

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Мягкова М.А., Боброва З.В., Петроченко С.Н.

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии»
Российской академии наук, г. Черноголовка, Московская обл., Россия

Резюме. Своевременная диагностика и профилактика сердечно-сосудистых заболеваний основана на маркерах, выявляющих изменения в организме спортсмена на ранних этапах. Для реализации указанной задачи актуально применение новых лабораторных методов анализа. Проведено сравнительное определение иммунологических маркеров, специфических антител к ангиотензину, брадикинину, гистамину, дофамину, серотонину и функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у спортсменов различной квалификации. Объектом исследования были спортсмены сборных команд РФ, проходившие в рамках графика углубленное медицинское обследование (УМО). Участники эксперимента разделены на группы в зависимости от вида спорта и квалификации. Представители группы «Циклических видов спорта» включали спортсменов без разряда 30 человек и 29 спортсменов квалификации (Ивзр., КМС, МС, МСМК). Группу «Единоборства» составляли 32 человека без разряда и 31 спортсмена с квалификацией аналогично указанной выше. Спортсмены «Скоростно-силовых» видов спорта представлены группой из 31 человека без разряда и 29 спортсменов с квалификацией. Функциональные параметры сердечно-сосудистой системы включали анализ частоты сердечных сокращений, систолического артериального давления и диастолического артериального давления, которые сравнивали с контрольными величинами, установленными для спортсменов. Иммунологические показатели в сыворотке крови спортсменов и контрольной группы определяли методом твердофазного ИФА, используя для сорбции на планшет конъюгированные антигены ангиотензина, брадикинина, гистамина, дофамина, серотонина. Для сравнения показателей использовали группу контроля из 30 человек с отсутствием проявлений клиники сердечно-сосудистых заболеваний. Диастолическое артериальное давление для спортсменов циклических видов спорта и единоборств было ниже контрольных величин, а у спортсменов скоростно-силовых видов спорта выше значений контроля. Факт снижения диастолического артериального давления для указанных выше спортсменов свидетельствует о характерном физиологическом изменении миокарда сердца, которое носит адаптивный характер. Уровни иммунологических показателей к серотонину, дофамину для спортсменов всех групп соответствуют значениям контрольной группы. Исключение составили квалифицированные спортсмены циклических видов, достоверно отличающихся от нормы по сравнению со спортсменами без разряда. От квалификации

Адрес для переписки:

Петроченко Светлана Николаевна
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
проблем химической физики и медицинской химии»
Российской академии наук
111024, Россия, Москва, ул. Авиамоторная, 51а,
ООО «ДИАНАРК».
Тел.: 8 (495) 673-39-42.
E-mail: dianark777@mail.ru

Address for correspondence:

Svetlana N. Petrochenko
Federal Research Center for Problems of Chemical Physics
and Medicinal Chemistry, Russian Academy of Sciences
51a Aviamotornaya St, "Dianark"
Moscow
111024 Russian Federation
Phone: +7 (495) 673-39-42.
E-mail: dianark777@mail.ru

Образец цитирования:

М.А. Мягкова, З.В. Боброва, С.Н. Петроченко
«Иммунологические показатели в оценке параметров
сердечно-сосудистой системы спортсменов различной
квалификации» // Медицинская иммунология, 2023.
Т. 25, № 6. С. 1423-1430.
doi: 10.15789/1563-0625-IIF-2608

© Мягкова М.А. и соавт., 2023
Эта статья распространяется по лицензии
Creative Commons Attribution 4.0

For citation:

M.A. Myagkova, Z.V. Bobrova, S.N. Petrochenko
"Immunological indexes for assessing parameters
of cardiovascular system in athletes of different qualification",
Medical Immunology (Russia)/Meditsinskaya Immunologiya,
2023, Vol. 25, no. 6, pp. 1423-1430.
doi: 10.15789/1563-0625-IIF-2608

© Myagkova M.A. et al., 2023
The article can be used under the Creative
Commons Attribution 4.0 License
DOI: 10.15789/1563-0625-IIF-2608

