



Чебану С.И., Делеу Р.Д., Тэбырцэ А.В., Тафуни О.И., Фриптуляк Г.Е.

Функциональное состояние организма юных спортсменов в процессе занятий спортивными играми

Государственный университет медицины и фармации имени Николая Тестемицану, MD-2004, Кишинэу, Республика Молдова

Введение. Целью данного исследования была оценка функциональных изменений организма юных спортсменов, практикующих спортивные игры, в процессе тренировки.

Материалы и методы. Функциональное состояние организма юных спортсменов, практикующих пять видов спортивных игр (волейбол, баскетбол, футбол, теннис и гандбол), было изучено на репрезентативной группе из 94 человек, из которых 50 (53,2%) юноши и 44 (46,8%) девушки, со средним возрастом $17,7 \pm 0,19$ года. Были исследованы состояние сердечно-сосудистой, центральной нервной, дыхательной систем и опорно-двигательного аппарата. Оценку функционального состояния проводили с учётом степени и направления изменений в динамике тренировок отдельных показателей, а также по интегральным показателям. Определены степень риска развития неблагоприятных функциональных изменений и тип саморегуляции кровообращения.

Результаты. Степень выраженности показателей функционального состояния организма юных спортсменов в конце тренировок колеблется в пределах от мало до чётко выраженных значений. Со стороны ССС системы отмечено ускорение ЧСС с $60,1 \pm 0,93$ до $123,1 \pm 0,93$ уд./мин ($p < 0,001$), увеличение САД с $101,1 \pm 2,84$ до $129,2 \pm 1,4$ мм рт. ст. ($p < 0,001$), ДАД от $65,8 \pm 1,6$ до $76,3 \pm 1,2$ мм рт. ст. ($p < 0,001$), ПАД от $33,5 \pm 2,35$ до $71,5 \pm 0,85$ мм рт. ст. ($p < 0,001$), СО от $78,3 \pm 1,75$ до $84,2 \pm 1,06$ мл ($p < 0,001$), МО от $4,3 \pm 0,22$ до $10,3 \pm 0,11$ л ($p < 0,001$), ПСС с $934,2 \pm 42,11$ до $1646,4 \pm 37,61$ дин \cdot см⁻⁵ \cdot с ($p < 0,001$). Со стороны центральной нервной системы наблюдалось увеличение ЛПЗМР от 236 ± 20 до $389 \pm 5,3$ мс ($p < 0,001$) и ЛПСМР с $160 \pm 3,8$ до $256 \pm 7,7$ мс ($p < 0,001$). У юных спортсменов, которые занимаются волейболом, отмечается более высокая нагрузка на сердечно-сосудистую систему. Функциональные изменения более выражены у девушек-спортсменок. Риск развития неблагоприятных функциональных изменений отмечен для 15 физиологических показателей, коэффициент относительного риска варьирует в пределах 1,03–2,45 у юношей и 1,04–2,9 у девушек. Наиболее выраженный риск характерен для ПСС (ОР = 1,60), МО (ОР = 1,58), СО (ОР = 1,55) у юношей и СО (ОР = 2,35), МО (ОР = 2,21), САД (ОР = 1,75), ДАД (ОР = 1,73) и ПАД (ОР = 1,52) у девушек.

Заключение. Показатели функционального состояния юных спортсменов в процессе тренировки изменяются в соответствии с основными физиологическими закономерностями. Средние величины показателей функционального состояния системы кровообращения организма юных спортсменов начинают выходить за пределы физиологических норм в группе лиц, занимающихся спортом более 7 лет. По степени относительного риска развития неблагоприятных функциональных изменений в процессе тренировок лидируют баскетбол, футбол и гандбол.

Ключевые слова: спортивные игры; юные спортсмены; функциональное состояние; адаптация; риски

Для цитирования: Чебану С.И., Делеу Р.Д., Тэбырцэ А.В., Тафуни О.И., Фриптуляк Г.Е. Функциональное состояние организма юных спортсменов в процессе занятий спортивными играми. Гигиена и санитария. 2021; 100 (3): 268-273. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-268-273>

Для корреспонденции: Чебану Сергей Иванович, канд. мед. наук, доцент, кафедра гигиены, Государственный университет медицины и фармации им. Николая Тестемицану, MD-2004, Кишинэу, Республика Молдова. E-mail: serghei.cebanu@usmf.md

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Благодарность. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Чебану С.И. – концепция и дизайн исследования, написание текста; Делеу Р.Д. – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, написание текста; Тэбырцэ А.В., Тафуни О.В. – сбор и обработка материала; Фриптуляк Г.Е. – редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 24.09.2020 / Принята к печати 10.03.2021 / Опубликована 16.04.2021

Serghei I. Cebanu, Raisa D. Deleu, Alisa V. Tabîrța, Ovidiu I. Tafuni, Grigore E. Friptuleac Dynamics of the functional state of the body of young athletes practicing sports games

Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, MD-2004, Republic of Moldova

Introduction. Maintaining and strengthening young athletes' health is very important since a growing body is more sensitive than an adult one. The overload on young athletes' bodies' functional systems is much higher compared to their peers who do not engage in intense physical activities and sports.

This study aimed to assess the functional changes in the body of young athletes practicing sports games in the training process.

Materials and methods. The functional state of the body of young athletes practicing five types of sports (volleyball, basketball, football, tennis, and handball) was studied on a representative group of 94 people, of which 50 (53.2%) males and 44 (46.8%) females with an average age of 17.7 ± 0.19 years. The cardiovascular system, central nervous system, respiratory system, and musculoskeletal system were investigated. The functional state assessment was carried out, taking into account the degree and direction of changes in the dynamics of training of individual indicators and integral indicators. It was determined the degree of risk of developing adverse functional changes. To identify premorbid states, we establish the type of self-regulation of blood circulation.

