

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИММУННОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ СПОРТСМЕНОВ

Е.А. Гаврилова¹, gavrilovaea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7866-4996>

А.В. Шевцов², sportmedi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9878-3378>

О.А. Чурганов¹, churganov@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9971-2793>

Е.В. Брынцева¹, sharvin-bard@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8512-8163>

Б.И. Херодинов¹, herodinov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9814-5619>

¹Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

²Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Цель: изучение ряда функциональных показателей ССС спортсменов с иммунодефицитами. **Материалы и методы.** Обследовано 85 спортсменов 21–24 лет высокого уровня спортивного мастерства, тренирующих преимущественно качество выносливости. Оценка иммунного статуса проведена по субпопуляциям лимфоцитов CD3+ и CD4+ непрямым иммунофлюоресцентным методом с использованием панели моноклональных антител, иммуноглобулинов IgG, IgA, IgM по Manchini методом радиальной иммунодиффузии в геле и определением ЦИК методом спектрофотометрии. Изучались параметры центральной гемодинамики – анализ интегральной реограммы тела (импедансография) с автоматической обработкой реограмм на приборе КФС-01 003 «Кардиометр-МТ». **Результаты.** При проведении импедансографии, велоэргометрии и эхокардиографии у спортсменов с иммунодефицитами получены доказательства нерационального пути адаптации аппарата кровообращения к физическим нагрузкам. Показана меньшая экономизация функции аппарата кровообращения в покое и формирование гиперкинетического типа кровообращения. Адаптация сердечно-сосудистой системы этих спортсменов к физическим нагрузкам осуществляется в большей степени за счет хронотропной функции сердца, гипертрофии миокарда с развитием диастолической дисфункции. **Заключение.** Изменения сердечно-сосудистой и иммунной систем, возможно, являются проявлением одного и того же состояния – синдрома перетренированности.

Ключевые слова: спортсмены, сердечно-сосудистая система, иммунитет, синдром перетренированности

Для цитирования: Взаимосвязь иммунной и сердечно-сосудистой систем спортсменов / Е.А. Гаврилова, А.В. Шевцов, О.А. Чурганов и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № 1. С. 80–86. DOI: 10.14529/hsm230111

Original article
DOI: 10.14529/hsm230111

INTERACTIONS BETWEEN THE IMMUNE AND CARDIOVASCULAR SYSTEMS OF ATHLETES

E.A. Gavrilova¹, gavrilovaea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7866-4996>
A.V. Shevtsov², sportmedi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9878-3378>
O.A. Churganov¹, churganov@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9971-2793>
E.V. Bryntseva¹, sharvin-bard@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8512-8163>
B.I. Herodinov¹, herodinov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9814-5619>

¹North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

²Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia

Abstract. Aim. The paper aims to learn more about a range of cardiovascular parameters in athletes with immunodeficiency. **Materials and methods.** The study involved 85 elite athletes ages 21–24 who participated mainly in endurance training. Their immune status was assessed by CD3+ and CD4+ cells by indirect immunofluorescence using monoclonal antibodies, IgG, IgA, and IgM concentrations by Mancini immunodiffusion, and CIC assessment by spectroscopy. Central hemodynamics were assessed and included the integral rheogram of the body and its automated processing with KFS-01 003 “Kardiometer-MT”. **Results.** Impedance measurements, bicycle ergometry, and echocardiography in athletes with immunodeficiency showed irrational adaptation of the circulatory system to physical activity. A less efficient circulatory performance at rest and the formation of a hyperkinetic type of blood circulation were observed. The adaptation of the cardiovascular system to exercise was associated with the chronotropic function of the heart, myocardial hypertrophy, and the development of diastolic dysfunction. **Conclusion.** Changes in the cardiovascular and immune systems may be a manifestation of the overtraining syndrome.

