Дата публикации: 06.05.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_3
УДК 796; 612.017

Publication date: 06.05.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_3
UDC 796; 612.017

# БИОМАРКЕРЫ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОВРЕЖДЕНИЯ МИОКАРДА СПОРТСМЕНОВ

**Н.Г. Беляев[1], Э.Д. Лёвочкина[2], Э.А. Манвелян[1], М.Б. Узденов[3], А.А. Гочияев[3]**
[1]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия
[2]Ставропольский краевой клинический онкологический диспансер, г. Ставрополь, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказская государственная академия», г. Черкесск, Россия

**Аннотация.** В связи с увеличением частоты случаев внезапной смерти среди спортсменов актуальным является проблема ранней диагностики формируемых нарушений в миокарде атлетов. В работе изучена динамика аутоантител к белкам кардиомиоцитов в крови баскетболистов на разных этапах тренировочных циклов в течение года. Содержание аутоантител в крови спортсменов было повышено по окончании соревновательного периода, что коррелировало с незначительными изменениями в электрокардиограмме. У двух игроков с амплуа нападающих, имеющих рост 209 см и 203 см, по окончании соревновательного периода отмечено 5-ти и 7-кратное увеличение аутоантител к сердечному тропонину I и изменения в электрокардиограмме при сохранении высокой общей и специальной работоспособности и отсутствии жалоб. Определение аутоантител к антигенам кардиомиоцитов имеет перспективы для раннего выявления патологических изменений в миокарде.
**Ключевые слова:** баскетбол, тренировка, аутоантитела, кардиомиоциты.

# BIOMARKERS IN PREDICTING MYOCARDIAL DAMAGE IN ATHLETES

**N.G. Belyaev[1], E.D. Lyovochkina[2], E.A. Manvelyan[1], M.B. Uzdenov[3], A.A. Gochiyaev[3]**
[1]North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia
[2]Stavropol Regional Clinical Oncology Center, Stavropol, Russia
[3]North-Caucasus State Academy, Cherkessk, Russia

**Abstract.** Due to the increase in sudden death cases among athletes, the problem of early diagnosis of the formed disorders in the myocardium of athletes is relevant. In this work, we studied the dynamics of autoantibodies to cardiomyocyte proteins in the blood of basketball players at different stages of training cycles during a year. The autoantibodies content in the blood of the athletes was elevated at the end of the competitive period, which correlated with minor changes in the electrocardiogram. Two forward players with height of 209 cm and 203 cm had 5-fold and 7-fold increase of autoantibodies to cardiac troponin I and changes in electrocardiogram at the end of the competition period, while maintaining high general and special performance without complaints. Identification of autoantibodies to cardiomyocyte antigens has prospects for early detection of pathological changes in the myocardium.
**Keywords:** basketball, training, autoantibodies, cardiomyocytes.

**Введение.** Спортивная деятельность высококвалифицированных спортсменов часто осуществляется на пределе их функциональных возможностей, что нередко сопровождается нарушением адаптационных механизмов и развитием патологий, прежде всего в сердечно-сосудистой системе (ССС). Нарушения в ССС иногда бывают настолько серьезными, что могут явиться причиной внезапной сердечной смерти (ВСС) атлета, в большинстве своем спровоцированной гипертрофией миокарда [1-2].

В настоящее время термин ВСС подразумевает смерть, наступившую непосредственно во время выполнения физических нагрузок или же в течение 1-24 часов с момента появления первых признаков,

заставивших спортсмена изменить или прекратить свою деятельность. Интенсивные и продолжительные физические нагрузки в 7-10 раз увеличивают риск развития ВСС. Растет число случаев ВСС среди спортсменов. И хотя исследования, выполненные в разных странах, разнятся, тенденции можно проследить на примере Американского Регистра внезапной смерти молодых спортсменов [3], согласно которому частота случаев ВСС достоверно увеличивалась ежегодно на 6% в год. Имеются выраженные гендерные различия – у мужчин частота ВСС встречается чаще, чем у женщин.