Results. The obtained results in this study indicate that significant changes express the biological significance of the response of athletes to the conditions of training in the indices of the functions of the cardiovascular and central nervous systems and the musculoskeletal system. The indices of the functional state of the young athletes' body at the end of the training changed in both directions. The degree of their severity fluctuated within limits from little too clearly expressed values. On the part of the cardiovascular system, an acceleration of heart rate from 60.1 ± 0.93 to 123.1 ± 0.93 beats/min ($p < 0.001$) was noted, an increase of systolic blood pressure from 101.1 ± 2.84 to 129.2 ± 1.40 mm Hg. ($p < 0.001$), diastolic arterial pressure from 65.8 ± 1.60 to 76.3 ± 1.20 mm Hg. ($p < 0.001$), pulse pressure from 33.5 ± 2.35 to 71.5 ± 0.85 mm Hg. ($p < 0.001$), systolic pressure from 78.3 ± 1.75 to 84.2 ± 1.06 ml ($p < 0.001$), minutes volume from 4.3 ± 0.22 to 10.3 ± 0.11 l ($p < 0.001$), total peripheral resistance from 934.2 ± 42.11 to 1646.4 ± 37.61 dyn \cdot s/cm⁵ ($p < 0.001$). On the part of the central nervous system, there was an increase in visual motor reaction from 236 ± 20.0 to 389 ± 5.3 ms ($p < 0.001$) and the auditory-motor reaction from 160 ± 3.8 to 256 ± 7.7 ms ($p < 0.001$). Young athletes who play volleyball have a higher load on the cardiovascular system. Functional changes are more pronounced in female athletes. The risk of developing unfavorable functional changes was noted for 15 physiological indices. The relative risk varied within 1.03-2.45 for boys and 1.04-2.90 for girls. The most pronounced risk is characteristic for total peripheral

resistance ($RR = 1.60$), minutes volume ($RR = 1.58$), systolic pressure ($RR = 1.55$) in boys and systolic pressure ($RR = 2.35$), minutes volume ($RR = 2.21$), systolic arterial pressure ($RR = 1.75$), diastolic arterial pressure ($RR = 1.73$) and peripheral blood pressure ($RR = 1.52$) in girls.

Conclusions. When playing sports games, a specific professional environment for different types of sports games is formed, this harming the functional state, performance, and health of young athletes.

Keywords: sports games; young athletes; functional indices; overload

For citation: Cebanu S.I., Deleu R.D., Tabirța A.V., Tafuni O.I., Friptuleac Gr.E. Dynamics of the functional state of the body of young athletes practicing sports games. *Gigienea i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)* 2021; 100 (3): 268–273. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-268-273> (In Russ.)

For correspondence: Serghei I. Cebanu, Ph.D., associate professor, Department of Hygiene, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, MD 2004, Republic of Moldova. E-mail: serghei.cebanu@usmf.md

Information about the authors:

Cebanu S.I., <https://orcid.org/0000-0002-2493-4882>; Deleu R.D., <https://orcid.org/0000-0001-8922-2491>; Tabirța A.V., <https://orcid.org/0000-0002-7835-2271>; Tafuni O.I., <https://orcid.org/0000-0002-9768-5098>; Friptuleac Gr.E., <https://orcid.org/0000-0003-4426-1192>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution of the authors: Cebanu S.I. – the concept and design of the study, writing the text; Deleu R.D. – the concept and design of the study, statistical analysis, writing the text; Tabirța A.V., Tafuni O.I. – the collection and processing of the material; Friptuleac Gr.E. – editing. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: September 24, 2021 / Accepted: March 10, 2021 / Published: April 16, 2021

Введение

Занятия физической культурой и спортом, физическая активность являются основополагающими факторами формирования и укрепления здоровья. Вместе с тем имеется достаточно доказательств развития патологии у спортсменов. В этом контексте проблемы сохранения и укрепления здоровья юных спортсменов очень важны, так как у них нагрузки на функциональные системы организма значительно выше по сравнению с их сверстниками, которые не занимаются интенсивно физической культурой и спортом. Также не следует забывать, что растущий организм юных спортсменов является более чувствительным к внешним воздействиям по сравнению со взрослыми спортсменами [1–3].

Среди мер, обеспечивающих повышение эффективности тренировочного процесса и достижение высоких спортивных результатов, большое значение имеет создание оптимальных условий тренировок, способствующих сохранению и укреплению здоровья юных спортсменов, а также повышению их работоспособности. В решении указанной проблемы важное место принадлежит физиолого-гигиеническим исследованиям, позволяющим оценить направленность функциональных изменений физиологических систем, тяжесть и напряжённость работы, степень утомления и переутомления в процессе тренировок, а также рекомендовать мероприятия по их предотвращению [1, 4]. Исследования такого рода важны для дозирования физической нагрузки и прогнозирования состояний на грани нормы и патологии, когда они легко обратимы [5].

Игровые виды спорта характеризуются большой физической и нервно-психологической нагрузкой, наличием сложных координационных движений, элементов единоборств на фоне интенсивного игрового мышления при значительной нагрузке на верхние и нижние конечности, а также постоянным чередованием интенсивной мышечной деятельности и отдыха [6–8]. В спортивных играх от спортсменов требуются динамические сложные реакции на разные моменты игры, возникновение которых следует предугадать и незамедлительно принимать решения, то есть в условиях отсутствия времени на размышления. Ответные реакции связаны в основном с движением мяча игроков своей команды, а также команды соперников [9–11].

Целью настоящего исследования является оценка функционального состояния организма юных спортсменов в процессе занятий спортивными играми.

