

УДК 572.025

С.В. ЕВДОЛЮК

главный врач¹

Е.В. МИНЮК

заведующий отделением спортивной медицины¹

О.В. СВЕКЛА

аспирант кафедры анатомии²

А.В. ГОЛОТИН

врач ультразвуковой диагностики¹

И.Г. ВЕЛИКИНА

врач клинической лабораторной диагностики¹

Н.Н. ПОЛЕТИЛО

врач функциональной диагностики¹

¹УЗ «Брестский областной диспансер спортивной медицины»,

г. Брест, Республика Беларусь

С.Б. МЕЛЬНОВ, доктор биол. наук, профессор,

профессор кафедры анатомии²

²Белорусский государственный университет физической культуры,

г. Минск, Республика Беларусь

Статья поступила 4 апреля 2024 г.

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ФУТБОЛИСТОВ ГРУППЫ ВЫСШЕГО СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА

Обследованы 38 футболистов группы высшего спортивного мастерства. Проанализированы результаты обследований и проведена оценка текущего состояния футболистов в начале общеподготовительного периода, в конце втягивающего микроцикла, в начале подготовительного периода и в середине подготовительного периода годового цикла подготовки силами специалистов Брестского областного диспансера спортивной медицины. Проведена оценка индивидуальной переносимости тренировочных нагрузок, пересмотрен режим углеводной поддержки и регидратации спортсменов. Проведен корреляционный анализ показателей сердечно-сосудистой системы, позволяющий выявить адаптационные особенности сердечно-сосудистой системы обследованных.

Ключевые слова: *сердечно-сосудистая система, микроцикл, электроэхокардиография, биохимический анализ крови, футбол.*

EVDOLYUK S.V., Chief Physician¹

MINYUK E.V., Head of the Sports Medicine Department¹

SVEKLA O.V., Post-Graduate Student of the Department of Anatomy²

GOLOTIN A.V., Doctor of Ultrasound Diagnostics¹

VELIKINA I.G., Doctor of Laboratory Diagnostics¹

POLETILO N.N., Doctor of Functional Diagnostics¹

¹Regional Sports Medicine Dispensary, Brest, Republic of Belarus

MELNOV S.B., Doctor of Biol. Sc., Professor,
Professor of Anatomy Department²

²Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus

THE DYNAMICS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM INDICATORS AMONG FOOTBALL PLAYERS OF THE ELITE SPORTS MASTERY GROUP

38 football players of the elite sports mastery group were examined. The results of the examinations were analyzed, and the current state of the football players was assessed at the beginning of the general preparatory period, at the end of the tapering microcycle, at the beginning of the preparatory period, and in the middle of the preparatory period of the annual training cycle by the specialists of the Brest Regional Dispensary of Sports Medicine. An assessment of the individual tolerance of training loads was conducted, and the regimen of carbohydrate support and rehydration of the athletes was reviewed. A correlational analysis of cardiovascular system indicators was carried out, allowing to identify the peculiarities of adaptability of the cardiovascular system of the examined individuals.

Keywords: cardiovascular system, microcycle, electrocardiography, biochemical blood analysis, football.

Актуальность исследования. Наличие регулярных различной тяжести травм и отсутствие дополнительных данных о состоянии здоровья спортсменов-футболистов являются причинами снижения эффективности отбора футболистов на различных этапах многолетней подготовки, что приводит к нерациональному использованию бюджетных инвестиций в региональный спорт [8]. Проведение этапного медицинского обследования является весьма информативным показателем в области оценки степени влияния на организм спортсменов ранее накопленных травм, а также кумулятивного воздействия тренировочного процесса на результативность футболистов в матчах и проявления различного характера стресс-индуцированных отклонений в состоянии здоровья, учет которых позволит улучшить процесс подготовки футболистов, тем самым повышая эффективность бюджетных инвестиций в развитие регионального спорта [4, 10, 11].

Цель исследования – выявить особенности динамики показателей сердечно-сосудистой системы футболистов группы высшего спортивного мастерства на основе данных регулярных обследований.

Организация и методы исследования. В исследовании приняли участие 38 футболистов группы высшего спортивного мастерства (мужчины 20-30 лет). Проанализированы показатели состояния здоровья в начале общеподготовительного периода, конце втягивающего микроцикла, начале и середине подготовительного периода годичного цикла подготовки, преимущественно касающихся развития аэробной выносливости и тактико-технической подготовленности.