спортсмена не зависели достоверно высокие иммунологические показатели для гистамина и ангиотензина. У спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами, значение показателей для брадикинина не отличалось от нормы, а для спортсменов циклических видов и единоборства достоверно превышало норму. Показано, что разный уровень и вид спортивной деятельности по-своему действует на показатели сердечно-сосудистой системы. Изменение иммунологических показателей отражает состояние регуляторов сердечно-сосудистой системы. Соответственно, их одномоментное увеличение по отношению к контролю может свидетельствовать об участии в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. А различия в повышении их уровня для спортсменов, занимающихся единоборствами циклическими и скоростно-силовыми видами, показывает более глубокие изменения регуляторных систем, связанные с длительностью и уровнем физической нагрузки.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, спортивная деятельность, серотонин, дофамин, брадикинин, ангиотензин, гистамин, естественные антитела, иммуноферментный анализ

IMMUNOLOGICAL INDEXES FOR ASSESSING PARAMETERS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ATHLETES OF DIFFERENT QUALIFICATION

Myagkova M.A., Bobrova Z.V., Petrochenko S.N.

Federal Research Center for Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, Russian Federation

Abstract. Timely diagnosis and prevention of cardiovascular diseases is based on markers that detect changes in the athlete's body at an early stage of disease. To implement this task, it is important to use novel laboratory techniques. We have carried out a comparative determination of immunological markers, specific antibodies to angiotensin, bradykinin, histamine, dopamine, serotonin and functional indicators of the cardiovascular system in athletes of various qualifications. The object of study included athletes of the Russian national teams who underwent an in-depth examination (IME) as part of medical survey. The participants were divided into groups depending on the sport arts and qualifications. Representatives of the group "Cyclic sports" included athletes without a category of 30 people and 29 qualified athletes (1st step, Candidate Master, Master of Sports, etc.). The "Combat sports" group consisted of 32 people without a category and 31 athletes with qualifications similar to those indicated above. Athletes of "Speed-strength" sports are represented by a group of 31 people without a category and 29 athletes with qualifications. The functional parameters of the cardiovascular system included analysis of heart rate, systolic blood pressure and diastolic blood pressure, which were compared with control values established for the athletes. The immunological indexes were determined in blood serum of the athletes and in subjects from control group by means of the solid-phase ELISA method using conjugated antigens of angiotensin, bradykinin, histamine, dopamine, serotonin for absorption on the plates. To compare the indexes, a control group of 30 people without cardiovascular symptoms was examined. Diastolic blood pressure for athletes of cyclic sports and combat sports was below the control values, and, for athletes of speed-strength sports, it was higher than in control group. A decrease in diastolic blood pressure for the above subgroup of athletes may indicate characteristic adaptive physiological changes in myocardium. The levels of immune-related indexes for serotonin, dopamine for the athletes of all groups corresponded to the control values. The only exception concerned qualified athletes of cyclic sports, which significantly differed from the normal values, compared to athletes without a sports category. Significantly high immunological parameters for histamine and angiotensin did not depend on the athlete's qualification. In athletes involved in speed-strength sports, the levels of indexes for bradykinin did not differ from the normal values, and, for athletes in cyclic sports and combat sports, they significantly exceeded the norm.

We have shown that different levels and types of sports activities affect the performance of cardiovascular system in their own way. The changes in immunological parameters reflect regulatory state of cardiovascular system. Accordingly, their simultaneous increase against the control may indicate participation in the development of cardiovascular diseases. The differences in their levels for athletes involved in combat sports, cyclic and speed-strength sporting activities show deeper changes in regulatory systems associated with duration and level of physical activities.

Keywords: arterial hypertension, sports activity, serotonin, dopamine, bradykinin, angiotensin, histamine, natural antibodies, enzyme immunoassay