Материалы и методы

В реальных тренировочных условиях были выполнены комплексные физиологические исследования по оценке функционального состояния организма юных спортсменов.

Исследования проводились на репрезентативной группе из 94 юных спортсменов, которые решили заниматься про-

фессионально спортивными играми, из которых 50 (53,2%) юношей и 44 (46,8%) девушки, средний возраст которых составляет $17,7 \pm 0,19$ года. Время занятий спортивными играми колеблется в пределах от 7 мес до 14 лет, в среднем составляет $5,8 \pm 0,3$ года. Из общего числа обследуемых 10 (10,6%) занимаются спортом до 2 лет, 26 человек (27,7%) – 3–4 года, 27 (28,7%) – 5–6 лет, 13 (13,8%) – 7–8 лет, 18 (19,1%) – 9 и более лет. Учениками лицеев спортивного профиля являются 38 (40,4%) обследуемых, а остальные 56 (59,6%) являются учениками общеобразовательных лицеев и колледжей, спортом занимаются на базе специализированных спортивных клубов. Из общего числа обследуемых 21 (22,3%) занимается баскетболом, 14 (14,9%) – волейболом, 20 (21,3%) – гандболом, 19 (20,2%) – теннисом и 20 (21,3%) – футболом.

Критериями включения в исследование были: возраст 15–18 лет, вид практикуемого спорта – баскетбол, волейбол, теннис, гандбол и футбол, а критериями исключения – возраст более 18 лет 11 мес и 30 дней и отказ спортсменов от участия в исследовании.

Исследования проводились в динамике тренировок: перед началом и в конце тренировки.

С учётом особенностей тренировочного процесса и данных литературы использован комплекс методов, позволяющих охарактеризовать изменения состояния сердечно-сосудистой, центральной нервной, дыхательной систем и нервно-мышечного аппарата, которые наиболее задействованы в процессе тренировок [12, 13].

О состоянии центральной нервной системы судили по латентному периоду простой зрительно- (ЛПЗМР) и слухомоторной реакции (ЛПСМР) [14, 16], которые были измерены с использованием хронорефлексометра.

О состоянии сердечно-сосудистой системы (ССС) судили по частоте сердечных сокращений (ЧСС), артериальному давлению (систолическому (САД) и диастолическому (ДАД), пульсовому (ПД), среднелинейному (СДД)), систолическому (СО) и минутному объёму (МО), должному минутному объёму сердца (ДМО), периферическому сопротивлению кровотоку (ПСС), индексу Квааса, вегетативному индексу Кердо, сердечному индексу (СИ), индексу функциональных изменений сердечно-сосудистой системы (ИФИ), а также по типу саморегуляции кровообращения [14, 15].

О состоянии дыхательной системы судили по жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ). Спирометрия проводилась по стандартной методике [14, 15].

О состоянии нервно-мышечного аппарата судили по мышечной силе (МС) и мышечной выносливости (МВ) к статическим нагрузкам, которые были измерены с использованием статического динамометра конструкции Подобы Е.В. [14, 16].

Всего было зарегистрировано 1256 значений отдельных показателей, и определены 3102 значения расчётных показателей.

Оценку функциональных изменений в процессе занятий провели с учётом практикуемых спортивных игр, пола и продолжительности спортивной практики. Также определялся тип саморегуляции кровообращения и степень риска развития неблагоприятных функциональных изменений в организме спортсменов.

Результаты исследования динамики показателей функционального состояния организма обработаны статистически с использованием методов малой выборки в Microsoft EXCEL. Для проверки статистической значимости различий использовали *t*-критерий Стьюдента [17].

Участие в исследованиях было добровольное, бесплатное на основании информированного согласия. Проект исследования был утверждён Комитетом по этике научных исследований Государственного университета медицины и фармации им. Николая Тестемицану Республики Молдова.

Результаты

Установлено, что продолжительность занятия спортом в исследуемой группе колеблется в пределах от 1 до 13 лет, составляя в среднем $5,8 \pm 0,3$ года. Программа тренировок предусматривает занятия продолжительностью от 1 до 3 ч (в среднем $1,8 \pm 0,28$ ч) в течение 4 (теннис) и 5 дней в неделю (футбол, гандбол, баскетбол и волейбол).

Результаты оценки изменений показателей функционального состояния организма юных спортсменов в процессе занятия спортивными играми представлены в табл. 1.

Установлено, что в конце тренировки показатели функционального состояния организма юных спортсменов изменились, а степень их выраженности колеблется в пределах от мало до чётко выраженных значений.

Со стороны ССС отмечено ускорение ЧСС с $60,1 \pm 0,93$ до $123,1 \pm 0,93$ уд./мин ($p < 0,001$), увеличение САД с $101,1 \pm 2,84$ до $129,2 \pm 1,40$ мм рт. ст. ($p < 0,001$), ДАД от $65,8 \pm 1,60$ до $76,3 \pm 1,20$ мм рт. ст. ($p < 0,001$), ПАД от $33,5 \pm 2,35$ до $71,5 \pm 0,85$ мм рт. ст. ($p < 0,001$), СО от $78,3 \pm 1,75$ до $84,2 \pm 1,06$ мл ($p < 0,001$), МО от $4,3 \pm 0,22$ до $10,3 \pm 0,11$ л ($p < 0,001$), ПСС с $934,2 \pm 42,11$ до $1646,4 \pm 37,61$ дин \cdot см⁻⁵ \cdot с ($p < 0,001$). Со стороны центральной нервной системы наблюдалось увеличение ЛПЗМР от 236 ± 20 до $389 \pm 5,3$ мс ($p < 0,001$) и ЛПСМР с $160 \pm 3,8$ до $256 \pm 7,7$ мс ($p < 0,001$).