По частоте случаев возникновения ВСС среди атлетов лидерами являются футбол и баскетбол [4]. Высокий процент случаев ВСС среди баскетболистов связан с особенностями их антропометрических данных. Прежде всего, это высокий рост, длинные конечности, что создает определенные сложности в гемодинамике и работе сердца [5]. Поэтому эти направления в спорте требуют особого внимания специалистов.

Для раннего выявления патологических изменений в сердце при физическом перенапряжении сердца, чувствительным и информативным методом донозологической диагностики может явиться способ определения сывороточного содержания аутоантител (ауто-АТ) к аутоантигенам кардиомиоцитов. Ранее проведенные экспериментальные исследования на крысах [6-7] по определению ауто-АТ к сердечному тропонину I (cTnI), к гену альфа-актина 1 сердечной мышцы (ACTC 1), гену тяжелой цепи бета-миозина 7B (MYH7B) позволили установить четкую зависимость реакции иммунной системы от процессов, протекающих в миоцитах сердца в условиях адаптации к мышечным нагрузкам различной длительности и интенсивности.

Целью настоящего исследования стало сравнение динамики ауто-АТ к cTnI, ACTC1, MYH7B в сыворотке крови с функциональным состоянием сердца спортсменов-баскетболистов в течение годичного цикла тренировок.

**Методы и организация исследования.** Было проведено обследование юношей в возрасте 18-21 года, имеющих различный объем суммарной двигательной активности. 12 человек с обычным объемом суммарной двигательной активности составили контрольную группу. 18 человек – спортсмены, члены сборной Северо-Кавказского федерального университета по баскетболу, имеющие стаж тренировок не менее 8 лет, вошли в экспериментальную группу. В группе спортсменов 3 человека имели 1-й спортивный разряд, и 15 человек имели разряд кандидата в мастера спорта. От всех обследуемых было получено письменное согласие на участие в исследовании. Обследования проводились в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013). Предварительный опрос позволил исключить из участия в обследовании лиц, имеющих соматические и острые инфекционные заболевания в течение последнего месяца.

В процессе проводимых исследований оценивались антропометрические и физиометрические параметры. В частности, определяли рост, вес, жизненную емкость легких (ЖЕЛ), систолическое и диастолическое артериальное давление (САД, ДАД), частоту сердечных сокращений (ЧСС). Всем обследуемым проводили электрокардиографию (ЭКГ) на приборе АТЕС МЕДИКА Easy ECG (ECM, Россия) по 12-канальным параметрам. Оценку общей физической работоспособности организма осуществляли методом степ-теста, определяя максимальное потребление кислорода (МПК).

Кровь для анализа бралась из локтевой вены в утренние часы с 8:00 по 10:00 строго натощак в отсутствие интенсивных мышечных нагрузок в течение 24 часов в пробирки

с разделительным гелем. Взятие крови в группе спортсменов осуществлялось в начале эксперимента, а также по истечении подготовительного, соревновательного и переходного этапов тренировок. Обследование лиц и взятие крови в контрольной группе осуществлялось только в начале эксперимента.

Общий анализ крови осуществлялся с использованием гематологического анализатора XN SYSMEX (Sysmex Corporation, Япония) с использованием реагентов фирмы Beckman culter (Япония). Определение концентрации тестостерона и эстрадиола осуществляли методом иммунохемюлисцентного анализа на автоматическом иммунохимическом анализаторе Beckman Coulter Unicel Dxi 800 (Beckman Coulter, США). Критерием раннего выявления возможных предпатологических и патологических изменений в миокарде являлось определение ауто-АТ в сыворотке крови. Определение ауто-АТ к cTnI, к АСТС 1 и к MYH7B проводилось с помощью высокочувствительного и высокоспецифичного набора фирмы Cloud-Clone Corp (Китай). В работе использовался фотометр микропланшетный для научных исследований Thermo Scientific Multiskan FC (Thermo Fisher Scientific, Финляндия).

