост Height	MT Weight	ИМТ BMI	ИМТ-N BMI-N	ММТ SMM	ММТ-N SMM-N	Основной обмен Basal metabolism
Пулевая стрельба ($n = 55$) Shooting sports	м/м ($n = 33$)	22,2 $\pm$ 8,3	177,4 $\pm$ 6,6	71,3 $\pm$ 9,9	22,8 $\pm$ 2,6	20,9-24,9	36,49$\pm$5,3$\uparrow$	28,91-34,01	1753 $\pm$ 186,8
	ж/ж ($n = 22$)	22,9 $\pm$ 8,1	162 $\pm$ 5,5	57,7 $\pm$ 6,9	22 $\pm$ 2,4	19,6-24,2	26,8$\pm$4,7$\uparrow$	19,36-23,49	1426 $\pm$ 163,1
Бобслей ($n = 48$) Bobsleigh	м/м ($n = 27$)	22,7 $\pm$ 2,4	182 $\pm$ 5	88,2 $\pm$ 9,3	26,5$\pm$2,2$\uparrow$	21,1-25,2	48,1$\pm$5,7$\uparrow$	28,85-33,94	2133 $\pm$ 198,1
	ж/ж ($n = 21$)	22 $\pm$ 5,5	169 $\pm$ 4,6	66 $\pm$ 8,5	23,9 $\pm$ 2,07N $\uparrow$	19,5-24,0	34,6$\pm$6,3$\uparrow$	19,30-23,43	1661 $\pm$ 206,7

Примечание. Жирным шрифтом обозначены отклонения от популяционной нормы [12]; ИМТ-N – индекс массы тела популяционной нормы; ММТ-N – масса мышечной ткани популяционной нормы; [$\uparrow$] – выше нормы, N $\uparrow$ – верхняя граница нормы; ж – женщины; м – мужчины.

Note. Deviations from the population norm are indicated in bold type; BMI-N, body mass index of population; SMM-N, skeletal muscle mass of population; [$\uparrow$], above normal values, N $\uparrow$, upper limit of normal; w, women; m, men

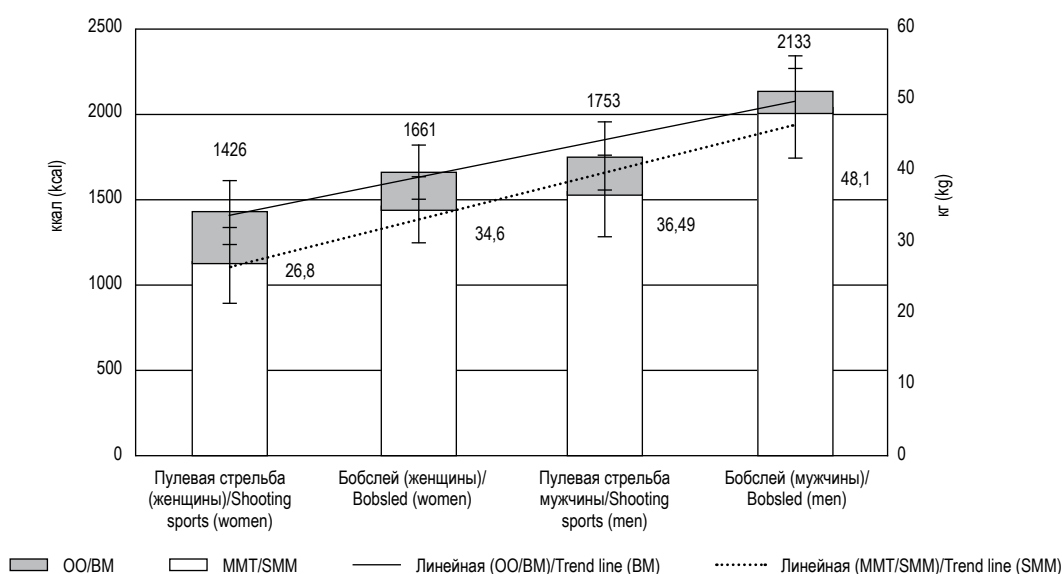


Рисунок 1. Индекс массы тела и масса мышечной ткани спортсменов

Примечание. ИМТ – индекс массы тела; ММТ – масса мышечной ткани.

Figure 1. Body mass index and skeletal muscle mass of athletes

Note. BMI, body mass index, SMM, skeletal muscle mass.

ли интенсивности основного обмена и энергозатрат.