После тренировок мышечная сила практически не изменилась, а мышечная выносливость уменьшилась с $36,4 \pm 4,9$ до $18,6 \pm 3,7$ с ($p < 0,001$).

Со стороны дыхательной системы наблюдалось увеличение ЖЕЛ с $4,8 \pm 0,08$ до $8,7 \pm 0,06$ л ($p < 0,05$).

Изменения физиологических показателей в конце тренировки по сравнению с исходным уровнем у лиц, практикующих баскетбол и гандбол, почти идентичные. ЧСС увеличилась на 64,3% ($p < 0,05$), ПАД – на 90,1%, МО – на 71,4%, САД – на 22,5% ($p < 0,05$), ЛПСМР – на 25,3% ($p < 0,05$) (табл. 2). Изменения ЧСС и СО свидетельствуют о перенапряжении сердечно-сосудистой системы, обусловленном преобладанием сосудистого типа адаптационных реакций, что оценивается негативно с точки зрения спортивной медицины.

У юных спортсменов, которые занимаются волейболом, отмечается более высокая нагрузка на сердечно-сосудистую систему (см. табл. 2), ЧСС увеличилась на 73,1% против 64,3% у баскетболистов и гандболистов ($p < 0,02$), ПАД – на 67,8% против 90,1% у баскетболистов и гандболистов ($p < 0,001$).

Изменения со стороны показателей функционального состояния дыхательной системы характеризуются увеличением ЖЕЛ, более выраженным у лиц, практикующих баскетбол (на 70,3%), затем следуют в убывающем порядке занимающиеся теннисом – на 54,5%, волейболом – на 46,1%, футболом – с 22,2% и гандболом – с 18,1%. Зарегистрированные различия нельзя полностью объяснить только специфическими особенностями спортивных игр, они, возможно, обусловлены напряжением процессов адаптации.

При анализе средних функциональных показателей организма юных спортсменов были выявлены отличия в зависимости от времени занятия спортом, которые выходят за пределы физиологических норм. Данные изменения более выражены в показателях системы кровообращения в группе лиц, занимающихся спортом более 7 лет. Наиболее чувствительными показателями в убывающем порядке являются ПАД, ЧСС, МО и ПСС. Показатели ПАД увеличились на 51,6% (от $32 \pm 3,54$ до $48,5 \pm 5,31$ мм рт. ст.) в группе лиц, которые занимались спортом на протяжении до 2 лет ($p < 0,001$), на 72,2% (от $36 \pm 2,66$ до $62 \pm 4,93$ мм рт. ст.) в группе лиц, которые занимались спортом на протяжении 7–8 лет ($p < 0,01$) и на 79,9% (от $34,4 \pm 2,08$ до $61,7 \pm 3,53$ мм рт. ст.) в группе лиц, которые занимались спортом на протяжении 9 и более лет ($p < 0,001$). Самые выраженные изменения ЧСС отмечены в группе юных спортсменов, которые занимаются спортом 7–8 лет, – увеличение на 74,8% (от $66,6 \pm 1,15$ до $116,4 \pm 5,8$ уд. в 1 мин ($p < 0,001$), затем следуют занимающиеся 9 и более лет – на 62,4% (от $69,1 \pm 1,64$ до $112,2 \pm 4,81$ уд. в 1 мин) ($p < 0,01$). МО увеличился на 69,4% (от $4,9 \pm 0,36$ до $8,3 \pm 0,87$ л/мин) ($p < 0,001$) в группе занимающихся спортивными играми 7–8 лет, на 62% в группе занимающихся спортом 9 и более лет (от $5 \pm 0,22$ до $8,1 \pm 0,51$ л/мин) ($p < 0,001$). ПСС снизилось от 7,1% (от $1073,4 \pm 98,5$ до $997,78 \pm 87,8$ дин \cdot см⁻⁵ \cdot с) ($p < 0,001$) – в группе занимающихся спортом до 2 лет, до 43,9% (от $195,9 \pm 85,58$ до $513,88 \pm 70,06$ дин \cdot см⁻⁵ \cdot с – в группе занимающихся спортом 7–8 лет.

Обсуждение

Физиологические показатели в процессе динамике тренировки изменяются в соответствии с основными закономерностями и совпадают с приведёнными в литературе [1, 10, 11, 13, 18–20].

Степень выраженности функциональных изменений у лиц, занимающихся теннисом, является наиболее благоприятной по сравнению с другими видами спорта по большинству показателей ССС, кроме показателей, которые характеризуют выносливость, что можно объяснить специфическими характеристиками данного вида спорта. I. Dragan [1] подчёркивает, что при профессиональном отборе детей для занятий теннисом одним из критериев является сильная, уравновешенная, подвижная нервная система, которая способствует будущему спортсмену концентрировать внимание, повысить устойчивость к стрессу и умственной усталости, оперативное мышление, конкретность, настойчивость, выносливость, скорость и развить особые способности в анализе непредвиденных ситуаций.

Влияние тренировок на организм юных спортсменов более выражено у лиц женского пола. Так, у девушек, занимающихся баскетболом, установлены незначительные вариации ЧСС в пределах 4,3–11,8%; САД – 3,02–4,3% и выраженные отклонения МО – 4,6–25,2%. Влияние физической нагрузки на нервно-мышечный аппарат проявляется снижением мышечной силы (на 0,1–10,8%) и мышечной выносливости к статическим нагрузкам (на 19,7–54%).