Введение

Оценка функционального состояния и потенциальных возможностей организма человека является актуальной задачей как для спорта высших достижений, так и для организации процесса регулярных занятий физкультурой населением. Современными исследователями установлено, что гиподинамия и стресс относятся к важнейшим факторам риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [7, 9]. Известно, что многие виды спортивных упражнений приводят к снижению артериального давления и уменьшению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, являясь профилактическим мероприятием в отношении артериальной гипертензии [10]. В свою очередь, физические нагрузки оказывают влияние на морфологию и работу сердечно-сосудистой системы спортсменов. С одной стороны, происходит развитие адаптационной реакции миокарда [8, 12]. Но, с другой, чрезмерные физические и психоэмоциональные нагрузки сказываются на состоянии функциональной согласованности регуляторных систем, приводя к перенапряжению, сбою сердечного ритма и срыву адаптации у спортсменов [2, 11]. Развитие данной патологии сопровождается нарушением гомеостатического равновесия, в поддержании которого включено множество систем разного уровня. В конечном итоге в клинике заболевания это проявляется в виде изменения иммунологических, биохимических и других параметров [5]. Рост реальных возможностей и мастерства у квалифицированных спортсменов в немалой степени зависит от эффективности адаптационных свойств организма, определяющих риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [1, 3]. Адаптационный ресурс организма на молекулярном уровне характеризуется состоянием системы эндогенных биорегуляторов (ЭБ), обеспечивающих биохимическое гомеостатическое равновесие [3, 5]. Предрасположенность человека к различным заболеваниям, а также его физический и психоэмоциональный потенциал зависят от регуляторных характеристик системы ЭБ [5, 14]. Для своевременной диагностики и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний необходимо располагать маркерами, позволяющими выявлять на самых ранних этапах изменения в организме спортсмена. Решение такой задачи может обеспечиваться применением лабораторных методов анализа. В настоящее время разработаны аналитические методы измерения уровня естественных антител (е-Ат), характеризующих состояние системы эндогенных биорегуляторов, участвующих в молекулярных механизмах процесса адаптации [5, 6]. Совокупность е-Ат отражает и регулирует индивидуальный моле-

кулярно-клеточный состав организма [5, 8]. Их содержание находится в прямой зависимости от уровня эндогенных мишеней. Установлено, что свойства указанных иммунологических маркеров претерпевают изменения в качественном и количественном отношении, на самых ранних стадиях возникновения заболевания [3, 5]. Использование такого подхода в клинико-лабораторной практике позволяет создать прогностические тесты определения факторов рисков развития сердечно-сосудистой патологии.

Цель настоящего исследования заключалась в сравнительном определении иммунологических маркеров, специфических антител к ангиотензину, брадикинину, гистамину, дофамину, серотонину и функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у спортсменов различной квалификации.

Материалы и методы

Работа выполнена на базе клинико-диагностической лаборатории «Дианарк» г. Москвы (Лицензия № ЛО-77-01-000844 от 10.12.2008 г.). Материалы для исследования предоставлены Клиникой спортивной медицины «Лужники» г. Москва, проводящей в рамках углубленного медицинского обследования (УМО) осмотр спортсменов сборных команд РФ. Все участники эксперимента разделены на группы в зависимости от вида спорта и квалификации. Представители группы «Циклических видов спорта» включали спортсменов без разряда 30 человек и 29 спортсменов квалификации I взр. КМС, МС, МСМК. Группу «Единоборства» составляли 32 человека без разряда и 31 спортсмен квалификации I взр. КМС, МС, МСМК. Спортсмены «Скоростно-силовых» видов спорта составили группу из 31 человека без разряда и 29 спортсменов квалификации I взр. КМС, МС, МСМК. Параметры сердечно-сосудистой системы сравнивали с контрольными референсными величинами, установленными для спортсменов [8]. Анализировали такие параметры, как частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (АДС) и диастолическое артериальное давление (АДД).

Забор образцов сыворотки крови для исследования у спортсменов указанных выше групп выполняли по согласованию с тренером в периоды, включающие проведение процедуры дополнительного тестирования специалистами. В иммунологических исследованиях для сравнения показателей использовали группу контроля, которая включала здоровых лиц с отсутствием проявлений клиники сердечно-сосудистых заболеваний и состояла из 30 человек одинакового возраста с обследуемыми участниками экспери-

мента. Иммунохимический анализ проводили по разработанным ранее методам [6]. В качестве оборудования использовали спектрофотометр фирмы Thermo (Финляндия). Анализ антител к ангиотензину, брадикинину, гистамину, дофамину, серотонину проводили с использованием планшетов фирмы Nunc (Дания). Статистическую обработку результатов выполняли с применением пакета программ SPSS 19.0 для научных исследований. Для оценки результатов выбрали значение величины средней арифметической (M), стандартной ошибки (m). Использовали при обработке данных критерии Пирсона, Стьюдента–Уэлча (t). Гипотезы принимали с достоверностью 95% ($p = 0,05$).

