

УДК 612.17:612.8.04:796

DOI 10.20538/1682-0363-2016-3-63-69

Для цитирования: Кудря О.Н. Вегетативное обеспечение сердечной деятельности у спортсменов с разным антропометрическим профилем. *Бюллетень сибирской медицины*. 2016; 15(3): 63–69

Вегетативное обеспечение сердечной деятельности у спортсменов с разным антропометрическим профилем

Кудря О.Н.

*Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск, Россия
644009, г. Омск, ул. Масленникова, 144*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования – изучить особенности функционирования сердечно-сосудистой системы и регуляторных механизмов юных спортсменов разного роста.

Материал и методы. Обследованы спортсмены 15–16 лет (32 девушки и 36 юношей), занимающиеся игровыми видами спорта. Для изучения вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы использовали математический и спектральный методы анализа вариабельности сердечного ритма. Для характеристики вегетативного обеспечения аппарата кровообращения все испытуемые выполняли активную ортостатическую пробу.

Результаты. Выявлены особенности вегетативного обеспечения сердечной деятельности у спортсменов высокого роста: отмечено напряжение регуляторных механизмов в состоянии покоя у высокорослых юношей и снижение функциональных возможностей симпатического отдела вегетативной нервной системы при проведении активной ортостатической пробы у спортсменов разного пола. У спортсменов высокого роста срочная адаптация сердечно-сосудистой системы к изменяющимся внешним условиям связана с активацией надсегментарных отделов вегетативной нервной системы и чрезмерной активацией симпатического отдела, что является неэффективным путем адаптации.

Заключение. Таким образом, высокий рост проявляется не только в увеличении тотальных размеров тела спортсменов, но и в особенностях морфофункционального состояния занимающихся, что свидетельствует о необходимости индивидуального нормирования нагрузок для игроков высокого роста. Выявленные морфофункциональные особенности организма спортсменов высокого роста позволяют рекомендовать увеличение доли аэробных нагрузок с целью повышения адаптационных возможностей организма.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, вегетативная нервная система, спортсмены разного роста.

Введение

В игровых видах спорта (волейбол, баскетбол, гандбол) отмечается тенденция к подбору высокорослых игроков. При нестандартном увеличении длины тела происходит ухудшение кровоснабжения и иннервации мышц, тканей, желез внутренней секреции и увеличение времени прохождения нервного импульса, связанное с запоздалой реакцией сердечно-сосудистой системы на внутренние изменения организма [1, 2]. Поэтому

актуальным является индивидуализация тренировочного процесса на основе выявления морфофункциональных особенностей юных высокорослых спортсменов, у которых процессы роста и развития организма совпадают с выполнением большого объема тренировочных и соревновательных нагрузок.

В научно-методической литературе достаточно подробно отмечены особенности функционирования сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов [3, 4], выявлены возрастные аспекты формирования вегетативной нервной системы [5, 6]. К сожалению, проблема контроля функцио-

✉ Кудря Ольга Николаевна, e-mail: olga27ku@mail.ru

нального состояния высокорослых спортсменов и вопросы коррекции тренировочного процесса разработаны недостаточно. Недооценка или незнание возрастных и индивидуальных особенностей юных спортсменов часто являются причиной прекращения роста спортивных результатов, развития предпатологических и патологических состояний растущего организма.

Гипотезой исследования послужило предположение, о том, что организм высокорослых спортсменов имеет не только морфологические, но и функциональные особенности сердечно-сосудистой системы и регуляторных механизмов по сравнению со сверстниками среднего роста, и эти особенности должны найти отражение в построении тренировочного процесса.

Цель исследования – выявить особенности функционирования сердечно-сосудистой системы и регуляторных механизмов юных спортсменов разного роста.

Материал и методы

В исследовании приняли участие спортсмены разного пола 15–16 лет, среди испытуемых – 32 девушки и 36 юношей, занимающиеся игровыми видами спорта (волейбол, баскетбол, футбол, гандбол). Спортивная квалификация – первый взрослый разряд, кандидат в мастера спорта.

Среди юношей и девушек были выделены группы с разными антропометрическими показателями. К группе высокорослых были отнесены спортсмены с длиной тела свыше 180 см (15 юношей и 11 девушек).

Запись кардиоритмограммы в покое и при выполнении активной ортостатической пробы (АОП) выполняли с использованием 12-канального электрокардиографа «Полиспектр-8» («Нейрософт», г. Иваново). При анализе показателей вариабельности сердечного ритма использовали короткие (5-минутные) записи в соответствии с Международным стандартом (1996) [7].

