

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.1.2>

УДК 615.017; 796.89

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



## Влияние приема витаминно-минерального комплекса «Витрум» в сочетании с адаптогенами на иммунный статус и физическую работоспособность у студентов-спортсменов высокой квалификации

И.П. Зайцева<sup>1\*</sup>, В.Н. Цыган<sup>2</sup>, А.Е. Ким<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Ярославль, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** изучение воздействия витаминно-минерального комплекса (ВМК) «Витрум» в сочетании с адаптогенами на иммунологическую реактивность и физическую работоспособность у спортсменов в условиях интенсивных тренировок.

**Материалы и методы:** 4 группы спортсменов по 10 человек в каждой проходили цикл интенсивных тренировок по специально разработанной методике. I группа принимала ВМК «Витрум», II группа — ВМК «Витрум» + экстракт элеутерококка, III группа — ВМК «Витрум» + настойка женьшеня. IV группа — аскорбиновую кислоту и являлась контролем. Кровь для анализа брали из локтевой вены до и после 28-дневного приема препаратов. Показатели иммунологической реактивности определяли современными лабораторными методами. Физическую работоспособность определяли по индексу гарвардского степ-теста (ИГСТ) и теста PWC<sub>170</sub>.

**Результаты:** применение ВМК «Витрум» в сочетании с адаптогенами способствует достоверному увеличению показателей гуморального (прирост IgA на 32–40 %, IgM на 28–43 %, IgG на 9–14 %) и клеточного иммунитета (повышение завершенности фагоцитоза на 9–37 %).

**Выводы:** прием ВМК «Витрум» в сочетании с адаптогенами сопровождался достоверным увеличением неспецифического иммунитета и повышал уровень тренированности.

**Ключевые слова:** иммунитет, витаминно-минеральный комплекс, лимфоциты, иммуноглобулины, работоспособность

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Зайцева И.П., Цыган В.Н., Ким А.Е. Влияние приема витаминно-минерального комплекса «Витрум» в сочетании с адаптогенами на иммунный статус и физическую работоспособность у студентов-спортсменов высокой квалификации. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021;11(1):24–29. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.1.2>

Поступила в редакцию: 22.09.2020

Принята к публикации: 25.12.2020

Online first: 30.04.2021

Опубликована: 21.06.2021

\* Автор, ответственный за переписку

## Effect of intake of Vitrum vitamin-mineral complex in combination with adaptogens on immune status and physical work capacity in highly skilled student athletes

Irina P. Zaitseva<sup>1\*</sup>, Vasily N. Tsygan<sup>2</sup>, Alexey E. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup> P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

<sup>2</sup> Military Medical Academy named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia

### ABSTRACT

**Purpose of the study:** to study the effect of Vitrum in combination with adaptogens on immunological reactivity and physical performance in athletes under conditions of intense training.

**Materials and methods:** 4 groups of athletes, 10 people in each, went through a cycle of intensive training according to a specially developed methodology. Group I took Vitrum, group II — Vitrum + Eleutherococcus extract, group III — Vitrum + ginseng tincture. Group IV — ascorbic acid and was used as a control. Blood for analysis was taken from the cubital vein before and after 28 days of drug administration. Indicators of immunological reactivity were determined by modern laboratory methods. Physical performance was determined by the index of the Harvard step test (IHST) and the PWC170 test.

**Results:** the use of Vitrum in combination with adaptogens promotes a significant increase in the parameters of humoral (increase in IgA by 32–40 %, IgM by 28–43 %, IgG by 9–14 %) and cellular (increasing the completeness of phagocytosis by 9–37 % immunity). **Conclusion:** intake of Vitrum in combination with adaptogens was accompanied by a significant increase in nonspecific immunity and increased the level of fitness.