Обследование включало следующие методы:

– определение максимального потребления кислорода (МПК) с помощью функциональной пробы Астранда (проводилось врачами спортивной медицины с использованием велоэргометров с определением МПК по номограмме) [6,9];

– эхокардиографию с использованием аппарата Mindray, направленную на выявление признаков структурной перестройки миокарда и динамику изменения морфофункциональных показателей резервной выносливости сердца (конечный диастолический объем левого желудочка (КДО), конечный систолический объем сердца (КСО) и ударный объем крови (УО)) [5,7,13];

– электрокардиограмму, проводимую для выявления временных колебаний подъема/спада сегмента ST в динамике исследования [8];

– контроль биохимического и гормонального профилей, направленных на выявление не функционального перенапряжения (оценка уровня креатинфосфокиназы (КФК) в плазме (в утреннее время после тренировочного дня), величины тестостерона, кортизола, гемоглобина (ГЕМ), лейкоцитов (ЛЕЙ) и их соотношение определялись в начале и середине подготовительного периода) [10, 11, 12, 13];

– измерение длины тела ростометром [5, 8];

– Измерение массы тела с помощью медицинских электрических весов [5,8];

– корреляционный анализ с помощью ранговой корреляции по Спирману с уровнем $p < 0.05$ (взаимосвязь признавалась сильной при значении модуля коэффициента корреляции $r \geq 0,75$, умеренной – при $0,25 < r < 0,75$ и слабой – при $r \leq 0,25$) [8, 9].

Результаты средних значений показателей сердечно-сосудистой системы наглядно представлены таблице 1.

Результаты исследования. В целом, антропометрические показатели свидетельствуют о стабильности длины, массы и индекса массы тела, который практически не менялся и составил в среднем 23.1 – 23.2 у.е. Среднее значение показателей деятельности сердца находилось в пределах норм [8]. Отмечается стабильно высокая скорость расслабления миокарда лишь у 26 из 38 спортсменов.

Гемодинамические показатели только 12 спортсменов свидетельствуют о выраженной адаптивной реакции миокарда, способной обеспечить увеличение резервного выброса крови при интенсификации физической нагрузки из-за низких величин УО (менее 95 мл.) и КДО (менее 120 мл.), что говорит о формировании у них «спортивного сердца». У оставшихся 26 уровень адаптабельности не столь высокий [1, 2, 8]. Показатели МПК большинства обследуемых на всех этапах были ниже норм, опубликованных российскими и зарубежными исследователями, приемлемых для футболистов групп высшего спортивного мастерства ведущих футбольных клубов (60мл/мин/кг). Средняя величина МПК в группе варьировала от 51,1 до 56, 1 м4л/мин/кг., что отражает стабильную адаптивную реакцию на нагрузку только подготовительного этапа подготовки [7, 9]. У 6 из 38 обследуемых показатель МПК был нестабилен и продемонстрировал значительные колебания при увеличении объема и мощности тренировочной нагрузки, что косвенно свидетельствовало о физиологически лимитированной выносливости. Кроме того, в начале подготовительного этапа у 4 спортсме-

нов был выявлен клинически значимый подъем сегмента ST на электрокардиограмме, потребовавший временного перевода спортсмена на индивидуальную тренировочную программу и фармакологической коррекции [5, 8].

Выраженный рост КФК во время подготовительного этапа, отмеченный у большинства обследованных, свидетельствует о наличии у футболистов признаков оксидативного стресса при относительно малых объемах и мощности нагрузки, что также указывает на необходимость индивидуализации тренировочных нагрузок [8]. При этом 7 из 38 спортсменов имели высокий, в 2-3 раза превышающий норму, уровень КФК. Относительная стабилизация среднего значения показателя КФК была получена только в середине подготовительного периода.

Превышение нормальных значений уровня мочевины как индикатора катаболических процессов (выше 7,2 ммоль/л) в период невысоких нагрузок в начале подготовительного периода было зарегистрировано у 8 спортсменов. Впоследствии снижение мочевины при интенсификации физических нагрузок отмечено у 2 спортсменов. 2 спортсмена в течение подготовительного периода имели показатели мочевины, превышающие 8 ммоль/л.