Keywords: athletes, cardiovascular system, immune function, overtraining syndrome

For citation: Gavrilova E.A., Shevtsov A.V., Churganov O.A., Bryntseva E.V., Herodinov B.I. Interactions between the immune and cardiovascular systems of athletes. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(1):80–86. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm230111

Введение. За последние 40 лет спортивная иммунология стала самостоятельной дисциплиной, основанной на признании того, что реакции иммунной системы спортсменов во многом опосредованы нервной и эндокринной системами, которые играют ключевую роль в развертывании вызванных спортивной деятельностью иммунных изменений [4, 17–19]. Тесная взаимосвязь иммунной с нервной и эндокринной системами обеспечивает слаженность работы организма атлета при адаптации к условиям спортивной деятельности [3, 9]. Влияние физических и соревновательных нагрузок на иммунную систему спортсмена подчиняется общебиологическим закономерностям адаптации иммунной системы к стрессорным нагрузкам. В то же время физическая нагрузка, неадекватная возможностям атлета, вызывает сначала значительное напряжение, а затем угнетение иммунной системы [7, 15]. Сегодня доказано, что высокие тренировочные нагрузки, частые соревнования тесно связаны с иммунной дисфункцией, воспа-

лением, окислительным стрессом и повреждением мышц, психологическими нарушениями [2, 6, 8, 17, 20].

Связь иммунной с сердечно-сосудистой системой спортсмена в настоящее время изучена в меньшей степени. Несмотря на имеющуюся в литературе информацию о роли иммунологических расстройств в развитии патологии сердечно-сосудистой системы (ССС) у клинических групп населения, в доступной литературе не удалось найти работ, касающихся изучения функционального статуса у спортсменов с иммунодефицитами.

В связи с этим целью исследования явилось изучение ряда функциональных показателей ССС спортсменов с иммунодефицитами в сравнении с контролем.

Материалы и методы. Обследовано 85 спортсменов 21–24 лет высокого уровня спортивного мастерства, тренирующих преимущественно качество выносливости.

На первом этапе оценивался клинический и иммунный статус атлетов. Оценка иммун-

ного статуса проведена по субпопуляциям лимфоцитов CD3+ и CD4+ непрямым иммунофлюоресцентным методом с использованием панели моноклональных антител, иммуноглобулинов IgG, IgA, IgM по Manchini методом радиальной иммунодиффузии в геле и определением ЦИК методом спектрофотометрии.

На основании проведения клинического (частота ОРВИ и очагов хронической инфекции) и лабораторного иммунологического исследования спортсменов были выделены две группы спортсменов: первая – 21 чел. с клиническим и лабораторно доказанным (по Р.С. Суздальницкому и В.А. Левандо) [7] вторичным иммунодефицитом (ВИД) и 20 спортсменов с отсутствием клинических и лабораторных признаков иммунодефицита (контрольная группа). Группы были отобраны с учетом однородности по полу, возрасту, спортивному стажу и уровню спортивного мастерства. В исследование не включались лица с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и иммунной патологией.

Второй этап обследования включал функционально-диагностическое исследование. Изучались параметры центральной гемодинамики – анализ интегральной реограммы тела (импедансография) с автоматической обработкой реограмм на приборе КФС-01 003 «Кардиометр-МТ». Проведен стресс-тест (стандартная пятиступенчатая велоэргометрическая нагрузка – 0,5 Вт на ступень) с оценкой ЧСС и АД исходно и на каждой ступени нагрузки, времени восстановления гемодинамических показателей и определением величины максимального потребления кислорода (МПК). Эхокардиографическое исследование (ЭхоКГ) выполнялось в М-, В- и постоянно-волновом доплеровском режимах с оценкой диастолической функции сердца [1].

Результаты и обсуждение. У спортсменов с ВИД ЧСС исходно составила $67,8 \pm 14,5$ уд./мин против $63,7 \pm 14,6$ уд./мин в контрольной группе ($p = 0,03$), что указывает на меньшую экономизацию функции аппарата кровообращения в покое у атлетов с иммунодефицитами в сравнении с контрольной группой. Об этом свидетельствуют и данные импедансографии, достоверно отличающиеся в экспериментальной и контрольных группах (см. таблицу).

Достоверные различия в значениях УО, МОК и СИ при сниженном ОПС и УПС у спортсменов с ВИД в сравнении с контролем

указывает на формирование гиперкинетического типа кровообращения лиц с иммунодефицитами. Это наименее экономичный режим работы сердца и путь к снижению компенсаторных возможностей аппарата кровообращения атлета. Адаптация к физическим нагрузкам в этом случае осуществляется за счет хронотропной функции сердца при малом участии механизма Франка – Старлинга.

Данные ЧСС исходно и на пяти ступенях стандартной велоэргометрической нагрузки представлены на рисунке.

Как видно из рисунка, пульсовая стоимость работы при стандартной физической нагрузке (ФН) выше у спортсменов с ВИД в сравнении с контролем с достоверными различиями на 3, 4 и 5-й ступенях нагрузки ($p_3 = 0,004$; $p_4 = 0,0002$; $p_5 = 0,04$).