Результаты

Данные о функциональном состоянии организма спортсменов были получены в процессе углубленного медицинского обследования (УМО), проводимого в соответствии с графиком

тренировочного процесса. Ранними маркерами изменения сердечно-сосудистой системы у большинства спортсменов высокой квалификации могут служить сдвиги систолического артериального давления. Из полученных данных, представленных в таблице 1, видно, что у всех спортсменов систолическое артериальное давление и частота сердечных сокращений были выше контрольных величин [12]. Диастолическое артериальное давление у спортсменов циклических видов спорта и единоборств было ниже контрольных величин. Спортсмены, входящие в группу скоростно-силовых видов спорта, имели диастолическое артериальное давление выше контрольных величин. Снижение значения диастолического артериального давления у спортсменов циклических видов спорта и единоборств свидетельствует о характерном изменении миокарда сердца, которое носит физиологический характер. Для спортсменов скоростно-силовых видов спорта происходит уплотнение стенки миокарда за счет фиброзных

ТАБЛИЦА 1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ КВАЛИФИКАЦИИ, $M \pm m$ ($n = 182$)

TABLE 1. MAIN CARDIOVASCULAR PARAMETERS IN ATHLETES OF VARIOUS QUALIFICATION, $M \pm m$ ($n = 182$)

Виды спорта Types of sports	Квалификация Qualification	АДД (мм рт. ст.) DBP (mmHg)	АДС (мм рт. ст.) SBP (mmHg)	рАДД (мм рт. ст.) dDBP (mmHg)	рАДС (мм рт. ст.) dSBP (mmHg)	ЧСС (уд/мин) HR (bpm)	рЧСС (уд/мин) dHR (bpm)
Циклический Cyclic $n = 30$	Без разряда Without rank	68,33±0,30 ***	114,00±0,37 **	70,75±0,01	111,30±0,01	72,36±0,22 ***	67,91±0,08
Циклический Cyclic $n = 29$	I взр., КМС, МС, МСМК 1 st adult, CMS, MS, MSIL	70,69±0,29 ***	118,27±0,39 ***	74,17±0,04	115,41±0,05	76,79±0,16 ***	65,97±0,05
Единоборства Martial arts $n = 32$	Без разряда Without rank	70,31±0,33 *	113,13±0,38 **	70,86±0,01	111,43±0,02	72,59±0,28 ***	67,83±0,08
Единоборства Martial arts $n = 31$	I взр., КМС, МС, МСМК 1 st adult, CMS, MS, MSIL	73,54±0,33 **	118,71±0,33 ***	74,10±0,05	115,29±0,06	75,22±0,19 ***	63,35±0,10
Скоростно- силовые Speed-strength $n = 31$	Без разряда Without rank	73,54±0,35 ***	116,13±0,25 ***	70,90±0,02	111,49±0,02	72,16±0,11 ***	66,98±0,06
Скоростно- силовые Speed-strength $n = 29$	I взр., КМС, МС, МСМК 1 st adult, CMS, MS, MSIL	81,38±0,34 ***	126,55±0,38 ***	73,96±0,04	115,16±0,05	66,07±0,11 ***	62,5±0,07

Примечание. АДД – артериальное диастолическое давление; АДС – артериальное систолическое давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – достоверность различий по сравнению с референтными величинами; n – количество человек в выборке.

Note. DBP, diastolic blood pressure; SBP, systolic blood pressure; HR, heart rate; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$, significance of differences compared to reference values; n, number of people in samples.

изменений, что в реальности и приводит к таким показателям давления относительно контрольных величин. Эти факты являются причиной развития артериальной гипертензии [10, 15].

Выполнено определение специфических иммунологических маркеров — естественных антител к молекулам регуляторам работы сердечно-сосудистой системы у спортсменов, занимающихся различными видами спорта и отличающихся уровнем квалификации (табл. 2).