Как следствие, изменение уровня мочевины после интенсификации физической нагрузки явилось побудительным мотивом к пересмотру врачами команд режимов углеводной поддержки и регидратации спортсменов [8],

Таблица 1. – Средние значения показателей сердечно-сосудистой системы обследованных спортсменов

Показатели	Начало подготовительного периода (НПП)	Конец втягивающего микроцикла (КВМ)	Середина Подготовительного периода (СПП)
Длина тела, м	181.4 (±5.3)	181.5 (± 5.4)	181.5 (±5.3)
Масса тела, кг	76.2 (±6.9)	76.1 (±6.5)	76.1 (±6.5)
ИМТ, кг/м ²	23.2 (±3)	23.1 (±3.1)	23.1 (±3.2)
МПК, мл/кг/мин	56.1 (±7.8)	51.1 (±7.7)	53.3 (±7.3)
КДО, мл	146.9 (±19.6)	146.7 (±19.5)	146.9 (±19.7)
УО, мл	98.2 (±15.5)	98.3 (±15.7)	98.2 (±15.9)
КСО, мл	48.8 (±9.8)	48.7 (±9.5)	48.8 (±9.3)
Сегмент ST, мм	0.3 (±0.3)	0.3 (±0.3)	0.3 (±0.3)
ГЕМ, г/л	149.5 (±8.7)	149.7 (±10.9)	147.8 (±7.6)
ЛЕЙ, ×10 ⁹ /л	5.83 (±1.4)	5.97 (±1.4)	5.77 (±1.2)
Мочевина, ммоль/л	6.6 (±1.6)	7.4 (±1.5)	7 (±1.1)
КФК, Е/л	467 (±245.2)	811 (±363.9)	505 (±245.7)
Тестостерон, нмоль/л	23.6 (±3.9)	23.7 (±3.9)	24.4 (±4.8)
Кортизол, нмоль/л	479 (±98.9)	479.1 (±98.9)	480.8 (±116.7)
индекс Т/К	5.17 (±1.6)	5.18 (±1.7)	5.23 (±1.3)

что позволило в значительной степени нормализовать ситуацию.

Уровни тестостерона и кортизола также играют значительную роль в проявлении спортсменами их спортивного потенциала и влияют на их достижения в спорте. Тестостерон способствует росту мышечной массы, улучшению силы и выносливости, что непосредственно влияет на спортивные достижения. Кортизол, будучи стрессовым гормоном, при повышенных уровнях может негативно сказываться на восстановлении и общем состоянии организма спортсмена.

Средние значения уровня тестостерона в плазме крови на различных этапах обследования не отличались скачкообразным увеличением своих значений и варьировали в пределах от 23.64 нмоль/л до 24.39 нмоль/л (нормальный диапазон - 10-35 нмоль/л).

Снижение индекса тестостерон/кортизол ввиду избыточной экскреции кортизола при нагрузках средней интенсивности у 15 из 38 обследуемых футболистов является фактором, препятствующим сохранению необходимых для решения игровых задач эргономических навыков мышечной системы [8].

Данные показателей сердечно-сосудистой системы, имеющих корреляционную связь, наглядно представлены в таблице 2.

Наличие умеренного уровня обратной корреляционной связи между показателями тестостерона в начале подготовительного периода и МПК в середине подготовительного периода (-0.35) указывает на влияние изначального уровня тестостерона на способность к аэробной работе организма. При этом чем больше показатель тестостерона, тем меньше показатель максимального потребления кислорода в середине подготовительного периода.

Положительная умеренного уровня корреляционная связь между показателями тестостерона в начале подготовительного периода, и конечный систолический объем сердца в том же периоде (0,41), и положительная корреляционная связь умеренного уровня между конечным систолическим объемом

сердца в начале подготовительного периода и показателями тестостерона в середине подготовительного периода (0,42) может свидетельствовать о связи и положительном влиянии уровня тестостерона на сердечно-сосудистую функцию и адаптацию сердца к физической нагрузке.

Обратная умеренного уровня корреляционная связь между показателями тестостерона в середине подготовительного периода и максимального потребления кислорода в том же периоде (-0,35) указывает на то, что уровень тестостерона может оказывать влияние на аэробную выносливость и физиологические адаптации к физической нагрузке у спортсменов.

Положительная корреляционная связь умеренного уровня (0,32) между показателями кортизола в начале подготовительного периода и показателями лейкоцитов в конце втягивающего микроцикла может указывать на влияние стрессовых факторов на иммунную систему. Высокий уровень кортизола, гормона стресса, может быть связан с активацией иммунных клеток, лейкоцитов, в ответ на стрессовые ситуации.

Положительная корреляционная связь умеренного уровня (0,33) между показателями кортизола в начале подготовительного периода и гемоглобина в середине подготовительного периода может свидетельствовать о развитии процессов компенсации стресса на гематологические параметры. В целом, высокий уровень кортизола, гормона стресса, может оказывать существенное влияние на гемопоэз крови за счет дополнительной оксигенации организма, включая синтез гемоглобина.