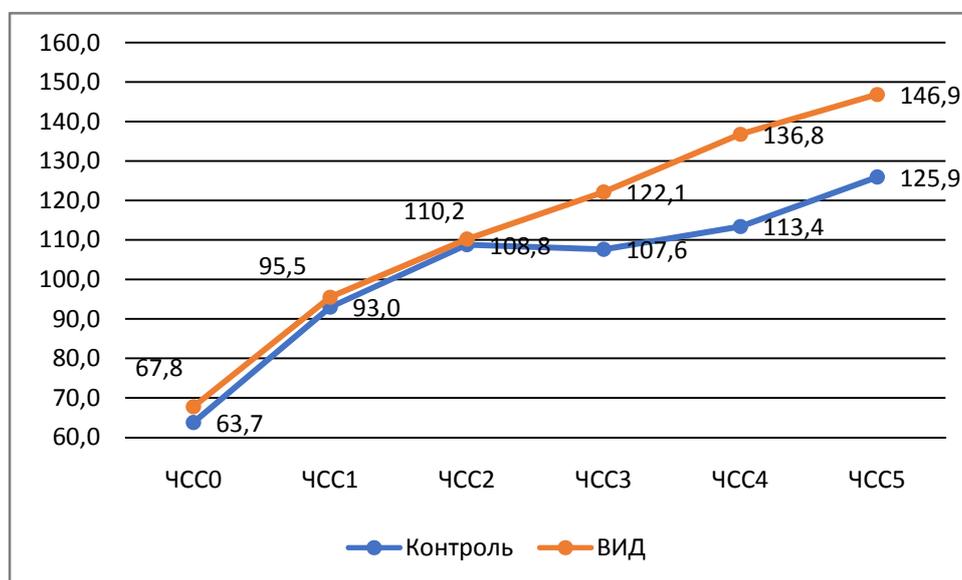
После проведения велоэргометрической пробы время восстановления ЧСС спортсменов с иммунодефицитами составило $10,88 \pm 3,07$ мин против $5,86 \pm 2,39$ мин в контроле ($p = 0,002$). Несмотря на то, что и систолическое, и диастолическое давление у спортсменов с иммунодефицитами было выше в сравнении с контролем, эти различия не были достоверными. Однако время восстановления цифр АД атлетов с ВИД также, как и ЧСС, достоверно отличалось ($7,59 \pm 1,13$ против $5,64 \pm 2,97$ мин в контроле, $p = 0,04$). Увеличение времени восстановления гемодинамических показателей после нагрузки отражает перенапряжение аппарата кровообращения. МПК составило $53,3 \pm 12,3$ в экспериментальной группе против $59,3 \pm 12,9$ мл/мин/кг в контроле. Однако эти различия не достигли достоверного уровня.

Доказательства нерационального пути адаптации аппарата кровообращения спортсменов с ВИД к ФН, полученные при импедансографии и велоэргометрии, подтвердились и при проведении ЭхоКГ. Морфологические и функциональные ультразвуковые показатели сердца спортсменов с иммунодефицитами свидетельствовали о достоверно большей толщине миокарда ($10,4 \pm 1,8$ мм против $8,8 \pm 1,1$ мм, $p = 0,01$) и снижении показателя диастолической функции левого желудочка сердца ($18,6 \pm 8,4$ против $26,0 \pm 3,1$ усл. ед., $p = 0,001$) в сравнении с контролем.

Таким образом, адаптация ССС спортсменов с ВИД к ФН осуществляется в большей степени за счет гипертрофии миокарда с развитием диастолической дисфункции, что

Показатели импедансографии покоя спортсменов
Impedance measurements at rest

Показатель Parameter	ВИД (n = 21) Immunodeficiency group	Контроль (n = 20) Control group	p
Ударный объем (УО), мл Stroke volume, ml	124,3 ± 22,3	114,00 ± 525,00	0,04
Сердечный индекс (СИ), л/мин/м ² Cardiac index, l/min/m ²	4,00 ± 0,82	3,63 ± 0,66	0,03
Минутный объем кровотока (МОК), л Cardiac output, l	7,45 ± 1,69	6,57 ± 1,26	0,006
Общее периферическое сопротивление (ОПС), дин·с·см ⁻⁵ Systemic vascular resistance, dyn·s·cm ⁻⁵	840,5 ± 32,0	983,00 ± 20,30	0,01
Удельное периферическое сопротивление (УПС), дин·с·см ⁻⁵ Specific vascular resistance, dyn·s·cm ⁻⁵	19,98 ± 6,00	22,55 ± 4,59	0,02



Значения ЧСС при велоэргометрии
HR under exercise

является одним из ранних симптомов нарушения адаптации сердца к гиперфункции.