Для изучения вегетативного обеспечения работы сердечно-сосудистой системы в процессе срочной адаптации к внешним воздействиям использовали активную ортостатическую пробу, в ходе которой после 5-минутной записи ритмограммы в положении лежа испытуемому предлагалось встать (не очень быстро, но без задержек) и стоять. При этом запись не прерывалась и производилась еще в течение 6 мин. Регистрация систолического (АДс) и диастолического (АДд) артериального давления проводили до и после вставания. Рассчитывали ряд гемодинамических

параметров: МОК (минутный объем крови), ДП (двойное произведение).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета статистических программ Statistica 6.0. Проверку на нормальность распределения проводили с использованием критерия Колмогорова – Смирнова. Для оценки достоверности различий несвязанных выборок использовали t-критерий Стьюдента (для параметров с нормальным распределением) и U-критерий Манна – Уитни (для параметров, которые не подчиняются закону нормального распределения). Для сопоставления исследуемых параметров до и после проведения активной ортостатической пробы использовали парный критерий Вилкоксона. Результаты представлены в виде $X \pm m$, где X – среднее значение, m – стандартная ошибка среднего. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Одним из элементов врачебно-педагогического контроля тренировочного процесса юных спортсменов является изучение особенностей их физического развития. Как показали результаты исследования, у спортсменов высокого роста (как у юношей, так и у девушек) достоверно больше масса тела и площадь поверхности тела St по сравнению со спортсменами среднего роста. Однако индекс Кетле (ИК) не имеет статистически значимых различий между группами, что говорит о пропорциональном физическом развитии спортсменов разного роста (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Антропометрические показатели спортсменов 15–16 лет с различной длиной тела, $X \pm m$			
Показатель	Средний рост	Высокий рост	Достоверность различий
<i>Юноши</i>			
Рост, м	1,73 ± 0,05	1,87 ± 0,04	< 0,05
Вес, кг	66,47 ± 7,21	71,48 ± 6,65	< 0,05
St, м ²	1,79 ± 0,12	1,99 ± 0,08	< 0,05
ИК, кг/м ²	21,26 ± 0,74	20,44 ± 0,51	–
<i>Девушки</i>			
Рост, м	1,64 ± 0,07	1,80 ± 0,05	< 0,05
Вес, кг	53,62 ± 7,23	64,73 ± 10,58	< 0,05
St, м ²	1,56 ± 0,13	1,80 ± 0,16	< 0,05
ИК, кг/м ²	19,94 ± 0,32	19,98 ± 0,45	–

Показатели центральной гемодинамики в состоянии относительного покоя у спортсменов среднего и высокого роста находились в пределах возрастных физиологических норм (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Показатели центральной гемодинамики спортсменов 15–16 лет, $X \pm m$				
Показатель	Юноши		Девушки	
	Средний рост $n = 21$	Высокий рост $n = 15$	Средний рост $n = 21$	Высокий рост $n = 11$
ЧСС, уд. в мин	64,2 ± 5,32	63,7 ± 11,34	60,38 ± 7,81	61,82 ± 10,93
АДс, мм рт. ст.	114,4 ± 4,0	115,0 ± 6,0	102,14 ± 3,68	107,27 ± 2,72*
АДд, мм рт. ст.	71,8 ± 5,0	74,0 ± 5,0*	66,43 ± 4,78	69,09 ± 3,01*
ПД, мм рт.ст.	42,58 ± 6,21	40,77 ± 7,32	35,71 ± 5,54	38,18 ± 7,51
АД ср., мм рт. ст.	86,01 ± 6,33	85,7 ± 5,98	78,33 ± 5,30	81,82 ± 8,61
ДП, усл. ед.	73,7 ± 5,43	72,93 ± 12,6	61,52 ± 4,23	66,65 ± 6,48*
СО, мл	68,64 ± 4,61	68,72 ± 4,43	69,54 ± 3,85	69,20 ± 4,22
МОК, л мин	4386,12 ± 566,3	4377,67 ± 654,33	4206,42 ± 644,37	4291,40 ± 864,95

П р и м е ч а н и е. ПД – пульсовое давление; СО – систолический объем; * – различия статистически значимы при $p < 0,05$ между спортсменами разного роста.

В ходе исследования были выявлены особенности в работе сердечно-сосудистой системы у спортсменов с разной длиной тела: у высокорослых спортсменок наблюдалось увеличение показателей артериального давления (АДс, АДд) и показателей ДП, что говорит о большем потреблении миокардом кислорода у девушек высокого роста в состоянии покоя. Вероятно, работа сердца в состоянии покоя у высокорослых спортсменок менее экономична по сравнению с девушками среднего роста. У юношей статистически значимые различия выявлены только по показателям диастолического артериального давления (АДд).