Забор крови проводился утром натощак до утренней тренировки. Определение уровня цитокинов (IL-4, IL-6, IL-10, IL-18 и IFN γ) в сыворотке крови проводили методом твердофазного иммуноферментного анализа с применением наборов реагентов фирмы «Вектор-Бест» (ЗАО «Вектор-Бест», Россия) с регистрацией на микропланшетном фотометре Anthos 2010 (Labtec, Австрия). Подготовку к измерению уровня исследуемых цитокинов проводили согласно рекомендациям производителя наборов.

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили с использованием пакета прикладных программ Statistics Version 20. Оценка достоверности различий между группами проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

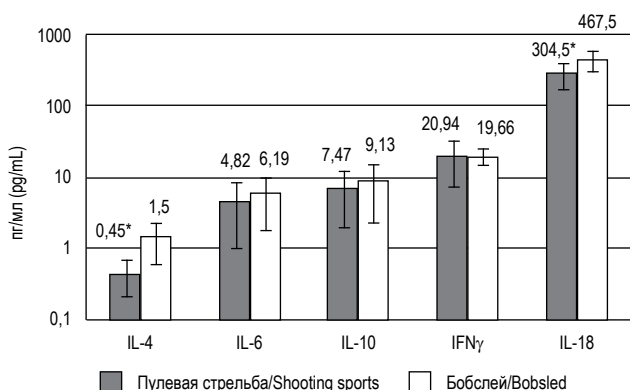
В результате анализа антропометрических данных и состава тела обследуемых групп было выявлено, что наиболее выраженные изменения наблюдались в значениях массы мышечной ткани

(ММТ). Как видно из данных, представленных в таблице 1, ММТ выходит за пределы физиологической нормы общей популяции, как в мужской, так и в женской группе спортсменов-бобслеистов. Следует отметить, что значения ИМТ у представителей пулевой стрельбы не выходили за пределы популяционной нормы (табл. 1).

Сравнительный анализ показателей ИМТ и ММТ обследуемых групп показал повышение данных значений у спортсменов, занимающихся бобслеем, по сравнению с представителями пулевой стрельбы. Установлено статистически достоверное ($p < 0,05$) увеличение показателей ИМТ и ММТ (рис. 1) у бобслеистов как мужской группы на 14 и 25%, так и женской на 8 и 22,6% соответственно.

Анализ основного обмена у спортсменов-мужчин, занимающихся пулевой стрельбой показал, что уровень ОО в среднем составляет $1753 \pm 186,8$ ккал/сут., в группе бобслеистов – $2133 \pm 198,1$ ккал/сут. Аналогичные данные были получены в женской группе спортсменов. Так, средние значения основного обмена спортсменов, занимающихся пулевой стрельбой, составили – $1426 \pm 163,1$ ккал/сут., в группе бобслеисток – $1661 \pm 206,7$ ккал/сут.

А (A)



Б (B)

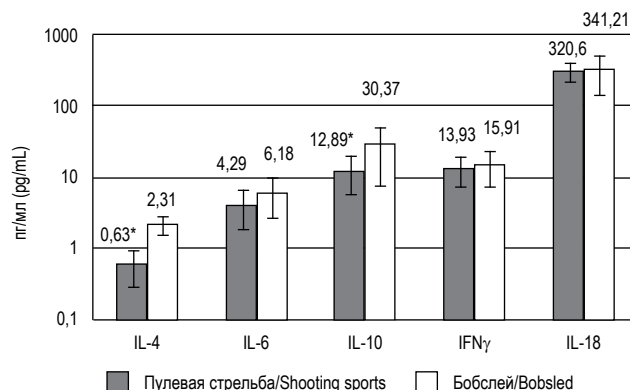


Рисунок 2. Цитокины в сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов

Примечание. * – $p \leq 0,05$ – достоверность различий между группами спортсменов различной специализации.

Мужчины – рисунок 2А, женщины – рисунок 2Б.

Figure 2. The cytokines in the blood serum of elite athletes

Note. *, $p \leq 0,05$, significance of differences between groups of athletes of different specializations. Men, Figure 2A, Women, Figure 2B.

Определена выраженная зависимость показателей основного обмена от ММТ. Так, выявлено повышение значений ОО и ММТ у бобслеистов мужчин на 17,9 и 24,1% ($p < 0,05$), соответственно, по сравнению со спортсменами, занимающимися пулевой стрельбой. Аналогичные данные были получены в женской группе.