**Keywords:** immunity, vitamin and mineral complex, lymphocytes, immunoglobulins, efficiency

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

**For citation:** Zaitseva I.P., Tsygan V.N., Kim A.E. Effect of intake of Vitrum vitamin-mineral complex in combination with adaptogens on immune status and physical work capacity in highly skilled student athletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2021;11(1):24–29 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.1.2>

**Received:** 22 September 2020

**Accepted:** 25 December 2020

**Online first:** 30 April 2021

**Published:** 21 June 2021

\* Corresponding author

## 1. Введение

Исследования иммунологической реактивности у спортсменов высокой квалификации, испытывающих предельные физические и эмоциональные нагрузки, позволили выяснить, что адаптационные и резервные возможности защитных сил организма даже у практически здоровых людей постепенно истощаются, что в итоге может способствовать развитию приобретенного иммунодефицита [1, 2]. Организм спортсмена предъявляет повышенные требования к количественному и качественному содержанию в питании микронутриентов [3], таких как структурные антиоксиданты [4], витамины [5], минералы и микроэлементы [6]. Дефицит тех или иных витаминов в организме (авитаминоз) в настоящее время довольно редок, намного чаще встречается умеренный недостаток витаминов [7, 8].

Учитывая роль минералов в функционировании иммунной системы [9], макро- и микроэлементный статус организма тесно связан с состоянием иммунной системы и функциональными резервами организма спортсмена [10, 11].

В этой связи отмечается необходимость коррекции функционального состояния иммунной системы у высококвалифицированных спортсменов [12].

**Целью** настоящего исследования явилось изучение воздействия витаминно-минеральных добавок в сочетании с адаптогенами к рационам питания на иммунологическую реактивность и физическую работоспособность у спортсменов-самбистов высокой квалификации в условиях интенсивных тренировок.

## 2. Материалы и методы

Наблюдения проводились на четырех группах студентов-спортсменов высокой спортивной квалификации (I спортивный разряд — МС по 10 человек в каждой группе) в возрасте от 19 до 22 лет. В ходе исследований все обследуемые находились в одинаковых условиях, придерживались единого характера питания, режима дня и тренировочного процесса. Микронутриентная коррекция во всех случаях проводилась на протяжении 28 дней. Прием препаратов в соответствии с протоколом исследования производился сразу же после приема пищи. Использованный

витаминно-минеральный комплекс подлежит свободной реализации через аптечные сети Российской Федерации и продается без рецепта.

I группа (10 человек) принимала витаминно-минеральный комплекс (ВМК) «Витрум», произведенный Unipharm, Inc. (США) и содержащий 13 витаминов и 17 минералов по 1 таблетке 1 раз в день. II группа (10 человек) принимала тот же препарат, что и первая, 1 раз в день, но с добавлением экстракта элеутерококка по 40 капель на прием 2 раза в день. III группа (10 человек) принимала тот же витаминно-минеральный комплекс, что и первые две группы, но с добавлением настойки женьшеня по 40 капель на прием 2 раза в день. IV группа (10 человек) принимала таблетки аскорбиновой кислоты по 0,05 г 3 раза в день и служила контролем. Кровь для анализа в количестве 15–20 мл брали из локтевой вены утром натощак до и после 28-дневного приема препаратов. Показатели иммунологической реактивности определяли существующими в современной практической иммунологии лабораторными методами [13–18]. Физическую работоспособность определяли по индексу гарвардского степ-теста (ИГСТ) и теста PWC<sub>170</sub> [19].

Достоверность различий между группами оценивалась методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с помощью пакета программ Statistica 10.0.

## 3. Результаты и обсуждение

Результаты исследования представлены в таблице 1, из которой следует, что прием ВМК «Витрум» сопровождался достоверным увеличением комплемента на 12 %, лизоцима на 45 %, бактерицидной активности сыворотки (БАС) — на 36 %, титров антител к кишечной палочке и золотистому стафилококку соответственно на 100 и 81 %.

Во II группе эти показатели возросли в еще большей степени: комплемент, лизоцим и БАС повысились соответственно на 22,5; 72,5 и 56 %, а титры антител — на 142 и 76 % ( $p < 0,001$ ).

В III, «женьшеневой» группе наблюдался примерно такой же прирост показателей неспецифического иммунитета, что и в «элеутерококковой» группе спортсменов: увеличение комплемента, лизоцима и БАС составило соответственно 17, 50 и 55 %, а титров

Таблица 1

Изменения показателей иммунологической реактивности у спортсменов под влиянием приема витаминно-минерального комплекса «Витрум» с адаптогенами ( $M \pm m$ )

Table 1

Changes in indicators of immunological reactivity in athletes under the influence of taking the vitamin-mineral complex Vitrum with adaptogens ( $M \pm m$ )