Полученные данные подвергались обработке с помощью методов вариационной статистики с использованием статистического пакета Statistics for Windows v.6.0 и Biostat (версия 4.03). Нормальность распределения определялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для оценки статистической значимости различий между выборками применяли t-критерий Стьюдента. Полученные результаты фиксировали в виде среднего арифметического ± стандартная ошибка среднего арифметического (M±m). О достоверности различий величин исследуемых показателей судили при $p<0,05$.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При сравнительном анализе результатов антропо- и физиометрических измерений выявлены существенные различия в показателях физического развития между юношами с различным объемом суммарной двигательной активности, что соответствует результатам многих исследований в этой области [5, 8]. Рост баскетболистов соответствовал 195,0±4,4 см, рост юношей контрольной группы – 170,5±8,6 см, вес – 84,4±2,3 кг и 76,1±2,6 кг, сила кисти – 50,9±3,0 кг и 34,6±2,5 кг соответственно.

Достоверное превосходство баскетболистов по большинству антропо- и физиометрических показателей над сверстниками контрольной группы прежде всего связано с изначальным отбором в спортивные секции детей с высоким ростом и крепким телосложением. Последующие многолетние тренировки способствовали развитию систем организма, обеспечивающих высокую общую и специальную работоспособность. У баскетболистов на всех этапах обследования регистрировалась брадикардия. ЧСС не превышала 54,6±3,8 уд/мин при 71,3±2,3 уд/мин у юношей контрольной группы. Уровень эритроцитов в крови спортсменов – 5,49±0,6110 $^{12}$/л, в контрольной группе – 4,1±0,2510 $^{12}$/л, гемоглобина – 178,0±12,4 г/л и 140,1±11,3 г/л соответственно. Артериальное давление, как систолическое, так и диастолическое в группах обследуемых находилось в пределах физиологической нормы для данной возрастной группы.

Межгрупповые отличия регистрировались и при определении МПК – 53,41±1,15 мл/кг у баскетболистов и 46,00±1,01 мл/кг в контрольной группе. ЖЕЛ – 5120±319,2 мл и 3501±209,1 мл соответственно. Отличия по всем перечисленным показателям были высокодостоверны ($p<0,001$).

При анализе данных ЭКГ для обследуемых групп существенных изменений не обнаружено. У баскетболистов отмечался синусовый ритм с брадикардией, электрическая ось сердца в вертикальном положении. Размер и морфология зубцов на электрокардиограмме не показывают значительных отклонений, однако в 25% случаев среди спортсменов наблюдается косовосходящий подъем сегмента ST в отведениях V2-V3, что указывает на функциональную

гипертрофию миокарда перегородочного отдела левого желудочка [9]. В остальном на ЭКГ не обнаружено диагностически значимых изменений.

Концентрация тестостерона в крови юношей контрольной группы соответствовала 610,2±38,0 нг/дл, в крови баскетболистов – 590,1±18,7 нг/дл, что соответствует норме для данной возрастной группы. В то же время, в постсоревновательном периоде у спортсменов регистрируется снижение уровня тестостерона с последующим повышением в переходном периоде тренировочных циклов (433,1±40,2 нг/дл и 612,2±25,2 нг/дл соответственно).

Уровень эстрадиола в крови баскетболистов был на 63% выше в сравнении со сверстниками с низким уровнем суммарной двигательной активности. Подобная закономерность отмечена и в эксперименте на животных, адаптированных к выполнению мышечных нагрузок, и при обследовании мужчин с различным уровнем двигательной активности [10-12], что, вероятно, связано с недостаточной активностью ферментов печени [13], где происходит разрушение стероидных гормонов в связи со снижением кровотока через органы брюшной полости в условиях частых интенсивных физических нагрузок.

Так, концентрация Anti-cTnI в крови юношей контрольной группы составила 0,31±0,08 нг/мл, в крови спортсменов – 0,39±0,07 нг/мл. Концентрация Anti-ACTC1 – 2,54±0,28 нг/мл и 2,86±0,15 нг/мл соответственно. Не регистрировалось достоверно значимых отличий в концентрации определяемых ауто-АТ в период окончания подготовительного и переходного периодов. В то же время, содержание ауто-АТ к cTnI и ACTC1 по окончании соревновательного этапа тренировок возросло и достоверно превышало показатели контрольной группы и величины, определяемые в крови спортсменов по окончании подготовительного и переходного периодов. В конкретных числовых выражениях Anti-cTnI соответствовал 0,69±0,09 нг/мл, Anti-ACTC1 – 4,40±0,56 нг/мл. Повышение концентрации Anti-MYH7B наиболее значимое, также регистрировалось в период окончания соревновательного этапа тренировок.