Анализ содержания цитокинов в крови мужчин показал существенное увеличение IL-4 и IL-18 у бобслеистов по отношению к спортсменам, занимающимся пулевой стрельбой. Так, концентрация IL-4 составила $1,5 \pm 0,9$ пг/мл у бобслеистов и $0,45 \pm 0,23$ пг/мл у стрелков ($p < 0,05$). Концентрация IL-18 составила $467,5 \pm 155,21$ пг/мл у бобслеистов и $304,5 \pm 126,8$ пг/мл у стрелков ($p < 0,05$). При этом концентрации IL-6 и IL-10 в сыворотке крови имели лишь тенденцию к повышению, однако различия не достигали статистически значимых величин: ($p > 0,05$). Концентрация IFN γ у бобслеистов практически не отличалась от аналогичных показателей сравниваемой группы стрелков и составила $19,96 \pm 5,31$ пг/мл против $20,94 \pm 13,6$ пг/мл соответственно (рис. 2А). При сравнении цитокиновых показателей в женской группе спортсменов значения IL-4 и IL-10 были выше у спортсменов-

бобслеистов по отношению к представителям пулевой стрельбы в 3,7 раза для IL-4 и 2,34 раза для IL-10 ($p < 0,05$). Концентрация IL-6, IL-18 и IFN γ у бобслеистов была незначительно выше показателей спортсменов-стрелков, однако различия не достигали статистически значимых величин ($p > 0,05$) (рис. 2Б).

Корреляционной связи между содержанием в сыворотке крови цитокинов и некоторыми антропометрическими показателями (ММТ, ИМТ) обнаружено не было. Однако выявлено увеличение содержания изучаемых цитокинов у бобслеистов-спортсменов, подверженных более интенсивным физическим нагрузкам. Так, у бобслеистов уровень большинства цитокинов (IL-4, IL-6, IL-10 и IL-18) был значительно выше, чем у лиц из группы стрелкового спорта. Так, концентрация IL-4 была выше на 70%, IL-6 на 22,14%, IL-10 на 18,19% и IL-18 на 34,87%. Содержание же IFN γ у мужчин-бобслеистов оказалась незначительно ниже (6,12%) относительно представителей пулевой стрельбы. При сравнении показателей в женской группе спортсменов, занимающихся бобслеем, значения IL-4 были выше на 72,7%, IL-6 на 30,59%, IL-10 на 57,5%, IFN γ на 12,45% и IL-18 на 6,05%.

Резюмируя вышесказанное, можно предположить, что величина энергозатрат оказывает существенное влияние на показатели цитокинового статуса. Однако следует отметить, что все значения иммунорегуляторных цитокинов спортсменов не выходят за пределы популяционной

нормы, что, вероятно, связано с адаптацией спортсменов к высоким нагрузкам, обусловленным, в том числе, и адекватным применением специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов.

Список литературы / References

1. Абрамова М.А., Азизбекян Г.А., Зилова И.С., Лысиков Ю.А. Результаты исследований фактического питания и некоторых параметров физического состояния спортсменов-регбистов // Вопросы питания, 2013. Т. 82, № 4. С. 69-75. [Abramova M.A., Azizbekyan G.A., Zilova I.S., Lysikov Yu.A. Results of researches of the actual food and some parameters of a physical condition of athletes rugby. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*, 2013, Vol. 82, no. 2, pp. 69-75. (In Russ.)]
2. Афанасьева И.А. Сдвиги в популяционном составе и функциональной активности лимфоцитов, продукции цитокинов и иммуноглобулинов у спортсменов при синдроме перетренированности // Вестник спортивной науки, 2011. № 3. С. 18-24. [Afanasyeva I.A. Alterations in population structure and functional activity of lymphocytes, production of cytokines and immunoglobulins in athletes with overtraining syndrome. *Vestnik sportivnoy nauki = Sports Science Bulletin*, 2011, no. 3, pp. 18-24. (In Russ.)]
3. Василенко В.С., Левин М.Я., Семенова Ю.Б., Назаров П.Г. Цитокины как маркеры перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов // Цитокины и воспаление, 2015. Т. 14, № 1. С. 86-90. [Vasilenko V.S., Levin M.Ya., Semenova Yu.B., Nazarov P.G. Cytokines as markers of overexertion of the cardiovascular system in athletes. *Tsitokiny i vospalenie = Cytokines and Inflammation*, 2015, Vol. 14, no. 1, pp. 86-90. (In Russ.)]
4. Головкова В.С., Гольдерова А.С., Николаева И.Н., Алексеева Е.А., Захарова Ф.А. Состояние иммунитета у молодых спортсменов – единоборцев республики Саха (Якутия) // Бюллетень ВЧНЦ СО РАМН, 2010. Т. 75, № 5. С. 157-159. [Golovkova V.S., Golderova A.S., Nikolaev I.N., Alekseeva E.A., Zakharova F.A. Immune status of young sportsmen of the Republic of Sakha (Yakutia). *Byulleten Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra SO RAMN = Bulletin of the East Siberian Scientific Center SBRAMS*, 2010, Vol. 75, no. 5, pp. 157-159. (In Russ.)]
5. Зурочка А.В., Журило О.В., Сашенков С.Л. Динамика изменения состояния иммунной системы спортсменов различных специализаций в течение годичного цикла тренировочного процесса // Медицинская иммунология, 2005. Т. 7, № 2-3. С. 223. [Zurochka A.V., Zhurilo O.V., Sashenkov S.L. Dynamics of changes in the immune system of athletes of different specializations during the annual cycle of the training process. *Meditsinskaya immunologiya = Medical Immunology (Russia)*, 2005, Vol. 2, no. 7, p. 223. (In Russ.)]
6. Мельников В.И. Уровень про-и противовоспалительных цитокинов у спортсменов водных видов спорта в период интенсивных физических нагрузок // Фундаментальные исследования, 2011. № 10. С 122-125. [Melnikov V.I. The levels of Pro-and anti-inflammatory cytokines in athletes of water sports in a period of intense physical exertion. *Fundamentalnye issledovaniya = Fundamental Research*, 2011, no. 10, pp. 122-125. (In Russ.)]
7. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. С. 392. [Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedance analysis of body composition]. Moscow: Science, 2009, p. 392.
8. Назаров П., Шевченко Е., Осадчая О., Левон М. Иммунный статус спортсменов при физической нагрузке // Наука в олимпийском спорте, 2014. № 1. С. 37-43. [Nazarov P., Shevchenko E., Osadchaya O., Levon M.