Показатели / Indicators	Витрум / Vitrum		Витрум с элеутерококком / Vitrum with Eleutherococcus		Витрум с женьшенем / Vitrum with ginseng		Аскорбиновая кислота (контроль) / Ascorbic acid (control)		
	до приема / before admission	после приема / after admission	до приема / before admission	после приема / after admission	до приема / before admission	после приема / after admission	до приема / before admission	после приема / after admission	
Комплемент (С3-компонент комплемента), % / Complement (C3 complement component), %	57,3 ± 1,6	64,4 ± 1,7**	56,8 ± 2,1	69,6 ± 2,3**	58,6 ± 1,8	68,7 ± 2,2**	56,1 ± 1,8	54,2 ± 1,3	
Лизоцим, мкг/л / Lysozyme, µg / l	13,6 ± 1,3	19,8 ± 1,2**	13,1 ± 1,3	22,6 ± 1,9**	14,2 ± 1,8	21,3 ± 1,6**	13,8 ± 1,8	11,9 ± 1,6	
БАС, % / BAS, %	78,3 ± 6,2	106,4 ± 4,3**	69,8 ± 3,4	108,7 ± 6,1**	72,6 ± 5,8	112,5 ± 7,3**	76,5 ± 4,2	69,4 ± 5,4	
Титр антител к кишечной палочке, ед. / The titer of antibodies to E. coli, units	14,0 ± 1,1	28,0 ± 1,6**	12,0 ± 1,4	29,0 ± 1,8**	14,0 ± 1,4	32,0 ± 2,2**	12,0 ± 1,2	16,0 ± 1,4	
Титр антител к золотистому стафилококку, ед. / Antibody titer to <i>Staphylococcus aureus</i> , units	60,0 ± 6,6	108,7 ± 7,2**	64,0 ± 6,7	112,8 ± 8,1**	62,0 ± 7,8	114,6 ± 8,4**	64,0 ± 6,8	72,0 ± 7,7	
Лимфоциты / Lymphocytes	%	26,80 ± 1,15	30,40 ± 2,12	27,30 ± 1,08	30,60 ± 2,18	26,20 ± 0,96	32,50 ± 1,24**	25,90 ± 1,20	26,70 ± 0,86
	абс.×10 <sup>9</sup>	1,20 ± 0,07	1,40 ± 0,09	1,30 ± 0,09	1,60 ± 0,07**	1,10 ± 0,08	1,50 ± 0,05**	1,20 ± 0,07	1,30 ± 0,05
Т-лимфоциты / T-lymphocytes	%	42,40 ± 1,62	48,60 ± 1,35**	39,80 ± 1,43	49,90 ± 1,53**	40,30 ± 1,74	51,40 ± 1,34**	41,60 ± 1,32	44,20 ± 1,44
	абс.×10 <sup>9</sup>	0,72 ± 0,05	0,98 ± 0,06*	0,79 ± 0,06	0,97 ± 0,06*	0,73 ± 0,05	1,09 ± 0,07**	0,77 ± 0,07	0,82 ± 0,08
В-лимфоциты / B-lymphocytes	%	13,50 ± 0,24	12,90 ± 0,34*	13,40 ± 0,32	11,50 ± 0,47*	13,70 ± 0,35	12,80 ± 0,48*	12,90 ± 0,27	10,60 ± 0,26*
	абс.×10 <sup>9</sup>	0,150 ± 0,007	0,120 ± 0,008*	0,170 ± 0,006	0,130 ± 0,007*	0,180 ± 0,008	0,150 ± 0,007**	0,160 ± 0,007	0,120 ± 0,009
Иммуноглобулины, г/л / Immunoglobulins, g/l	G	9,35 ± 0,37	10,64 ± 0,42*	9,86 ± 0,44	11,25 ± 0,52*	8,94 ± 0,35	10,52 ± 0,54*	9,75 ± 0,48	10,38 ± 0,36
	M	0,82 ± 0,07	1,05 ± 0,07*	0,79 ± 0,06	1,13 ± 0,06**	0,73 ± 0,07	1,37 ± 0,09**	0,76 ± 0,08	0,94 ± 0,07
	A	1,38 ± 0,09	1,84 ± 0,13**	1,41 ± 0,09	1,98 ± 0,12**	1,36 ± 0,10	1,94 ± 0,12**	1,43 ± 0,11	1,52 ± 0,10
Фагоцитарная активность, % / Phagocytic activity, %	62,50 ± 1,78	68,40 ± 1,52*	61,80 ± 1,64	72,30 ± 1,77**	59,20 ± 1,35	74,60 ± 2,18**	60,70 ± 1,42	65,80 ± 1,63*	
Фагоцитарное число, ед. / Phagocytic number, units	7,40 ± 0,43	9,80 ± 0,56*	6,90 ± 0,36	9,60 ± 0,64*	6,80 ± 0,46	10,20 ± 0,72**	7,30 ± 0,38	8,50 ± 0,42*	
Циркулирующие иммунные комплексы, ед. плотности / Circulating immune complexes, units density	31,60 ± 1,24	36,90 ± 1,57*	32,40 ± 1,36	38,40 ± 1,64*	29,70 ± 1,18	40,80 ± 1,35**	32,50 ± 1,22	34,70 ± 1,34	