Для диагностики преморбидных (донозологических) состояний рекомендуется определить тип саморегуляции кровообращения, который отражает взаимосвязь между МО и периферическим сопротивлением кровеносных сосудов [21, 22]. Характер функциональных изменений в тренировочном процессе оценивали, рассматривая три варианта: положительный – переход сосудистого типа саморегуляции кровообращения в сердечный тип саморегуляции или смешанный тип; отрицательный – переход сердечного или смешанного типа саморегуляции кровообращения в сосудистый тип; и постоянный – в тех случаях, когда тип саморегуляции кровообращения остаётся неизменным. В последнем случае могут быть рассмотрены два аспекта: поддержание благоприятного типа саморегуляции (смешанная или сердечная) или ситуация менее

Таблица 1 / Table 1

Показатели функционального состояния организма юных спортсменов в процессе занятия спортивными играми, $M \pm m$
Indices of the functional state of the body of young athletes in the process of playing sports games, $M \pm m$

| Физиологический показатель Physiological indices | Вид спорта / Kind of sport | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|--|--|
| | баскетбол / basketball $n = 21$ | | футбол / football $n = 20$ | | гандбол / handball $n = 20$ | | теннис / tennis $n = 19$ | | волейбол / volleyball $n = 14$ | | | |
| | до / before | после / after | до / before | после / after | до / before | после / after | до / before | после / after | до / before | после / after | | |
| ЧСС, уд. в 1 мин Heart rate, beats per 1 min | 74.9 ± 1.40 | 123.1 ± 0.93*** | 60.1 ± 0.93 | 89.3 ± 0.62*** | 74.9 ± 1.4 | 123.1 ± 0.93*** | 64.2 ± 0.61 | 73.3 ± 0.41*** | 64.2 ± 0.61 | 111.1 ± 0.41*** | | |
| САД, мм рт. ст. SBP, mm Hg | 105.5 ± 2.10 | 129.2 ± 1.40*** | 108.6 ± 1.94 | 127.8 ± 1.29*** | 105.5 ± 2.10 | 129.2 ± 1.40** | 101.1 ± 2.84 | 120.3 ± 1.89*** | 101.1 ± 2.84 | 119.8 ± 1.89*** | | |
| ДАД, мм рт. ст. DBP, mm Hg | 67.9 ± 1.80 | 76.3 ± 1.20*** | 68.3 ± 1.53 | 73.7 ± 1.02** | 67.9 ± 1.80 | 76.3 ± 1.20*** | 65.8 ± 1.60 | 70.9 ± 1.07* | 65.8 ± 1.60 | 72.1 ± 1.07** | | |
| ПАД, мм рт. ст. Pulse BP, mm Hg | 37.6 ± 1.27 | 71.5 ± 0.85*** | 36.3 ± 2.49 | 60.8 ± 1.66*** | 37.6 ± 1.27 | 71.5 ± 0.85*** | 33.5 ± 2.35 | 64.2 ± 1.57*** | 33.5 ± 2.35 | 56.2 ± 1.57*** | | |
| СДД, мм рт. ст. Mean dynamic BP, mm Hg | 140.6 ± 2.80 | 172.2 ± 1.87*** | 130.3 ± 6.60 | 153.4 ± 4.04** | 140.6 ± 2.80 | 172.2 ± 1.87*** | 128 ± 5.19 | 152.3 ± 3.46*** | 128 ± 5.19 | 151.7 ± 3.46*** | | |
| CO, мл SV, ml | 80.1 ± 5.92 | 84.1 ± 0.00 | 80.1 ± 1.73 | 80.8 ± 1.15 | 80.2 ± 1.59 | 84.2 ± 1.06* | 78.3 ± 1.75 | 79.1 ± 1.17 | 78.3 ± 1.75 | 78.9 ± 1.17 | | |
| МО, л/мин CO ₂ /min | 6.0 ± 0.16 | 10.3 ± 0.11*** | 4.3 ± 0.22 | 7.0 ± 0.15*** | 6.0 ± 0.16 | 10.3 ± 0.11*** | 5.0 ± 0.13 | 5.7 ± 0.09*** | 5.0 ± 0.13 | 8.6 ± 0.09*** | | |
| Сердечный индекс, л/мин • м ² CI l/min • m ² | 0.3 ± 0.01 | 0.5 ± 0.01*** | 0.2 ± 0.01 | 0.3 ± 0.01*** | 0.3 ± 0.01 | 0.5 ± 0.01*** | 0.3 ± 0.01 | 0.3 ± 0.01 | 0.3 ± 0.01 | 0.5 ± 0.01*** | | |
| ДМО, л Proper CO (PCO), l | 6.0 ± 0.16 | 6.6 ± 0.11* | 4.3 ± 0.22 | 7.0 ± 0.15*** | 6.0 ± 0.16 | 6.6 ± 0.11** | 5.0 ± 0.13 | 4.3 ± 0.09*** | 5.0 ± 0.13 | 4.5 ± 0.09** | | |
| Индекс Кердо Kerdo index | -90.4 ± 2.56 | -132.3 ± 1.71*** | -115.0 ± 2.86 | -162.8 ± 1.91*** | -90.4 ± 2.56 | -48.5 ± 1.75*** | -97.3 ± 3.85 | -78.5 ± 2.57*** | -97.3 ± 3.85 | -50.7 ± 2.57*** | | |
| Индекс выносливости Tolerance index | 20.8 ± 0.84 | 23.0 ± 0.56* | 16.4 ± 0.93 | 18.0 ± 0.62 | 20.8 ± 0.84 | 23.0 ± 0.56* | 21.3 ± 1.52 | 28.0 ± 1.01*** | 21.3 ± 1.52 | 20.0 ± 1.01 | | |
| Индекс Квааса Kvaas's coefficient | 20.8 ± 0.84 | 23.0 ± 0.42** | 15.9 ± 0.91 | 17.5 ± 0.61 | 20.8 ± 0.84 | 23.0 ± 0.56* | 21.3 ± 1.52 | 28.0 ± 1.01*** | 21.3 ± 1.52 | 20.0 ± 1.01 | | |
| ПСС, дин • см ⁻⁵ • с PVR dyne • cm ⁻⁵ • s | 934.2 ± 42.11 | 1372.3 ± 28.07*** | 1180.2 ± 51.92 | 1646.4 ± 37.61*** | 934.2 ± 42.11 | 1372.3 ± 28.07*** | 1091.6 ± 47.34 | 1239.0 ± 31.56*** | 1091.6 ± 47.34 | 1600.3 ± 31.56*** | | |
| Индекс функциональных изменений (ИФИ) Functional changes index | 5.0 ± 0.07 | 5.8 ± 0.05*** | 4.7 ± 0.11 | 5.3 ± 0.07*** | 5.0 ± 0.07 | 5.8 ± 0.05*** | 4.7 ± 0.08 | 5.0 ± 0.05** | 4.7 ± 0.08 | 5.4 ± 0.05*** | | |
| ЛПЗМР, мс Visual motor simple reaction time latency, ms | 320 ± 8.0 | 346 ± 7.60* | 305 ± 10.0 | 389 ± 5.3*** | 236 ± 20.0 | 275 ± 16.7* | 316 ± 15.9 | 366 ± 22.6* | 260 ± 20.8 | 301 ± 20.6* | | |
| ЛПСМР, мс Auditory motor simple reaction time latency, ms | 191 ± 3.0 | 219 ± 5.5*** | 194 ± 6.5 | 225 ± 4.6*** | 179 ± 6.1 | 256 ± 7.7*** | 160 ± 3.8 | 196 ± 5.6*** | 191 ± 5.7 | 215 ± 4.2** | | |
| ЖЕЛ, л VC ₁ | 5.1 ± 0.09 | 8.7 ± 0.06*** | 5.1 ± 0.05 | 6.2 ± 0.03*** | 5.1 ± 0.09 | 6.0 ± 0.06*** | 4.8 ± 0.08 | 7.4 ± 0.05*** | 4.8 ± 0.08 | 7.0 ± 0.05*** | | |
| Мышечная сила, кг Muscle force, kg | 27.6 ± 1.16 | 27.6 ± 0.77 | 26.0 ± 1.41 | 26.3 ± 0.94 | 27.6 ± 1.16 | 29.9 ± 0.77 | 24.1 ± 1.08 | 25.1 ± 0.72 | 24.1 ± 1.08 | 24.1 ± 0.72 | | |
| МВ, с Muscle tolerance, s | 25.6 ± 4.40 | 20.6 ± 1.70 | 36.4 ± 4.90 | 19.1 ± 3.20** | 29.1 ± 6.20 | 21.5 ± 3.40 | 23.1 ± 3.1 | 18.6 ± 3.7 | 30.3 ± 3.5 | 23.1 ± 3.1 | | |