При определении иммунологических показателей в группах обследованных спортсменов установлены отличия их значений, связанные с квалификацией и видом спортивных занятий. Уровни естественных антител к серотонину, дофамину для спортсменов, занимающихся единоборством, скоростно-силовыми и циклическими видами спорта близки к показателям нормы и соответствуют значениям контрольной группы. Однако обнаружены достоверные отличия

от нормы для квалифицированных спортсменов циклических видов по сравнению со спортсменами, не имеющими разряда. Иммунологические показатели для гистамина и ангиотензина достоверно выше нормы в перечисленных выше группах спортсменов. Причем во всех случаях эти различия не зависели от квалификации спортсмена. Уровень иммунологических показателей к брадикинину достоверно превышает норму для спортсменов циклических видов и единоборства. У спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами, значение показателей для брадикинина не отличалось от нормы.

Обсуждение

Известно, что тренировки спортсменов, включающие силовые упражнения, могут приводить к значительному повышению артериального давления непосредственно в момент выполнения комплекса, являющегося триггером дальнейшего

ТАБЛИЦА 2. ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ (OD450 ИФА) В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СПОРТСМЕНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ КВАЛИФИКАЦИИ, $M \pm m$ ($n = 212$)

TABLE 2. IMMUNOLOGICAL INDICATORS (OD450 ELISA) IN THE BLOOD SERUM OF ATHLETES DEPENDING ON THE LEVEL OF QUALIFICATION, $M \pm m$ ($n = 212$)

Обследуемые группы Study groups		Значение иммунологических показателей е-Ат к Value of immunological indicators n-Ab to				
Виды спорта Types of sports	Квалификация Qualification	серотонин serotonin	гистамин histamine	дофамин dopamine	ангиотензин angiotensin	брадикинин bradikinin
Циклический Cyclic $n = 30$	Без разряда Without rank	0,69±0,09	0,66±0,20*	0,78±0,13	0,92±0,19*	0,87±0,18
Циклический Cyclic $n = 29$	I взр., КМС, МС, МСМК 1 st adult, CMS, MS, MSIL	0,86±0,08*	0,68±0,18*	1,17±0,12*	0,72±0,17*	1,22±0,10*
Единоборства Martial arts $n = 32$	Без разряда Without rank	0,75±0,12	0,59±0,21*	0,86±0,14	0,89±0,21*	1,05±0,15*
Единоборства Martial arts $n = 31$	I взр., КМС, МС, МСМК 1 st adult, CMS, MS, MSIL	0,77±0,15	0,79±0,21*	0,79±0,16	0,85±0,16*	1,19±0,13*
Скоростно-силовые Speed-strength $n = 31$	Без разряда Without rank	0,79±0,11	0,85±0,27*	0,84±0,17	0,90±0,14*	0,89±0,20
Скоростно-силовые Speed-strength $n = 29$	I взр., КМС, МС, МСМК 1 st adult, CMS, MS, MSIL	0,69±0,13	0,95±0,21*	0,78±0,14	0,81±0,12*	0,84±0,18
Группа контроля Control group $n = 30$		0,59±0,08	0,54±0,07	0,77±0,10	0,47±0,09	0,69±0,09

Примечание. * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$ — достоверность различий по сравнению с контрольными величинами; n — количество человек в выборке.

Note. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$, significance of differences compared to reference values; n , number of people in samples.