Примечание: \* — различия по сравнению с величиной до приема достоверны ( $p < 0,05$ ); \* — различия по сравнению с величиной в контроле достоверны ( $p < 0,05$ ).

Note: \* — differences in comparison with the value before admission are reliable ( $p < 0.05$ ); \* — differences compared to the value in the control are reliable ( $p < 0.05$ ).

антител — 128 и 85 %. В контрольной группе дополнительная С-витаминизация рационов питания на фоне 3-недельной активной тренировки не оказывала существенного воздействия на динамику показателей естественной реактивности. Нетрудно заметить, что значительных различий процентного прироста показателей неспецифического иммунитета между опытными группами обнаружить не удалось.

При изучении динамики показателей клеточного иммунитета было установлено, что в первой группе относительное и абсолютное количество лимфоцитов в крови за период наблюдения практически не изменялось. В то же время уровень Т-лимфоцитов достоверно возрос (относительное их число увеличилось на 14,6 %, а абсолютное — на 36 % при одновременном сокращении концентрации В-лимфоцитов (соответственно на 4,5 и 20 %). Во второй «элеутерококковой» группе достоверно возросли абсолютное количество лимфоцитов (на 23 %); относительное и абсолютное содержание Т-клеток (соответственно на 25 и 23 %) на фоне значительного снижения концентрации обоих показателей В-лимфоцитов (соответственно на 14 и 24 %;  $p < 0,001$ ). Аналогичные сдвиги показателей клеточного иммунитета были отмечены и в III, «женьшеневой» группе: относительное и абсолютное число лимфоцитов возросло соответственно на 24 и 36 %; уровень Т-клеток — на 27,5 и 49 %, а концентрация В-лимфоцитов, наоборот, сократилась на 7 и 17 %.

В контрольной группе спортсменов С-витаминизация рационов сопровождалась тенденцией к росту количества Т-лимфоцитов при одновременном и достоверном снижении содержания В-клеток (соответственно на 18 и 25 %;  $p < 0,001$ ).

Изменения показателей гуморального иммунитета, фагоцитоза и циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) при обогащении рационов витаминно-минеральным комплексом «Витрум» в сочетании с различными адаптогенами имели одинаковую направленность к увеличению во всех опытных группах. В I группе прирост концентрации иммуноглобулинов составил: для IgG — 14 %, IgM — 28 % и IgA — 33 %. Показатели фагоцитоза увеличились соответственно на 9 и 32 %, а уровень ЦИК — на 17 %. Во II группе процентное увеличение изучаемых показателей специфического иммунитета оказалось несколько заметнее, нежели в первой, и составило: для иммуноглобулинов соответственно 14, 43 и 40 %, фагоцитоза — 17 и 39 % и ЦИК — 18,5 % ( $p < 0,001$ ). В III, «женьшеневой» группе возрастание вышеназванных показателей было еще более существенным, чем в I и II опытных группах. Количество иммуноглобулинов G, M и A увеличилось соответственно на 17, 88 и 43 %, фагоцитарная активность и фагоцитарное число — на 26 и 50 %, а уровень ЦИК — на 37 % ( $p < 0,001$ ).

В контрольной группе спортсменов большинство показателей специфической резистентности имели направленность к увеличению, что, очевидно, обусловлено

С-витаминизацией рационов питания в летний период (июнь), когда отмечалась низкая обеспеченность организма аскорбиновой кислотой. Важно отметить, что в конце периода наблюдения подавляющее большинство показателей иммунной защиты во всех трех опытных группах, особенно в «женьшеневой» и отчасти «элеутерококковой», оказались достоверно выше относительно контроля.