Соревновательный процесс связан со значительным увеличением объема физических и эмоциональных нагрузок, соответственно резко возрастает нагрузка на системы, непосредственно задействованные в противостоянии такому неблагоприятному фактору, как соревновательный стресс. Как результат, возрастает вероятность микротравмы и появление в крови поврежденных клеточных структур, на которые и реагирует иммунная система.

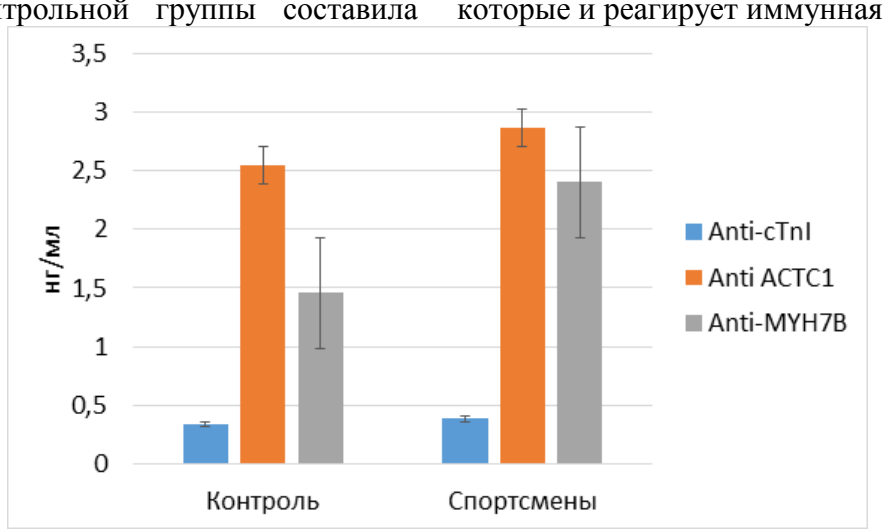



Рис. 1. Содержание аутоантител к сердечному тропонину I (Anti-cTnI), к гену альфа-актина 1 сердечной мышцы (Anti-ACTC1), гену тяжелой цепи бета-миозина 7B (Anti-MYH7B) в крови лиц с различным уровнем суммарной двигательной активности на начало обследования

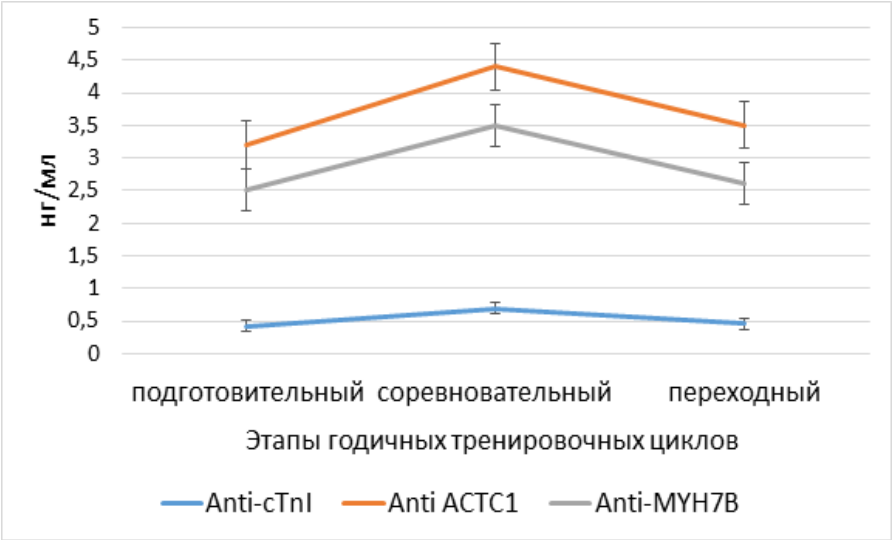



Рис. 2. Содержание аутоантител к сердечному тропонину I (Anti-cTnI), гену альфа-актина 1 сердечной мышцы (Anti-ACTC1), гену тяжелой цепи бета-миозина 7B (Anti-MYH7B) в крови баскетболистов на разных этапах годичных тренировочных циклов

По окончании соревновательного периода в группе спортсменов отмечено увеличение ширины комплекса QRS на 0,026±0,009 м/с по сравнению с результатами предыдущего измерения. В остальном диагностически значимых изменений ЭКГ не выявлено.