Данные проведенного исследования спортсменов с иммунодефицитами указывают на снижение адаптивных способностей аппарата кровообращения у лиц этой группы.

Выраженные изменения со стороны изученных гемодинамических и морфологических показателей аппарата кровообращения у спортсменов с иммунодефицитами могут указывать на то, что, с одной стороны, ВИД служит фактором снижения функциональных способностей ССС атлета. С другой стороны, как иммунодефицит, так и изменения со стороны ССС спортсмена могут быть проявлениями одного и того же состояния – перенапряжения (перетренированности) [5, 10].

Однако, как это ни парадоксально, несмотря на то, что олимпийский комитет в настоящее время утвердил консенсус о взаимосвязи нагрузок в спорте и здоровья спортсменов [15], сегодня нет официального признания связи патологических изменений в ССС атлета и чрезмерных физических нагрузок [11]. В отношении синдрома перетренированности даже в консенсусных документах МОК [12–16], как правило, обсуждаются любые системы организма, чаще иммунная, опорно-двигательный аппарат, нервно-психическая сфера, но не сердечно-сосудистая система.

Заключение. Проведенное исследование доказывает, что у спортсменов с иммунодефицитами отмечаются признаки нарушения адаптации аппарата кровообращения к усло-

виям спортивной деятельности. Причинно-следственные связи этого пока не до конца ясны. На сегодняшний день представляются заслуживающими внимания две гипотезы:

ВИД служит фактором снижения функциональных способностей ССС атлета и эти нарушения – есть проявления одного и того же состояния – синдрома перетренированности.

Список литературы

1. Земцовский, Э.В. Диспластические синдромы и фенотипы как предикторы пароксизмов фибрилляции предсердий у пациентов со стабильным течением ишемической болезни сердца / Э.В. Земцовский, М.Ю. Лобанов, К.У. Давтян // *Вестник аритмологии*. – 2009. – № 56. – С. 14–19.
2. Земцовский, Э.В. О роли психического стресса и психологических особенностях личности спортсменов в развитии дистрофии миокарда физического перенапряжения / Э.В. Земцовский, Е.А. Гаврилова // *Вестник спортивной медицины России*. – 1994. – № 1–2. – С. 16–20.
3. Мониторинг морфофункционального и метаболического состояния юных пловцов / А.О. Шенюков, А.В. Ненашева, А.В. Шевцов и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 60–73.
4. Мяжкова, М.А. Иммунологические маркеры оценки адаптационных резервов спортсмена / М.А. Мяжкова, С.Н. Петрович, А.С. Крылов // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 31–37.
5. Нарушения ритма сердца как проявление патологического спортивного сердца на разных этапах спортивной подготовки / Е.А. Гаврилова, О.А. Чурганов, Е.В. Брынцева, О.С. Ларинцева // *Современные вопросы биомедицины*. – 2022. – Т. 6. – № 1. – DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_11
6. Оценка уровня тревожности и параметров сердечно-сосудистой системы спортсменов различной квалификации / Н.В. Турбасова, А.С. Булыгин, И.Ю. Ревнивых и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 14–19.
7. Суздальницкий, Р.С. Новые подходы к пониманию спортивных стрессорных иммунодефицитов / Р.С. Суздальницкий, В.А. Левандо // *Теория и практика физ. культуры*. – 2003. – № 1. – С. 78–81.
8. Acute bouts of exercise induce a suppressive effect on lymphocyte proliferation in human subjects: a meta-analysis / J.A. Siedlik, S.H. Benedict, E.J. Landes et al. // *Brain Behav Immun*. – 2016. – No. 56. – P. 343–351.
9. Cadegiani, F.A. Hormonal aspects of overtraining syndrome: a systematic review / F.A. Cadegiani, C.E. Kater // *BMC Sports Sci Med Rehabil*. – 2017. – P. 9–14.
10. Cardiac damage in athlete's heart: When the "supernormal" heart fails! / A. Carbone, A. D'Andrea, L. Riegler et al. // *World J Cardiol*. – 2017. – Vol. 9, No. 6. – P. 470–480.
11. Diagnosing Overtraining Syndrome: A Scoping Review / J. Carrard, A.C. Rigort, C. Appenzeller-Herzog et al. // *Sports Health*. – 2021. – Vol. 14 (5). – P. 665–673. DOI: 10.1177/194173812111044739
12. Diagnosis of Overtraining Syndrome: Results of the Endocrine and Metabolic Responses on Overtraining Syndrome Study: EROS-DIAGNOSIS / F.A. Cadegiani, P.H.L. da Silva, T.C.P. Abrao, C.E. Kater // *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*. – 2020. – Vol. 22. – P. 3937819. DOI: 10.1155/2020/3937819
13. Drew, M. Prevalence of illness, poor mental health and sleep quality and low energy availability prior to the 2016 Summer Olympic Games / M. Drew, N. Vlahovich, D. Hughes et al. // *Br J Sports Med*. – 2018. – No. 52. – P. 47–53.
14. European College of Sport Science; American College of Sports Medicine. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine / R. Meeusen, M. Duclos, C. Foster et al. // *Med Sci Sports Exerc*. – 2013. – No. 45. – P. 186–205.
15. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness / M. Schweltnus, T. Soligard, J.M. Alonso et al. // *Br J Sports Med*. – 2016. – No. 50. – P. 1043–1052.
16. Kreher, J.D. Overtraining syndrome a practical guide / J.D. Kreher, J.B. Schwartz // *Sport Health*. – 2012. – Vol. 2, No. 4. – P. 128–138.
17. Nieman, D.C. The compelling link between physical activity and the body's defense system / D.C. Nieman, L.M. Wentz // *J Sport Health Sci*. – 2019. – Vol. 3, No. 8. – P. 201–217.