Обогащение рационов питания ВМК «Витрум» в сочетании с приемом адаптогенов сопровождалось достоверным ростом физической работоспособности. По показателям ИГСТ и теста  $PWC_{170}$  она повысилась: в I группе соответственно на 11,4 и 21 %; во II — на 13,4 и 24 % и в III — на 21,5 и 30 % ( $p < 0,001$ ). Характерно, что в контрольной группе добавка к рациону питания одной аскорбиновой кислоты на фоне 3-недельной тренировки тоже сопровождалась ростом физической работоспособности, но в значительно меньшей степени, нежели в опытных группах: ИГСТ возрос на 7 %, а тест  $PWC_{170}$  — на 15 % ( $p < 0,05$ ). Следует отметить, что, несмотря на отсутствие существенных различий процентного прироста физической работоспособности у спортсменов, получавших микронутриентные добавки в виде фармакологического препарата «Витрум», включение в ВМК настойки женьшеня оказывало все-таки более благоприятное воздействие на функциональные возможности организма, нежели прием других адаптогенов.

Таким образом, можно считать установленным, что обогащение рационов питания ВМК «Витрум» в сочетании с адаптогенами в летний период тренировки способствовало достоверному увеличению некоторых показателей естественного и специфического иммунитета у спортсменов. При этом наибольший процентный прирост показателей иммунологической реактивности и физической работоспособности наблюдался у самбистов, принимавших «Витрум» с элеутерококком и особенно с женьшенем по сравнению с приемом того же комплекса микронутриентов без адаптогенов.

Таким образом, наблюдаемая активность иммунной системы и увеличение работоспособности в результате приема ВМК может являться, по крайней мере отчасти, следствием иммуномодулирующей роли микронутриентов и нормализации обмена микроэлементов в организме лиц с высокой физической активностью. Суточные рационы у спортсменов состоят, как правило, без учета содержания в них микроэлементов, в связи с чем их поступление с пищей не всегда соответствуют нормам потребления.

#### 4. Выводы

1. Обогащение рационов питания ВМК в сочетании с адаптогенами сопровождалось достоверным увеличением комплемента, лизоцима, БАС, титров антител к кишечной палочке и золотистому стафилококку, значительным возрастанием концентрации популяций Т-лимфоцитов, содержания иммуноглобулинов классов

Г, М и А, фагоцитарной активности и уровня ЦИК на фоне ярко выраженного сокращения количества В-клеток лимфоцитов.

2. Включение в рацион питания витаминов и минералов, входящих в состав ВМК, существенно повышало

#### Вклад авторов:

**Зайцева Ирина Петровна** — анализ материалов по оценке состояния иммунитета у спортсменов, организация и проведение экспериментального обследования спортсменов, написание текста по результатам исследования

**Ким Алексей Евгеньевич** — подготовка материалов о влиянии витаминов и растительных адаптогенов на организм спортсменов, их физическую работоспособность. Статистическая обработка. Подготовка текста и его редактирование.

**Цыган Василий Николаевич** — формулирование идеи статьи, ее цели и методических подходов. Подготовка заключения. Редактирование текста.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

#### Список литературы

1. Sarin H.V., Gudelj I., Honkanen J., Ihalainen J. K., Vuorela A., Lee J.H., et al. Molecular pathways mediating immunosuppression in response to prolonged intensive physical training, low-energy availability, and intensive weight loss. *Front. Immunol.* 2019; 10:907. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00907>
2. Jin C.H., Paik I.Y., Kwak Y.S., Jee Y.S., Kim J.Y. Exhaustive submaximal endurance and resistance exercises induce temporary immunosuppression via physical and oxidative stress. *J. Exerc. Rehabil.* 2015;11(4):198–203. <https://doi.org/10.12965/jer.150221>
3. Smith J.E.W., Holmes M.E., McAllister M.J. Nutritional considerations for performance in young athletes. *J. Sports Med.* 2015;2015:1–13. <https://doi.org/10.1155/2015/734649>
4. Antonioni A., Fantini C., Dimauro I., Caporossi D. Redox homeostasis in sport: do athletes really need antioxidant support? *Res. Sports Med.* 2019;27(2):147–165. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1563899>
5. Eskici G. The importance of vitamins for soccer players. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 2016;85(5-6):225–244. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000245>
6. Heffernan S.M., Horner K., De Vito G., Conway G.E. The role of mineral and trace element supplementation in exercise and athletic performance: a systematic review. *Nutrients.* 2019;11(3):696. <https://doi.org/10.3390/nu11030696>
7. Larson-Meyer D.E., Woolf K., Burke L. Assessment of nutrient status in athletes and the need for supplementation. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2018;28(2):139–158. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0338>
8. Раджабканиев Р.М., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Выборная К.В., Коденцова В.М. Содержание некоторых витаминов в рационе питания и сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов. *Вопросы питания.* 2018;87(5):43–51.
9. Wang C., Zhang R., Wei X., Lv M., Jiang Z. Metalloimmunology: The metal ion-controlled immunity. *Adv. Immunol.* 2020;145:187–241. <https://doi.org/10.1016/bs.ai.2019.11.007>
10. Некрасов В.И., Скальный А.В., Дубовой Р.М. Роль микроэлементов в повышении функциональных резервов ор-