Обратная корреляционная связь умеренного уровня (-0,35) между показателями кортизола в середине подготовительного периода и мочевины в начале подготовительного периода может отражать компенсаторные механизмы организма в ответ на стрессовые условия и физическую активность во время подготовительного периода.

Таблица 2. – Данные показателей сердечно-сосудистой системы, имеющих корреляционную связь

Показатели	Мочевина (НПП)	КСО (НПП)	ЛЕЙ (КВМ)	ГЕМ (СПП)	МПК (СПП)
Тестостерон (НПП)		0.41			-0.35
Тестостерон (СПП)		0.42			-0.35
Кортизол (НПП)			0.32	0.33	
Кортизол (СПП)	-0.35				

Выводы. Проведенное в рамках динамического наблюдения медицинское обследование функционального состояния выявило недостаточную эффективность мер по поддержанию футболистами базового функционального уровня и признаки недостаточной тренированности аэробной системы у значительной части обследуемых футболистов во время подготовительного периода годового цикла подготовки. Дополнительным подтверждением явились результаты выступления футбольных команд области групп высшего спортивного мастерства, расположившихся в нижней части турнирных таблиц национального чемпионата, свидетельствующие о низком соревновательном потенциале.

Информативность результатов динамического медицинского наблюдения в оценке степени физической подготовленности и прогностическая ценность в определении соревновательного потенциала футболистов на подготовительном этапе могут использоваться в построении индивидуальной тренировочной модели.

Обнаруженные корреляционные связи между уровнем тестостерона, кортизола и параметрами сердечно-сосудистой системы в разные периоды подготовки футболистов представляют ценную информацию для тренировочного процесса и медико-биологического сопровождения спортсменов. Эти связи могут использоваться для индивидуализации тренировочного режима, адаптации нагрузок под уровень гормонального статуса и физиологические адаптации каждого спортсмена. Понимание влияния гормональных и сердечно-сосудистых параметров на аэробную выносливость, функциональные возможности сердца и реакции на стресс поможет оптимизировать подходы к тренировочному процессу и улучшить результаты футболистов, а также предотвратить перегрузки и травмы, обеспечивая максимальную эффективность подготовки.

Список литературы

1. Афанасьева, И. А. Зависимость фагоцитарной активности лейкоцитов от уровня кортизола у спортсменов при интенсивных физических нагрузках / И. А. Афанасьева // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 8 (78). – С. 19–23.
2. Агапов, К. М. Особенности развития показателей общей выносливости футболистов

3. Ачкасов, Е. Е. Морфологические и функциональные особенности системы кровообращения у ветеранов спорта и действующих спортсменов / Е. Е. Ачкасов [и др.] // Вестник РАМН. 2014. – С. 5–6, 34–39.
4. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
5. Гунина, Л. Синдром перенапряжения у спортсменов: миокардиальные биохимические маркеры / Л. Гунина, В. Безуглая, Л. Носач // Наука в олимпийском спорте. – № 4. – 2017.
6. Контроль физической подготовленности футболистов в спортивной адаптологии / В.Н. Селуянов [и др.]. – НИИ проблем спорта, РГУФК, Москва.
7. Медведев, И. Н. Функциональные возможности сердца у студентов, занимающихся футболом / И. Н. Медведев [и др.] // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 6.
8. Нехвядович, А. И. Научно-методическое обеспечение подготовки спортивного резерва Республики Беларусь по группам видов спорта с использованием методов клиничко-лабораторной диагностики : практическое пособие / А. И. Нехвядович [и др.]. – Минск : БГУФК, 2018.
9. Никитина, Л. Ю. Взаимосвязь показателей эргоспирометрии у спортсменов, занимающихся зимними видами спорта / Л. Ю. Никитина. [и др.] // Спортивная медицина. Ханты-Мансийск, 2013.
10. Оржоникидзе, З. Г. Физиология футбола / З. Г. Оржоникидзе, В. И. Павлов. – М.: Человек, 2008. – 240 с.
11. Покровский, В. М. Физиология человека / В. М. Покровский, Г. Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2003. – 656 с.
12. Рыбина, И. Л. Использование активности креатинфосфокиназы в оценке срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам / И. Л. Рыбина, З. М. Кузнецова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – № 3.
13. Самусев, Р. П. Изменения систолической функции сердца в процессе адаптации к регулярным физическим нагрузкам разной направленности / Р. П. Самусев [и др.]. – ФГБОУ ВО «Волгоградская государствен-