В крови двух игроков с игровым амплуа «нападающий» при росте 209 см и 203 см регистрировалось 5-ти и более чем 7-кратное превышение ауто-АТ к сердечному тропонину I по сравнению со средними величинами, определяемыми в группе остальных членов команды (игрок № 1 – 3,1 нг/мл; игрок № 2 – 4,8 нг/мл, в группе – 0,69±0,09 нг/мл). Повышение ауто-АТ в крови этих спортсменов коррелировало с изменениями в ЭКГ: укорочен интервал PQ=0,10 с при норме 0,12 с, неполная блокада правого пучка Гиса, сегмент ST выше изолинии до 4 мм в изолинии V2-V3. Это может свидетельствовать о нарушении процессов реполяризации миокарда перегородочного отдела левого желудочка, вероятно за счёт его функциональной гипертрофии (рис. 3 и 4). При этом регистрировалась синусовая брадикардия с ЧСС 51 удар в минуту, высокая работоспособность и отсутствие жалоб обследуемых на состояние ССС.



Рис. 3. Данные электрокардиограммы: игрок №1, признаки: изменение сегмента ST до 4 мм выше изолинии в отведениях V2-V3



Рис. 4. Данные электрокардиограммы: игрок №2, признаки: увеличение степени ST подъёма, исходно – 2,5 мм, затем 6 мм и затягивает отведения V2-V4

**Заключение**. Установлена взаимосвязь повышения ауто-АТ к cTnI, ACTC1 и MYH7B с начинающимися отклонениями от нормы в работе сердца в условиях высоких физических и эмоциональных нагрузок, характерных для соревновательного периода. Рост концентрации ауто-АТ к cTnI, ACTC1 и MYH7B на фоне отсутствия явных признаков патологических изменений в сердце и жалоб со стороны обследуемого свидетельствует о перспективности использования этих ауто-АТ, в первую очередь – ауто-АТ к cTnI, в качестве индикаторов начинающихся ранних патологических изменений в миокарде. В команде баскетболистов высокорослые игроки с амплуа «нападающий» были в большей степени, чем остальные члены команды, подвержены риску развития сердечно-сосудистых патологий.

**Источник финансирования.** Работа выполнялась при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (№ 14876ГУ/2019).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Funding.** The research was carried out with the financial support of the Foundation for Assistance to Small Innovative Enterprises in Science and Technology (№ 14876GU/2019).

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алимсултанов, И. И. Внезапная смерть в спорте: причины, частота возникновения и профилактика / И. И. Алимсултанов, И. П. Крайнюков // Известия российской военно-медицинской академии. – 2020. – Т. 39. – № 2. – С. 19-24.
2. Макаров, Л. М. Спорт и внезапная сердечная смерть / Л. М. Макаров // Неотложная кардиология. – 2018. – № 2. – С. 13-21.
3. Importance of CMR within the task force criteria for the diagnosis of ARVC in children and adolescents / Etoom Y., Govindapillai S., Hamilton R. [et al] // J Am Coll Cardiol. – 2015. – Vol. 65(10). – P. 987-995. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.-12.041.
4. Внезапная сердечная смерть в спорте: факторы риска, нозологическая характеристика, направления профилактика / Л. С. Ходасевич, С. Н. Чупрова, А. А. Абакумов, А. Ф. Хечумян // Спортивная медицина. Наука и практика. – 2016. – Т. 6. – № 3. – С. 76-84.
5. К вопросу об особенностях морфологического портрета баскетболистов разного игрового амплуа / Брук Т. М., Литвин Ф. Б., Кротова К. А. [и др.] // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12. – С. 49-51.