тренированность по показателям теста PWC<sub>170</sub> и ИГСТ. При этом наибольший прирост показателей физической работоспособности наблюдался у самбистов, принимавших ВМК «Витрум» с элеутерококком и особенно с женьшенем, по сравнению с приемом того же ВМК.

#### Authors' contributions:

**Irina P. Zaitseva** — materials analyzing for assessing the immunity state in athletes, organizing and conducting an athletes examination, text writing based on the results of the study

**Alexey E. Kim** — materials preparation on the effect of vitamins and plant adaptogens on the body of athletes, their physical performance. Statistical processing. Text preparation and editing.

**Vasily N. Tsygan** — formulation of the idea of the article, its purpose and methodological approaches. Conclusion preparation. Editing.

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

#### References

1. Sarin H.V., Gudelj I., Honkanen J., Ihalainen J. K., Vuorela A., Lee J.H., et al. Molecular pathways mediating immunosuppression in response to prolonged intensive physical training, low-energy availability, and intensive weight loss. *Front. Immunol.* 2019; 10:907. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00907>
2. Jin C.H., Paik I.Y., Kwak Y.S., Jee Y.S., Kim J.Y. Exhaustive submaximal endurance and resistance exercises induce temporary immunosuppression via physical and oxidative stress. *J. Exerc. Rehabil.* 2015;11(4):198–203. <https://doi.org/10.12965/jer.150221>
3. Smith J.E.W., Holmes M.E., McAllister M.J. Nutritional considerations for performance in young athletes. *J. Sports Med.* 2015;2015:1–13. <https://doi.org/10.1155/2015/734649>
4. Antonioni A., Fantini C., Dimauro I., Caporossi D. Redox homeostasis in sport: do athletes really need antioxidant support? *Res. Sports Med.* 2019;27(2):147–165. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1563899>
5. Eskici G. The importance of vitamins for soccer players. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 2016;85(5-6):225–244. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000245>
6. Heffernan S.M., Horner K., De Vito G., Conway G.E. The role of mineral and trace element supplementation in exercise and athletic performance: a systematic review. *Nutrients.* 2019;11(3):696. <https://doi.org/10.3390/nu11030696>
7. Larson-Meyer D.E., Woolf K., Burke L. Assessment of nutrient status in athletes and the need for supplementation. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2018;28(2):139–158. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0338>
8. Radzhabkadiyev R.M., Vrzhesinskaya O.A., Beketova N.A., Kosheleva O.V., Vybornaya K.V., Kodentsova V.M. The content of some vitamins in the diet and blood serum of highly qualified athletes. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition.* 2018;87(5):43–51 (In Russ.)
9. Wang C., Zhang R., Wei X., Lv M., Jiang Z. Metalloimmunology: The metal ion-controlled immunity. *Adv. Immunol.* 2020;145:187–241. <https://doi.org/10.1016/bs.ai.2019.11.007>
10. Nekrasov V.I., Skalny A.V., Dubovoy R.M. The role of microelements in increasing the functional reserves of the human

ганизма человека. Вестник Российской военно-медицинской академии. 2006;(1(15)):111–113.

11. **Скальный А.В., Зайцева И.П., Тиньков А.А.** Микроэлементы и спорт: персонализированная коррекция элементного статуса спортсменов. М.: Спорт; 2018. 289 с.