развития сердечно-сосудистых заболеваний [3, 4]. Понимание молекулярных механизмов функционально-метаболических нарушений, происходящих в организме спортсмена, и выявление прогностических маркеров этого процесса помогает снизить риск осложнений различной этиологии [8, 10]. Регуляторы биохимического гомеостаза, такие как биогенные амины — серотонин, гистамин, дофамин, пептиды — брадикинин, ангиотензин, участвуют в функционировании сердечно-сосудистой системы [1, 4, 12]. Так, ангиотензин входит в ренин-ангиотензин-альдостероновую систему, представляющую собой комплекс гормонов, которые регулируют артериальное давление и объем циркулирующей крови [4, 11, 12]. В патогенезе артериальной гипертензии и сердечной недостаточности происходит ее активация, которая запускает и в дальнейшем поддерживает порочный круг при этих состояниях. Брадикинин является продуктом ферментативных реакций, происходящих в кинин-калекреиновой системе. В противовес ангиотензину брадикинин повышает выработку оксида азота и вазодилатирующих простагландинов, расширяя сосуды и улучшая функцию эндотелия и выделение почками натрия и воды [3, 8]. Моноамины серотонин дофамин и гистамин, одновременно выполняющие функции основных нейромедиаторов и гормонов поддерживают гомеостаз [4, 15]. Разностороннее влияние этих регуляторов на организм объясняется взаимодействием со специфическими рецепторами клеточных органелл, запускающих каскад реакций вторичных мессенджеров. Серотонин отвечает за нормальную свертываемость крови и стабильную работу кровеносной системы. Функции гормона дофамина включают улучшение коронарного кровоснабжения (питание сердца), а также способствует повышению процента кислорода в крови, омывающей мозг. Гистамин увеличивает проницаемость кровеносных сосудов, вызывая образование щелей между эндотелиальными клетками капилляров, стимулируя выход оксида азота из эндотелия, оказывая прямое релаксирующее действие на сосуды [8, 13].

Установлено участие гуморальных факторов иммунитета в течении патологических процессов, которые сопровождаются изменением продукции естественных антител, способных специфически взаимодействовать с указанными выше молекулами — регуляторами [3, 5]. При определении иммунологических показателей в группах обследованных спортсменов, занимающихся единоборством, скоростно-силовыми и циклическими видами спорта, не установлено достоверных отличий от контрольных значений для антител к серотонину, дофамину. Но, обнаружены

достоверные отличия от нормы для спортсменов циклических видов, высокой квалификации и имеющих более длительный опыт спортивной деятельности. Для этой же категории спортсменов наблюдались стабильно высокие показатели артериального давления при нагрузках. Необходим дальнейший строгий контроль со стороны тренера и врача. Вероятность развития артериальной гипертензии велика, т. к. первоначальное проявление организма на физические нагрузки является ответной адаптивной реакцией, которая и становится одним из главных компонентов в синдроме спортивного сердца [10, 12].

Иммунологические показатели гистамина и ангиотензина достоверно выше нормы для всех спортсменов, независимо от их квалификации и вида спортивных занятий. Повышение в организме уровня ангиотензина на протяжении длительного периода приводит к изменению синтеза коллагеновых волокон, в результате гипертрофируются гладкомышечные клетки кровеносных сосудов. Если для спортсменов циклических видов спорта и единоборств эти изменения носят обратимый адаптивный характер, то для спортсменов скоростно-силовых видов спорта, происходит уплотнение стенки миокарда за счет фиброзных изменений, что приводит к артериальной гипертензии [3, 13, 15]. На этом фоне, для указанной группы спортсменов, установлено симбатное изменение значений иммунологических показателей ангиотензина и гистамина. Достоверное повышение уровня е-Ат к гистамину можно рассматривать как компенсаторную реакцию, позволяющую повысить проницаемость сосудистых стенок мелких и крупных артерий, приводя к падению артериального давления после физической нагрузки [12, 15]. Уровень иммунологических показателей для брадикинина достоверно превышает норму для спортсменов циклических видов и единоборства. В этом случае можно отметить благоприятный баланс между иммунологическими показателями для ангиотензина и брадикинина, который способствует фибринолизу, подавляет рост клеток и оказывает выраженное защитное действие на стенки сосудов. Именно для этой категории спортсменов изменение миокарда сердца носит физиологический адаптивный характер. Для спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами уровень показателей для брадикинина не отличался от нормы.

Заключение

Таким образом, анализ иммунологических показателей — е-Ат к перечисленным выше антигенам имеет диагностическую значимость. Известно, что изменение уровня е-Ат и концентрации самих антигенов, к которым и относятся иссле-

дующие эндогенные регуляторы гомеостаза, являются взаимосвязанными величинами [3, 8]. Соответственно, их одномоментное увеличение по отношению к контролю может свидетельствовать об их участии в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. А различия в повышении уровня е-Ат для спортсменов, занимающихся циклическими видами, единоборствами и скоростно-силовыми видами, показывают более глубокие изменения регуляторных систем, связанные с длительностью и уровнем физической нагрузки.