The immune status of athletes during exercise. *Nauka v Olimpijskom sporte = Science in the Olympic sport*, 2014, no. 1, pp. 37-43. (In Russ.)]

9. Романов Ю.Н. Функциональный мониторинг компонентного состава тела, осанки и экспресс-анализа мочи студентов кикбоксеров на этапе предсоревновательной подготовки мезоцикла // Вестник ЮУрГУ, 2011. № 39. С. 47-50. [Romanov Yu.N. Functional monitoring of the component composition of the body, posture and express analysis of urine students kickboxers at the stage of precompetitive preparation mesocycle. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the South Ural State University*, 2011, no. 39, pp. 47-50. (In Russ.)]

10. Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., Николаев Д.В. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. С. 493. [Rudnev S.G., Soboleva N.P. Sterlikov S.A., Nikolaev D.V. Bioimpedance study of body composition of Russia's population]. Moscow: Editorial and Publishing Department of the Central Scientific Research Institute of Health Organization and Informatization, 2014, p. 493.

11. Суздальницкий Р.С., Левандо В.А. Новые подходы к пониманию спортивного стрессорного иммунодефицита // Теория и практика физической культуры, 2003. № 1. С. 68-74. [Suzdalnitsky R.S., Levando V.A. Modern approaches to understanding sports stress immunodeficiencies. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury = Theory and Practice of Physical Culture*, 2003, no. 1, pp. 68-74. (In Russ.)]

12. Сарайкин Д.А., Терзи М.С., Павлова В.И. Показатели периферической системы крови у юных тхэквондистов на предсоревновательном этапе тренировочного процесса // Вестник Уральской медицинской академической науки, 2012. Т. 39, № 2. С. 15. [Saraykin D.A., Terzi M.S., Pavlova V.I. The parameters of the peripheral blood system in young athletes in the precompetitive stage training process. *Vestnik uralskoy meditsinskoy akademicheskoy nauki = Journal of Ural Medical Academic Science*, 2012, Vol. 39, no. 2, p. 15. (In Russ.)]

13. Стернин Ю.И., Кнорринг Г.Ю., Сизязкина Л.П. Особенности регуляции иммунной системы при высокой физической активности // Цитокины и воспаление, 2007. Т. 6, № 2. С. 63-67. [Sternin Yu.I., Knorring G.Yu., Sizyakina L.P. Features of the regulation of the immune system with high physical activity. *Tsitokiny i vospalenie = Cytokines and Inflammation*, 2007, Vol. 6, no. 2, pp. 63-67. (In Russ.)]

14. Cabral-Santos C., Gerosa-Neto J., Inoue D.S., Panissa V.L.G., Gobbo L.A., Zagatto A.M., Campos E.Z., Lira F.S.. Similar anti-inflammatory acute responses from moderate-intensity continuous and high-intensity intermittent exercise. *J. Sports Science and Medicine*, 2015, Vol. 14, pp. 849-856.