Примечание. / Note. * - $p < 0.05$; ** - $p < 0.01$; *** - $p < 0.001$.

Таблица 2 / Table 2

Изменения показателей функционального состояния организма юных спортсменов в процессе занятий спортивными играми
Changes in the indices of the functional state of the organism of young athletes in the process of playing sports games

| Физиологический показатель | Physiological indices | Вид спорта Kind of sport | | | | |
|--|---|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | баскетбол basketball n = 21 | футбол football n = 20 | гандбол handball n = 20 | теннис tennis n = 19 | волейбол volleyball n = 14 |
| ЧСС, уд. в 1 мин | Heart rate, beats per 1 min | +64.3 | +48.5 | +64.3 | +14.4 | +73.1 |
| САД, мм рт. ст | SBP, mm Hg | +22.5 | +17.7 | +22.5 | +19.0 | +18.5 |
| ДАД, мм рт. ст | DBP, mm Hg | -12.3 | -7.9 | -12.3 | -7.7 | -9.6 |
| ПАД, мм рт. ст | Pulse BP, mm Hg | +90.1 | +67.5 | +90.1 | +91.7 | +67.8 |
| СДД, мм рт. ст | Mean dynamic BP, mm Hg | +22.5 | +17.7 | +22.5 | +19.0 | +18.5 |
| СО, мл | SV, ml | +5.0 | -0.9 | +5.0 | -1.0 | -0.8 |
| МО, л/мин | CO, l/min | +71.4 | +62.3 | +71.4 | +13.3 | +71.2 |
| Сердечный индекс, л/мин • м ² | CI, l/min • m ² | +71.4 | +62.3 | +71.4 | +13.3 | +71.2 |
| ДМО, л | Proper CO (PCO), l | -10.7 | +62.3 | -10.7 | +13.3 | +10.8 |
| Индекс Кердо | Kerdo index | -46.4 | -41.6 | -46.4 | -19.3 | -47.9 |
| Индекс выносливости | Tolerance index | -10.7 | +9.8 | -10.7 | -31.4 | +6.0 |
| Индекс Квааса | Kvaas's coefficient | -10.7 | +9.8 | -10.7 | -31.4 | +6.0 |
| ПСС, дин • см ⁻⁵ • с | PVR, dyne • cm ⁻⁵ • s | -46.9 | -39.5 | -46.9 | -13.5 | -46.6 |
| Индекс функциональных изменений (ИФИ) | Functional changes index | +15.7 | +12.8 | +15.7 | +6.8 | +15.2 |
| ЛПЗМР, мс | Visual motor simple reaction time latency, ms | +8.1 | +27.5 | +16.5 | +15.8 | +15.8 |
| ЛПСМР, мс | Auditory motor simple reaction time latency, ms | +14.7 | +16.0 | +43.0 | +22.5 | +12.6 |
| ЖЕЛ, л | VC, l | +70.3 | +22.2 | +18.1 | +54.5 | +46.1 |
| Мышечная сила, кг | Muscle force, kg | -0.03 | -0.97 | -8.20 | -4.04 | -0.03 |
| МВ, с | Muscle tolerance, s | -19.5 | -47.5 | -26.1 | -19.5 | -23.8 |

благоприятная (сосудистая). При окончательной оценке динамики типа саморегуляции кровообращения во время тренировок посчитали правомочным отнести лиц с неизменённым благоприятным типом саморегуляции в группу спортсменов с улучшенной функцией сердечно-сосудистой системы, а лиц с сохранением сосудистого типа — в группу лиц с отрицательной динамикой.