Этические нормы

Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом «Института

физиологически активных веществ РАН» (Черноголовка, Московская область).

Информированное согласие

Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Финансирование

Работа выполнена в соответствии с исследованием, согласно Госрегистрации № 01200952666.

Благодарности

Авторы благодарят И.Ю. Ревнивых, к.б.н., главного врача Областного центра медицинской профилактики, лечебной физкультуры и спортивной медицины г. Тюмень, за помощь в работе со спортсменами.

Список литературы / References

1. Бойцов С.А., Зайратьянц О.В., Андреев Е.М., Самородская И.В. Сравнение показателей смертности от ишемической болезни сердца среди мужчин и женщин старше 50 лет в России и США // Российский кардиологический журнал, 2017. № 6. С. 100-107. [Boytsov S.A., Zayratyants O.V., Andreev E.M., Samorodskaya I.V. Comparison of coronary heart disease mortality in men and women age 50 years and older in Russia and USA. *Kardiologiya = Russian Journal of Cardiology*, 2017, no. 6, pp. 100-107. (In Russ.)]
2. Иорданская Ф.А. Нарушения показателей «срочной» адаптации в процессе напряженной тренировочной работы высококвалифицированных спортсменов и средства квалифицированных спортсменов и средства их профилактики // Вестник спортивной науки, 2018. № 3. С. 35-40. [Iordanskaya F.A. Disturbances of "urgent" adaptation indicators in the process of stressed training work in elite athletes and means of their prevention. *Vestnik sportivnoy nauki = Sports Science Bulletin*, 2018, no. 3, pp. 35-40. (In Russ.)]
3. Крыжановский Г.Н., Акмаев И.Г., Магаева С.В., Морозов С.Г. Нейроиммунэндокринные взаимодействия в норме и патологии. М.: Медицинская книга, 2010. 288 с. [Kryzhanovsky G.N., Akmaev I.G., Magaeva S.V., Morozov S.G. Neuroimmunoendocrine interactions in health and disease]. Moscow: Meditsinskaya kniga, 2010. 288 p.
4. Мягкова М.А., Морозова В.С. Естественные антитела и их физиологические функции // Иммунопатология. Аллергология. Инфектология, 2014. № 3. С. 75. [Myagkova M.A., Morozova V.S. Natural antibodies and their physiological functions. *Immunopatologiya. Allergologiya. Infektologiya = Immunopathology, Allergology, Infectology*, 2014, no. 3, p. 75. (In Russ.)]
5. Мягкова М.А., Петроченко С.Н., Морозова В.С. Определение антител к эндогенным биорегуляторам для диагностики функционального состояния организма // Известия АН. Серия химическая, 2018. № 4. С. 762-767. [Myagkova M.A., Petrochenko S.N., Morozova V.S. Detection of natural antibodies to endogenous bioregulators for the diagnostics of the functional state of the body. *Izvestiya AN. Seriya khimicheskaya = Russian Chemical Bulletin*, 2018, Vol. 67, no. 4, pp. 762-767. (In Russ.)]
6. Никулина Н.Н., Якушин С.С. Современные аспекты формулировки диагноза и статистического учета инфаркта миокарда // Кардиология, 2016. Т. 56, № 9. С. 60-66. [Nikulina N.N., Yakushin S.S. The modern aspects of diagnosis formulation and statistical recording of myocardial infarction. *Kardiologiya = Cardiology*, 2016, Vol. 56, no. 9, pp. 60-66. (In Russ.)]
7. Орлов О.И., Переведенцев О.В., Мамонова Е.Ю., Леванов В.М. Метод автоматизированного комплексного анализа состояния здоровья и медицинского обеспечения в экстремальных условиях производственной деятельности // Авиакосмическая и экологическая медицина, 2017. Т. 51, № 4. С. 39-44. [Orlov O.I., Perevedentsev O.V., Mamonova E.Yu., Levanov V.M. Method of automated complex analysis of health and medical provision in extreme occupational environments. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina = Aerospace and Ecological Medicine*, 2017, Vol. 51, no. 4, pp. 39-44. (In Russ.)]
8. Садыкова Д.И., Лутфуллин И.Я. Эссенциальная артериальная гипертензия спортсменов // Казанский медицинский журнал, 2012. Т. 93, № 6. С. 927-931. [Sadykova D.I., Lutfullin I.Ya. Essential arterial hypertension in athletes. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal = Kazan Medical Journal*, 2012, Vol. 93, no. 6, pp. 927-931. (In Russ.)]
9. Сайгитов Р.Т., Чулок А.А. Сердечно-сосудистые заболевания в контексте социально экономических приоритетов долгосрочного развития России // Вестник Российской академии медицинских наук, 2015.