15. Denguezli-Bouzarrou M., Ben Jabrallah M., Gaid S., Slama F., Ben Saad H., Tabka Z. Effects of brief maximal exercise on interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha. *J. Biology of Sport*, 2006, Vol. 23, no 1, pp. 1-13.

16. Gleeson M., Bishop N., Oliveira M., McCauley T., Tauler P., Muhamad A. S. Respiratory infection risk in athletes: association with antigen-stimulated IL-10 production and salivary IgA secretion. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2012, Vol. 22, no. 3, pp. 410-417.

17. Gleeson M., Pyne D.B. Exercise effects on mucosal immunity. *J. Immunology and Cell Biology*, 2000, Vol. 78, pp. 536-544.

18. Gough L., Penfold R.S., Godfrey R.J., Castel L. The immune response to short-duration exercise in trained, eumenorrhoeic women. *J. Sports Science*, 2015, Vol. 9, pp. 1-7.

19. Margeli A., Skenderi K., Tsironi M., Hantzi E., Matalas A.-L., Vrettou C., Kanavakis E., Chrousos G., Dramatic I. P. . Elevations of Interleukin-6 and acute-phase reactants in athletes participating in the ultradistance foot race spartathlon: Severe systemic inflammation and lipid and lipoprotein changes in protracted exercise. *J. Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2005, Vol. 90, no. 7, pp. 3914-3918.

20. Robson P. Elucidating the unexplained underperformance syndrome in endurance athletes: the interleukin-6 hypothesis. *J. Sports Medicine*, 2003, Vol. 33, no. 10, pp. 771-781.

21. Steensberg A., van Hall G., Osada T., Sacchetti M., Saltin B. Production of interleukin-6 in contracting human skeletal muscles can account for the exercise-induced increase in plasma interleukin-6. *J. Physiology*, 2000, Vol. 529, no. 1, pp. 237-242.

22. Suzuki K., Yamada M., Kurakake S., Okamura N., Yamaya K., Liu O., Kudoh S., Kowatari K., Nakaji S., Sugawara K.. Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 2000, Vol. 81, no. 4, pp. 281-287.

Авторы:

Раджабкадиев Р.М. — младший научный сотрудник
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
питания и биотехнологии», Москва, Россия

Ригер Н.А. — д.м.н., старший научный сотрудник
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
питания и биотехнологии», Москва, Россия

Никичук Д.Б. — д.м.н., профессор, член-
корреспондент РАН, директор ФГБУН «Федеральный
исследовательский центр питания и биотехнологии»,
Москва, Россия

Галстян А.Г. — д.т.н., профессор, член-корреспондент
РАН, ведущий научный сотрудник ФГБНУ
«Всероссийский научно-исследовательский институт
молочной промышленности», Москва, Россия

Петров А.Н. — д.т.н., академик РАН, директор ФГБНУ
«Всероссийский научно-исследовательский институт
технологии консервирования», г. Видное, Московская
обл., Россия

Евсюкова А.О. — научный сотрудник ФГБНУ
«Всероссийский научно-исследовательский институт
технологии консервирования», г. Видное, Московская
обл., Россия

Ханферьян Р.А. — д.м.н., профессор, заведующий
лабораторией иммунологии ФГБУН «Федеральный
исследовательский центр питания и биотехнологии»,
Москва, Россия

Authors:

Radzhabkadiev R.M., Junior Research Associate, Federal
Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety,
Moscow, Russian Federation

Riger N.A., PhD, MD (Medicine), Senior Research Associate,
Laboratory of Immunology, Federal Research Centre of
Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian
Federation

Nikiyuk D.B., PhD, MD, Professor (Medicine), RAS
Corresponding Member, Director, Federal Research Centre of
Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian
Federation

Galstyan A.G., PhD, MD (Technology), Professor, RAS
Corresponding Member, Leading Research Associate,
All-Russian Dairy Research Institute, Moscow, Russian
Federation

Petrov A.N., PhD, MD (Technology), Professor, RAS Full
Member, Director, Russian Research Institute of Canning
Technology, Vidnoe, Moscow Region, Russian Federation

Evsyukova A.O., Research Associate, Russian Research
Institute of Canning Technology, Vidnoe, Moscow Region,
Russian Federation

Khanferyan R.A., PhD, MD (Medicine), Head, Laboratory
of Immunology, Federal Research Centre of Nutrition,
Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation

Поступила 29.11.2017

Отправлена на доработку 01.12.2017

Принята к печати 04.12.2017

Received 29.11.2017

Revision received 01.12.2017

Accepted 04.12.2017