18. Nieman, D.C. *Immunometabolism: a multi-omics approach to interpreting the influence of exercise and diet on the immune system* / D.C. Nieman, M.A. Lila, N.D. Gillitt // *Ann Rev Food Sci Tech.* – 2019. – No. 10. – P. 341–363.

19. *Position statement. Part one: immune function and exercise* / N.P. Walsh, M. Gleeson, R.J. Shephard et al. // *Exerc Immunol Rev.* – 2011. – No. 17. – P. 6–63.

20. *Upper respiratory symptoms, gut health and mucosal immunity in athletes* / C. Colbey, A.J. Cox, D.B. Pyne et al. // *Sports Med.* – 2018. – P. 65–77.

References

1. Zemtsovskiy E.V., Lobanov M.Yu., Davtyan K.U. [Dysplastic Syndromes and Phenotypes as Predictors of Atrial Fibrillation Paroxysms in Patients with Stable Coronary Heart Disease]. *Vestnik aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology], 2009, no. 56, pp. 14–19. (in Russ.)

2. Zemtsovskiy E.V., Gavrilova E.A. [On the Role of Mental Stress and Psychological Characteristics of the Personality of Athletes in the Development of Myocardial Dystrophy of Physical Overstrain]. *Vestnik sportivnoy meditsiny Rossii* [Bulletin of Sports Medicine of Russia], 1994, no. 1–2, pp. 16–20. (in Russ.)

3. Shepilov A.O., Nenasheva A.V., Shevtsov A.V. et al. Monitoring of the Morphofunctional and Metabolic State of Young Swimmers. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 60–73. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180105

4. Myagkova M.A., Petrochenko S.N., Krylov A.S. Immunological Markers for Assessing the Adaptive Reserves of an Athlete. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 31–37. (in Russ.)

5. Gavrilova E.A., Churganov O.A., Bryntseva E.V., Larintseva O.S. [Heart Rhythm Disorders as a Manifestation of a Pathological Sports Heart at Different Stages of Sports Training]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2022, vol. 6, no. 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_11

6. Turbasova N.V., Bulygin A.S., Revnivykh I.Yu. et al. Assessment of the Level of Anxiety and Parameters of the Cardiovascular System of Athletes of Various Qualifications. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 4, pp. 14–19. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190402

7. Suzdal'nitskiy R.S., Levando V.A. [New Approaches to Understanding Sports Stress Immuno-deficiencies]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2003, no. 1, pp. 78–81. (in Russ.)