Смешанный тип саморегуляции кровообращения был характерен в среднем для 27,1% юных спортсменов, сердечно-сосудистый тип — для 36,4%. Довольно высокие пропорции обследуемых лиц с сосудистым типом саморегуляции свидетельствуют о напряжении механизмов адаптации организма в ходе тренировочного процесса.

У спортсменов, практикующих гандбол, доля лиц со смешанным и сердечным типом саморегуляции выше и составляет 68,7%. Примерно такие же цифры были зарегистрированы у последователей баскетбола и футбола (66,6 и 65,2% соответственно). Промежуточное положение занимают волейболисты (63,8%). У спортсменов, занимающихся баскетболом и футболом, смешанный тип саморегуляции зарегистрирован в пределах 30,8–30,4%, а доля лиц с сердечным типом — 35,8–38,4%.

После тренировки число лиц со смешанным типом саморегуляции увеличилось на 8,3%, с сосудистым типом — на 8,7% на фоне увеличения на 17% лиц с сердечным типом саморегуляции кровообращения ($p = 0,001$). Эти изменения с позиций спортивной физиологии и медицины могут быть оценены положительно.

Полученные данные указывают на наличие значительных различий в доле спортсменов с благоприятными и

неблагоприятными изменениями в типе саморегуляции кровообращения. У всех обследованных было зарегистрировано улучшение типа саморегуляции в пределах 60–66,7%.

Для снижения или устранения неблагоприятного воздействия тренировочного процесса на организм юных спортсменов необходимо учитывать степень риска развития нежелательных реакций и выявлять группы риска, в отношении которых необходимо проводить мероприятия по оздоровлению [2, 23].

Оценка относительного риска развития неблагоприятных функциональных изменений со стороны сердечно-сосудистой, центральной нервной систем и опорно-двигательного аппарата выявила самые чувствительные показатели, которые реагируют на физические воздействия перенапряжением функций, которые в дальнейшем могут привести к срыву адаптации.

Для обеспечения надлежащего уровня адаптации организма игроков к условиям игры и для достижения высоких спортивных результатов чрезвычайно важна тренированность кардиореспираторной системы, которая является главной функциональной системой, обеспечивающей высокий уровень работоспособности нервно-мышечного аппарата, зрительного анализатора, а также оперативное игровое мышление [1, 6, 19].

В ходе настоящего исследования установлено, что значение относительного риска развития неблагоприятных функциональных изменений (ОР) колеблется в пределах 0,73–2,46 для лиц, которые занимаются баскетболом, 0,74–1,82 для тех, кто занимается футболом, 0,61–2,8 для тех, кто занимается гандболом, 0,26–2,45 для тех, кто занимается

теннисом и 0,48–2,83 для тех юных спортсменов, которые занимаются волейболом. Значения ОР выше единицы были зарегистрированы для 15 физиологических показателей, варьируя в пределах 1,03–2,45 у юношей и 1,04–2,90 у девушек.

Риск развития неблагоприятных функциональных изменений сердечно-сосудистой системы характерен для всех занимающихся спортивными играми, их степень варьирует в пределах $0,73 \leq \text{ОР} \leq 2,01$ у лиц мужского пола и $0,36 \leq \text{ОР} \leq 2,9$ у лиц женского пола. Наиболее выраженный риск характерен для ПСС (ОР = 1,6), МО (ОР = 1,58), СО (ОР = 1,55) у юношей и СО (ОР = 2,35), МО (ОР = 2,21), САД (ОР = 1,75), ДАД (ОР = 1,73) и ПАД (ОР = 1,52) у девушек.

Недостатки и ограничения. Применяемые методы анализа не позволяют определить роль каждого конкретного фактора тренировочного процесса в формировании неблагоприятных функциональных показателей организма. Экстраполяция полученных результатов ограничена из-за незначительного количества юных спортсменов, которые занимаются спортивными играми.

Заключение

Показатели функционального состояния юных спортсменов в процессе тренировки изменяются в соответствии с основными физиологическими закономерностями и в основном совпадают с описанными в литературе. Анализ средних величин показателей функционального состояния системы кровообращения организма юных спортсменов свидетельствует, что они начинают выходить за пределы физиологических норм в группе лиц, занимающихся спортом более 7 лет.

Риск развития неблагоприятных функциональных изменений сердечно-сосудистой системы характерен для всех занимающихся спортивными играми. По степени относительного риска развития неблагоприятных функциональных изменений в процессе тренировок лидируют баскетбол, футбол и гандбол. Степень выраженности функциональных изменений у лиц, занимающихся теннисом, является наиболее благоприятной по сравнению с другими видами спорта по большинству показателей сердечно-сосудистой системы, кроме показателей, которые характеризуют мышечную выносливость юных теннисистов.