венная академия физической культуры». DOI 10.19163/1994-9480-2018-1(65)-60-62

References

1. Afanasyeva I.A. Zavisimost' fagocitarnoy aktivnosti lejkocytov ot urovnya kortizola u sportsmenov pri intensivny`kh fizicheskikh nagruzkakh [Dependence of the phagocytic activity of leukocytes on cortisol levels in athletes under intense physical exertion]. *Ucheny`e zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the University named after P.F. Lesgaft]. 2011, no. 8 (78), pp. 19–23. (In Russian)
2. Agapov K.M., Mokhov A.A., Berdnikova A.N., Zakharova A.V. *Osobnosti razvitiya pokazatelej obshhej vy`noslivosti futbolistov vy`sokoj kvalifikacii* [Features of the development of general endurance indicators in highly qualified football players]. UrFU, Yekaterinburg, 2018. (In Russian)
3. Achkasov E.E., Mashkovsky E.V., Bogova O.T., Vulkan Sh. Morfologicheskie i funkczional'ny`e osobnosti sistemy krovoobrashheniya u veteranov sporta i dejstvuyushhikh sportsmenov [Morphological and functional features of the circulatory system in veteran athletes and active athletes]. *Vestnik RAMN* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2014, pp. 5–6, 34–39. (In Russian)
4. Baevsky R.M. *Prognozirovanie sostoyanij na grani normy i patologii* [Prediction of states at the border of norm and pathology]. Moscow, Medicine, 1979, 295 p. (In Russian)
5. Gunina L., Bezuglaya V., Nosach L. Sindrom perenapryazheniya u sportsmenov: miokardial'ny`e biokhimicheskie markery` [Overstrain syndrome in athletes: myocardial biochemical markers]. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sports], no. 4, 2017. (In Russian)
6. Seluyanov V.N., Sarsania S.K., Sarsania K.S., Slutsky L.V., Stukalov B.A. *Kontrol' fizicheskoy podgotovlennosti futbolistov v sportivnoj adaptologii* [Control of physical fitness of football players in sports adaptology] Research Institute of Sports Problems, RSUFG, Moscow. (In Russian)
7. Medvedev I.N., Karpov V.Yu. et al. Funkczional'ny`e vozmozhnosti serdca u studentov, zanimayushhikhsya futbolom [Functional capabilities of the heart in students involved in football]. *Ucheny`e zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the University named after P.F. Lesgaft]. 2021, no. 6. (In Russian)
8. Nekhvyadovich A.I., Rybina I.L. et al. *Nauchno-metodicheskoe obespechenie podgotovki sportivnogo rezerva Respubliki Belarus` po gruppam vidov sporta s ispol`zovaniem metodov kliniko-laboratornoj diagnostiki* [Scientific and methodological support for the training of the sports reserve of the Republic of Belarus by groups of sports using clinical and laboratory diagnostic methods]. Minsk, BSUPC, 2018. (In Russian)
9. Nikitina L.Yu., Soodaeva S.K. et al. *Vzaimosvyaz` pokazatelej e`rgospirometrii u sportsmenov, zanimayushhikhsya zimnimi vidami sporta* [Interconnection of ergospirometry indicators in athletes engaged in winter sports]. [Sports Medicine]. Khanty-Mansiysk, 2013. (In Russian)
10. Orzhonikidze Z.G., Pavlov V.I. *Fiziologiya futbola* [Physiology of Football]. Moscow, Human, 2008, 240 p.
11. Pokrovsky V.M., Korotko G.F. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. Moscow, Medicine, 2003, 656 p. (In Russian)
12. Rybina I.L., Kuznetsova Z.M. Ispol`zovanie aktivnosti kreatinfosfokinazy` v ocenke srochnoj i dolgovremennoj adaptaczii organizma sportsmenov k trenirovochny`m nagruzkam [Use of creatine phosphokinase activity in assessing the short-term and long-term adaptation of athletes to training loads]. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy` fizicheskoy kul`tury i sporta* [Pedagogical-psychological and medico-biological problems of physical culture and sports], no. 3. (In Russian)
13. Samusev R.P., Zubareva E.V., Rudaskova E.S., Adelshina G.A. *Izmeneniya sistolicheskoy funkczii serdca v processe adaptaczii k reguljarny`m fizicheskim nagruzkam raznoj napravlennosti* [Changes in systolic heart function during adaptation to regular physical exertion of various directions]. Volgograd State Academy of Physical Culture. (In Russian) DOI 10.19163/1994-9480-2018-1(65)-60-62

Received 4 April 2024