6. Динамика аутоантител к белкам кардиомиоцитов на разных этапах моделируемых мышечных нагрузок / Беляев Н. Г., Лёвочкина Э. Д., Батурин В. А. [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2022. – Т. 26. – № 1. – С. 51-61.
7. Прогностическое значение аутоантител к белкам кардиомиоцитов в диагностике хронического физического перенапряжения / Лёвочкина Э. Д., Беляев Н. Г., Батурин В. А. [и др.] // Вестник РУДН. – 2022. – Т. 3. – № 26. – С. 289-303
8. Давыдова, О. С. Факторы, определяющие необходимость развития скоростно-силовых качеств у юных баскетболистов с учетом их соматотипов / О. С. Давыдова, А. Н. Богдановский // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 2. – С. 51-54.
9. Функциональные возможности сердца у баскетболистов / Н. В. Воробьева, И. И. Файзуллина, В. И. Шарагин, Р. Е. Петров / Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 7. – С. 34-35.
10. Беляев, Н. Г. Характеристика показателей периферической крови мужчин с различным объемом суммарной двигательной активности / А. И. Анфиногенова, И. М. Лисова // Наука. Инновации. Технологии. – 2018. – № 1. – С. 195-203.
11. Reproductive hormones and interleukin-6 in serious leisure male athletes / L. Z. Fitzgerald, W. A. Robbins, J. S. Kesner, L. Xun // Eur J Appl Physiol. – 2012. – Vol. 112(11). – P. 3765-3773. DOI: 10.1007/s00421-012-2356-2.
12. Responses of sex steroid hor-mones to different intensities of exercise in endurance athletes / Sato K., Iemitsu M., Katayama K. [et al] // Exp Physiol. – 2016. – Vol. 101(1). – P. 168-175. DOI: 10.1113/EP085361.
13. Clapp, J. F. The effect of sustained exercise on follicular phase levels of 17 beta-estradiol in recreational athletes / J. F. Clapp, E. L. Capeless, K. D. Little // Am J Obstet Gynecol. – 1993. – Vol. 168(2). – P. 581-584. DOI: 10.1016/0002-9378(93)90498-8.

**REFERENCES**

1. Alimsultanov I.I., Krainyukov I.P. Sudden death in sport: reasons, frequency of appearance and prevention. *Russian Military Medical Academy Reports*, 2020, vol. 39, no. 2, pp. 19-24. (in Russ.)
2. Makarov L.M. Sport and sudden cardiac death. *Emergency cardiology*, 2018, no. 2, pp. 13-21. (in Russ.)
3. Etoom Y., Govindapillai S., Hamilton R., Manlhiot C., Yoo S.J., Farhan M., Sarikouch S., Peters B., McCrindle B.W., Grosse-Wortmann L. Importance of CMR within the task force criteria for the diagnosis of ARVC in children and adolescents. *J Am Coll Cardiol*, 2015, no. 65, pp. 987-995.
4. Khodasevich L.S., Chuprova S.N., Abakumov A.A., Khechumyan A.F. Sudden cardiac death in sports: risk factors, nosological characteristics, prevention directions. *Sports medicine: research and practice*, 2016, vol. 6, no. 3, pp. 76-84. (in Russ.)
5. Brooke T.M., Litvin F.B., Krotova K.A., Masal'tseva L.V., N.S. Men'kova To the question of the peculiarities of the morphological portrait of basketball players depending on the playing role. *Scientific Notes of P.F. Lesgaft University,* 2021, no. 12, pp. 49-51. (in Russ.)
6. Belyaev N.G. Lyovochkina E.D., Baturin V.A., Rzhepakovskij I.V., Abasova T.V., Piskov S.I. Auto-antibodies to cardiomyocyte proteins dynamics at different stages of simulated muscle loads. *Bulletin of RUDN Journal of Medicine*, 2022, vol. 26, no. 1, pp. 51-61. (in Russ.)
7. Lyovochkina E.D., Belyaev N.G., Baturin V.A., Rzhepakovskij I.V., Abasova T.V., Smyshnov K.M., Piskov S.I. Prognostic value of autoantibodies to cardiomyocyte proteins in the diagnosis of chronic physical overexertion. *RUDN Journal of Medicine*, 2022, vol. 3, no. 26, pp. 289-303. (in Russ.)
8. Davydova O.S., Bogdanovskij A.N. Factors defining need in development of high-speed and power qualities among young basketball players taking into account their somatotypes. *Scientific Notes of P.F. Lesgaft University*, 2018, no. 2, pp. 51-54. (in Russ.)
9. Vorob'yova N.V., Fajzullina I.I., Sharagin V.I., Petrov R.E. Functional capabilities of the heart in basketball players. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2023, no. 7, pp. 34-35. (in Russ.)
10. Belyaev N.G., Anfinogenova A.I., Lisova I.M. Characteristics of indices of peripheral blood of men with various volume of total engine activity. *Science. Innovations. Technologies*, 2018, no. 1, pp. 195-203. (in Russ.)
11. Fitzgerald L.Z., Robbins W.A., Kesner J.S., Xun L. Reproductive hormones and interleukin-6 in serious leisure male athletes. *Eur J Appl Physiol*, 2012, vol. 112, no. 11, pp. 3765-3773.