8. Siedlik J.A., Benedict S.H., Landes E.J. et al. Acute Bouts of Exercise Induce a Suppressive Effect on Lymphocyte Proliferation in Human Subjects: a Meta-Analysis. *Brain Behav Immun.*, 2016, no. 56, pp. 343–351. DOI: 10.1016/j.bbi.2016.04.008

9. Cadegiani F.A., Kater C.E. Hormonal Aspects of Overtraining Syndrome: a Systematic Review. *BMC Sports Sci Med Rehabil.*, 2017, pp. 9–14. DOI: 10.1186/s13102-017-0079-8

10. Carbone A., D'Andrea A., Riegler L. et al. Cardiac Damage in Athlete's Heart: When the “Supernormal” Heart Fails! *World Journal Cardiology*, 2017, vol. 9, no. 6, pp. 470–480. DOI: 10.4330/wjcv9.i6.470

11. Carrard J., Rigort A.C., Appenzeller-Herzog C. et al. Diagnosing Overtraining Syndrome: A Scoping Review. *Sports Healthcare*, 2021, vol. 14 (5), pp. 665–673. DOI: 10.1177/19417381211044739

12. Cadegiani F.A., da Silva P.H.L., Abrao T.C.P., Kater C.E. Diagnosis of Overtraining Syndrome: Results of the Endocrine and Metabolic Responses on Overtraining Syndrome Study: EROS-DIAGNOSIS. *Journal Sports Medicine* (Hindawi Publ Corp), 2020, vol. 22, 3937819. DOI: 10.1155/2020/3937819

13. Drew M., Vlahovich N., Hughes D. et al. Prevalence of Illness, Poor Mental Health and Sleep Quality and Low Energy Availability Prior to the 2016 Summer Olympic Games. *Br Journal Sports Medicine*, 2018, no. 52, pp. 47–53. DOI: 10.1136/bjsports-2017-098208

14. Meeusen R., Duclos M., Foster C. et al. European College of Sport Science; American College of Sports Medicine. Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine Science Sports Exercise*, 2013, no. 45, pp. 186–205. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a

15. Schweltnus M., Soligard T., Alonso J.M. et al. How Much is too Much? (Part 2) International Olympic Committee Consensus Statement on Load in Sport and Risk of Illness. *Br Journal Sports Medicine*, 2016, no. 50, pp. 1043–1052. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096572

16. Kreher J.D., Schwartz J.B. Overtraining Syndrome a Practical Guide. *Sport Health*, 2012, vol. 2, no. 4, pp. 128–138. DOI: 10.1177/1941738111434406
17. Nieman D.C., Wentz L.M. The Compelling Link between Physical Activity and the Body's Defense System. *Journal Sport Health Science*, 2019, vol. 3, no. 8, pp. 201–217. DOI: 10.1016/j.jshs.2018.09.009
18. Nieman D.C., Lila M.A., Gillitt N.D. Immunometabolism: a Multi-Omics Approach to Interpreting the Influence of Exercise and Diet on the Immune System. *Ann Rev Food Science Tech.*, 2019, no. 10, pp. 341–363. DOI: 10.1146/annurev-food-032818-121316
19. Walsh N.P., Gleeson M., Shephard R.J. et al. Position Statement. Part One: Immune Function and Exercise. *Exercise Immunology Rev.*, 2011, no. 17, pp. 6–63.
20. Colbey C., Cox A.J., Pyne D.B. et al. Upper Respiratory Symptoms, Gut Health and Mucosal Immunity in Athletes. *Sports Medicine*, 2018, pp. 65–77. DOI: 10.1007/s40279-017-0846-4

Информация об авторах

Гаврилова Елена Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

Шевцов Анатолий Владимирович, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физической реабилитации, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

Чурганов Олег Анатольевич, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

Брынцева Екатерина Владимировна, врач по спортивной медицине женского мини-футбольного клуба «Кристалл», врач функциональной диагностики, аспирант кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

Хероудинов Борис Игоревич, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

Information about the authors

Elena A. Gavrilova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical Therapy and Sports Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia.

Anatoly V. Shevtsov, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physical Rehabilitation, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

Oleg A. Churganov, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Therapy and Sports Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia.

Ekaterina V. Bryntseva, Sports Medicine Physician, Kristall female mini-football club, Functional Medicine Doctor, Postgraduate Student, Department of Physical Therapy and Sports Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia.

Boris I. Herodinov, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Therapy and Sports Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia.

Статья поступила в редакцию 15.11.2022

The article was submitted 15.11.2022