12. **Walsh N.P.** Nutrition and athlete immune health: new perspectives on an old paradigm. *Sports Med.* 2019;49(2):153–168. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01160-3>

13. **Ragland S.A., Criss A.K.** From bacterial killing to immune modulation: Recent insights into the functions of lysozyme. *PLoS pathog.* 2017;13(9):e1006512. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006512>

14. **Смирнова О.В., Кузьмина Т.А.** Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом фотонепелометрии. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии.* 1966;(4):20–22.

15. **Skattum L.** Clinical Complement Analysis — An Overview // *Transfus. med. rev.* 2019;33(4):207–216. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2019.09.001>

16. **Хайтов Р.М., Пинегин Б.В., Ярилин А.А.** Руководство по клинической иммунологии: диагностика заболеваний иммунной системы: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. 352 с.

17. **Хайтов Р.М., Пинегин Б.В., Истамов Х.И.** Экологическая иммунология. М.: ВНИРО; 1995. 218 с.

18. Иммунодиагностика и иммунотерапия в лечебных учреждениях Вооруженных сил Российской Федерации: методическое пособие. СПб.: ВМедА; 2011. 176 с.

19. **Аулик И.В.** Определение физической работоспособности в клинике и спорте. М.: Медицина; 1990. 192 с.

body. *Vestnik rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii = Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2006;(1(15)):111–113 (In Russ.).

11. **Skal'nyi A.V., Zaitseva I.P., Tin'kov A.A.** Microelements and sports: personalized correction of the elemental status of athletes. Moscow: Sport; 2018. 289 p. (In Russ.).

12. **Walsh N.P.** Nutrition and athlete immune health: new perspectives on an old paradigm. *Sports Med.* 2019;49(2):153–168. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01160-3>

13. **Ragland S.A., Criss A.K.** From bacterial killing to immune modulation: Recent insights into the functions of lysozyme. *PLoS pathog.* 2017;13(9):e1006512. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006512>

14. **Smirnova O.V., Kuzmina T. A.** Determination of bactericidal activity of blood serum by photonephelometry. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii = Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunology.* 1966;(4):20–22 (In Russ.).

15. **Skattum L.** Clinical Complement Analysis — An Overview. *Transfus. Med. Rev.* 2019;33(4):207–216. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2019.09.001>

16. **Khaitov R.M., Pinegin B.V., Yarilin A.A.** Clinical Immunology Guide: Diagnosis of Immune System Diseases: A Guide for Physicians. Moscow: GEOTAR-Media; 2009. 352 p. (In Russ.).

17. **Khaitov R.M., Pinegin B.V., Istamov Kh.I.** Environmental immunology. Moscow: VNIRO; 1995. 218 p. (In Russ.).

18. Immunodiagnostics and immunotherapy in medical institutions of the Armed Forces of the Russian Federation: a methodological guide. St. Petersburg: VMedA; 2011. 176 p. (In Russ.).

19. **Aulik I.V.** Determination of physical performance in the clinic and sports. Moscow: Medicine; 1990. 192 p. (In Russ.).

#### Информация об авторах:

**Зайцева Ирина Петровна\***, д.б.н., профессор кафедры физического воспитания ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», 150003, Россия, Ярославль, ул. Советская, 14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8361-7409> (irisha-zip@yandex.ru)

**Цыган Василий Николаевич**, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова», 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1199-0911> (vn-t@mail.ru)

**Ким Алексей Евгеньевич**, к.м.н., преподаватель кафедры патологической физиологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4591-2997> (doctorkim03@mail.ru; +7 (981) 981-16-11)

#### Information about the authors:

**Irina P. Zaitseva\***, D.Sc. (Biology), Professor of the Department of Physical Education of the P.G. Demidov Yaroslavl State University, 14, Sovetskaya str., Yaroslavl, 150003, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8361-7409> (irisha-zip@yandex.ru)

**Vasily N. Tsygan**, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Head of the Department of Pathological Physiology of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov, 6, Academician Lebedev str., St. Petersburg, 194044, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1199-0911> (vn-t@mail.ru)

**Alexey E. Kim**, M.D. Ph.D. (Medicine), Lecturer of the Department of Pathological Physiology of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 6, Academician Lebedev str., St. Petersburg, 194044, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4591-2997> (doctorkim03@mail.ru; +7 (981) 981-16-11)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author