12. Sato K., Iemitsu M., Katayama K., Ishida K., Kanao Y., Saito M. Responses of sex steroid hormones to different intensities of exercise in endurance athletes. *Exp Physiol*, 2016, vol. 101, no. 1, pp. 168-175.

13. Clapp J.F., Capeless E.L., Little K.D. The effect of sustained exercise on follicular phase levels of 17 beta-estradiol in recreational athletes. *Am J Obstet Gynecol*, 1993, vol. 168, no. 2, pp. 581-584.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Николай Георгиевич Беляев** – профессор кафедры физиологии и патологии, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, e-mail: belyaev-nikolay@mail.ru.

**Эльвира Даутовна Левочкина** – биолог патологоанатомического отделения, «Ставропольский краевой клинический онкологический диспансер», Ставрополь, e-mail: minaeva-elvira1990 @yandex.ru.

**Элеонора Аслибековна Манвелян** – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической химии и технологии лекарств медико-биологического факультета, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, e-mail: manveljan@rambler.ru.

**Марат Борисович Узденов** – кандидат медицинских наук, директор Медицинского института, Северо-Кавказская государственная академия, Черкесск, e-mail: uzdenov1@rambler.ru, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0077-9013.

**Алихан Азаматович Гочияев** – студент 5 курса, Северо-Кавказская государственная академия, Черкесск, e-mail: hanali2002@mail.ru, ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3283-0701.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

**Nikolaj G. Belyaev** – Professor of the Department of Physiology and Pathology, North-Caucasus Federal University, Stavropol, e-mail: belyaev-nikolay@mail.ru.

**El'vira D. Levochkina** – Biologist of the Pathology Department, Stavropol Regional Clinical Oncology Center, Stavropol, e-mail: minaeva-elvira1990@yandex.ru.

**Eleonora A. Manvelyan** – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Department of Pharmaceutical Chemistry and Drug Technology, Faculty of Biomedical Sciences, North-Caucasus Federal University, Stavropol, e-mail: manveljan@rambler.ru.

**Marat B. Uzdenov** – Candidate of Medical Sciences, Director of the Medical Institute, North-Caucasus State Academy, Cherkessk; e-mail: uzdenov1@rambler.ru, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0077-9013.

**Alikhan A. Gochiyaev** – 5th year Student, North-Caucasus State Academy, Cherkessk, e-mail: hanali2002@mail.ru, ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3283-0701.

**Для цитирования:** Биомаркеры в прогнозировании повреждения миокарда спортсменов / Беляев Н. Г., Лёвочкина Э. Д., Манвелян Э. А. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024 – Т. 8. – № S1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_3

**For citation**: Belyaev N.G., Lyovochkina E.D., Manvelyan E.A., Uzdenov M.B., Gochiyaev A.A. Biomarkers in predicting myocardial damage in athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. S1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_3