T. 70, № 3. С. 286-299. [Saygitov R.T., Chulok A.A. Cardiovascular diseases in the context of Russia's long-term socio-economic development priorities. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2015, Vol. 70, no. 3, pp. 286-299. (In Russ.)]

10. Смоленский А.В., Борисова Ю.А. Особенности физиологического ремоделирования спортивного сердца // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2012. № 6. С. 9-14. [Smolenskiy A.V., Borisova Yu.A. The specific features of a physiological remodeling of "an athlete's heart". *Lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina = Therapeutic Exercise and Sports Medicine*, 2012, no. 6, pp. 9-14. (In Russ.)]

11. Спасский А.А., Мягкова М.А., Левашова А.И., Кукушкин С.К., Куршев В.В., Янова Ю.В. Методология комплексной оценки адаптационного потенциала спортсмена к нагрузке // Спортивная медицина: наука и практика, 2019. № 3. С. 49-61. [Spassky A.A., Myagkova M.A., Levashova A.I., Kukushkin S.K., Kurshev V.V., Yanova Yu.V. Methodology of comprehensive assessment of the athlete's adaptive potential to the load. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports Medicine: Science and Practice*, 2019, no. 3, pp. 49-61. (In Russ.)]

12. Blume K., Körber N., Hoffmann D., Wolfarth B. Training load, immune status, and clinical outcomes in young athletes: a controlled, prospective, longitudinal study. *Front. Physiol.*, 2018, Vol. 9, 120. doi: 10.3389/fphys.2018.00120.

13. Lee E.C., Fragala M.S., Kavouras S.A., Queen R.M., Pryor J.L., Casa D.J. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 2017, Vol. 31, no. 10, pp. 2920-2937.

14. Nieto-Alamilla G., Márquez-Gómez R., García-Gálvez A.M., Morales-Figueroa G.E., Arias-Montaña J.A. The histamine H3 receptor: structure, pharmacology, and function. *Mol. Pharmacol.*, 2016, Vol. 90, pp. 649-673.

15. Varró A., Baczkó I. Possible mechanisms of sudden cardiac death into athletes: a basic cardiac electrophysiological point of view. *Cardiovasc. Physiol.*, 2010, Vol. 460, no. 1, pp. 31-40.

Авторы:

Мягкова М.А. — д.б.н., профессор, заведующая лабораторией иммунохимии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии» Российской академии наук, г. Черноголовка, Московская обл., Россия

Петроченко С.Н. — к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории иммунохимии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии» Российской академии наук, г. Черноголовка, Московская обл., Россия

Боброва З.В. — младший научный сотрудник лаборатории иммунохимии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии» Российской академии наук, г. Черноголовка, Московская обл., Россия

Authors:

Myagkova M.A., PhD, MD (Biology), Professor, Head, Laboratory of Immunochemistry, Federal Research Center for Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, Russian Federation

Petrochenko S.N., PhD (Biology), Senior Research Associate, Laboratory of Immunochemistry, Federal Research Center for Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, Russian Federation

Bobrova Z.V., Junior Research Associate, Laboratory of Immunochemistry, Federal Research Center for Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, Russian Federation

Поступила 08.11.2022

Отправлена на доработку 10.11.2022

Принята к печати 24.02.2023

Received 08.11.2022

Revision received 10.11.2022

Accepted 24.02.2023