Литература

(п.п. 1, 3–5, 7–10, 14, 16, 17, 19, 22, 23 см. References)

2. Мионов С.П., Поляев Б.А., Макарова Г.А. *Спортивная медицина*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013.
6. Фудин Н.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Зилов В.Г., Борисова О.Н. Влияние различных видов спорта на деятельность функциональных систем организма человека. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2015; (1): 2–1. <https://doi.org/10.12737/7589>
11. Чайников П.Н. Особенности физического развития и функционального состояния юных спортсменов циклических и игровых видов спорта. *Пермский медицинский журнал*. 2016; 33(2): 104–11.
12. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. *Спортивная кардиология*. М.: Медицина; 1989.
13. Земцова И.И. *Спортивная физиология*. Киев: Олимпийская литература; 2010.
15. Аулик И.В. *Определение физической работоспособности в клинике и спорте*. М.: Медицина; 1990.
18. Смирнов В.М., Дубровский В.И. *Физиология физического воспитания и спорта*. М.: ВЛАДОС-ПРЕСС; 2002.
20. Чебану С.И., Рубанович В.Г., Герчиу С.И. Особенности функциональных изменений и гигиенических условий тренировки волейболистов. В кн.: *Сборник научных работ V Международной научно-практической конференции «Экология. Здоровье. Спорт»*. Чита; 2013: 248–50.
21. Артеменков А.А., Шестаков В.Я. Комплексная оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов для гигиенической оптимизации возможных отклонений. *Здоровье населения и среда обитания*. 2013; (3): 16–8.

References

1. Dragan I. *Sports Medicine*. Bucharest: Medical Publishing House; 2002. (in Romanian)
2. Mironov S.P., Polyayev B.A., Makarova G.A. *Sports Medicine [Sportivnaya meditsina]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2013. (in Russian)
3. Bergeron M.F. Healthy and sustainable youth sports – the future of youth athlete development. *Sports Science Exchange*. 2017; 28(176): 1–6.
4. Corso M. Developmental changes in the youth athlete: implications for movement, skills acquisition, performance and injuries. *J. Can. Chiropr. Assoc.* 2018; 62(3): 150–60.
5. Dhutia H., MacLachlan H. Cardiac screening of young athletes: a practical approach to sudden cardiac death prevention. *Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med.* 2018; 20(10): 85. <https://doi.org/10.1007/s11936-018-0681-4>
6. Fudin N.A., Es'kov V.M., Filatova O.E., Zilov V.G., Borisova O.N. The effects of different sports on the activity of human functional systems. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie*. 2015; (1): 2–1. <https://doi.org/10.12737/7589> (in Russian)
7. Pharr J.R., Lough N.L., Terencio M.A. Health and sociodemographic differences between individual and team sport participants. *Sports (Basel)*. 2019; 7(6): 150. <https://doi.org/10.3390/sports7060150>
8. Andersen M.H., Ottesen L., Thing L.F. The social and psychological health outcomes of team sport participation in adults: An integrative review of research. *Scand. J. Public Health*. 2019; 47(8): 832–50. <https://doi.org/10.1177/1403494818791405>
9. Ben Abdelkrim N., El Fazaa S., El Ati J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br. J. Sports Med.* 2007; 41(2): 69–75. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032318>
10. Ziv G., Lidor R. Physical attributes, physiological characteristic, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med.* 2009; 39(7): 547–68. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00003>
11. Чайников П.Н. Peculiarities of physical development and functional status in young athletes going in for cyclic and playing kinds of sport. *Permskiy meditsinskiy zhurnal*. 2016; 33(2): 104–11. (in Russian)
12. Dembo A.G., Zemtsovskiy E.V. *Sports Cardiology [Sportivnaya kardiologiya]*. Moscow: Medicine; 1989. (in Russian)
13. Zemtsova I.I. *Sports Physiology [Sportivnaya fiziologiya]*. Kiev: Olimpiyskaya literatura; 2010. (in Russian)
14. Dragan I. *The Sports Medicine Practice*. Bucharest: Medical Publishing House; 1989. (in Romanian)
15. Aulik I.V. *Determination of Physical Capacity in the Clinic and Sports [Opredeleniye fizicheskoy rabotosposobnosti v klinike i sporte]*. Moscow: Meditsina; 1990. (in Russian)
16. Vangheli V., Rusnac D. *Occupational Hygiene*. Chisinau: Publishing House Medicine; 2000. (in Romanian)
17. Opariuc D.C. *Applied Statistics in the Socio-Human Sciences*. Constanta; 2011. (in Romanian)
18. Smirnov V.M., Dubrovskiy V.I. *Physiology of Physical Education and Sport [Fiziologiya fizicheskogo vospitaniya i sporta]*. Moscow: VLADOS-PRESS; 2002. (in Russian)
19. Kovacs R., Baggish A.L. Cardiovascular adaptation in athletes. *Trends Cardiovasc. Med.* 2016; 26(1): 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2015.04.003>
20. Chebanu S.I., Rubanovich V.G., Gerchiu S.I. Peculiarity of functional changes and hygienic conditions of training of volleyball players. In: *Materials of V International Scientific and Practical Conference «Ecology. Health. Sports» [Sbornik nauchnykh rabot V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekologiya. Zdorov'e. Sport»]*. Chita; 2013: 248–50 (in Russian)
21. Artemenkov A.A., Shestakov V.Ya. Comprehensive evaluation of functional status cardiovascular system students for hygiene optimization possible deviations. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2013; (3): 16–8. (in Russian)
22. Dong J.G. The role of heart rate variability in sports physiology. *Exp. Ther. Med.* 2016; 11(5): 1531–6. <https://doi.org/10.3892/etm.2016.3104>
23. Fuller C., Drawer S. The application of risk management in sport. *Sports Med.* 2004; 34(6): 349–56. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434060-00001>