Согласно данным ряда авторов, у подростков с высоким ростом в пубертатный период может формироваться функционально неполноценное сердце, что объясняется отставанием структурно-морфологического развития сердечной мышцы от скорости роста костей. Было установлено, что при ускоренных темпах роста тела в длину наблюдается отставание в формировании сосудистой системы, в результате чего создаются предпосылки для нарушения регуляции тонуса сосудов и адаптации сердца к физической нагрузке, повышения артериального давления [8].

Результаты нашего исследования позволяют предположить, что занятия спортом благотворно влияют на формирование аппарата кровообращения у спортсменов 15–16 лет, так как показатели центральной гемодинамики в состоянии покоя не имели серьезных отклонений от возрастной нормы у спортсменов высокого роста.

Очевидно, что антропометрические и половые особенности исследуемых групп должны выражаться в специфике функционирования регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы.

Для исследования механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы у спортсменов с разным антропометрическим профилем исполь-

зовали математический и спектральный методы анализа вариабельности сердечного ритма.

Как показали результаты исследования, среднегрупповые показатели кардиоинтервалографии [9] у спортсменов разного роста не имели статистически значимых различий как у девушек, так и у юношей (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Показатели кардиоинтервалографии у спортсменов 15–16 лет разного пола и роста в состоянии относительного покоя, $X \pm m$

Показатели	Юноши		Девушки	
	Средний рост $n = 21$	Высокий рост $n = 15$	Средний рост $n = 21$	Высокий рост $n = 11$
Мо, с	0,94 ± 0,09	1,0 ± 0,08	1,02 ± 0,15	1,01 ± 0,19
АМо, %	32,69 ± 6,33	41,7 ± 5,24	28,87 ± 5,82	28,90 ± 6,64
ВР, с	0,37 ± 0,09	0,33 ± 0,09	0,42 ± 0,14	0,41 ± 0,14
ИН, усл. ед.	61,99 ± 18,98	64,71 ± 20,12	44,04 ± 21,98	43,39 ± 23,23

П р и м е ч а н и е. Мо – мода; АМо – амплитуда моды; ВР – вариационный размах; ИН – индекс напряжения.

При анализе индивидуальных показателей вариабельности ритма сердца среди спортсменов были выделены группы с различным исходным вегетативным тонусом (рис. 1).

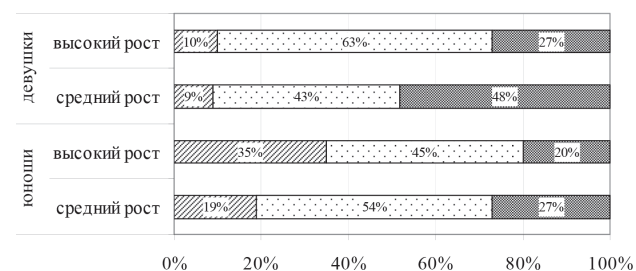


Рис. 1. Соотношение спортсменов разного роста в зависимости от исходного вегетативного тонуса:

■ симпатикотония, ■ нормотония, ■ ваготония

У большинства спортсменов разного роста регуляция аппарата кровообращения характеризуется сбалансированным влиянием отделов вегетативной нервной системы (ВНС) (нормотония) на сердечную деятельность. Следует отметить, что преобладающее влияние симпатического отдела ВНС на работу сердца было выявлено у 19% юношей среднего роста и 35% юношей высокого роста.

Можно предположить, что юноши 15–16 лет в большей степени подвержены стрессорным воздействиям учебных и тренировочных нагрузок, чем девушки. По мнению исследователей [10], симпатикотонический тип регуляции сердечной деятельности является одной из причин развития патологических изменений сердечно-сосудистой системы у спортсменов. Высокий рост является дополнительным фактором риска развития до-

нозологических состояний у спортсменов мужского пола.

Анализируя данные спектрального анализа variability ритма сердца (ВРС) в покое, выявили высокую общую мощность спектра (ТР) (в норме $> 2500 \text{ мс}^2/\text{Гц}$) у спортсменов разного роста. Это характерно для здоровых людей и отражает хорошее функциональное состояние сердечно-сосудистой системы: у девушек разного роста хорошо выражены волны во всех трех диапазонах частот (рис. 2, 3).

У юношей высокого роста общая мощность спектра ТР снижена по сравнению с девушками и юношами среднего роста. Значительный вклад в модуляцию сердечного ритма вносят VLF и LF (см. рис. 3). Доля HF-компоненты в структуре ВРС у высокорослых юношей – самая низкая среди исследуемых групп (см. рис. 2).

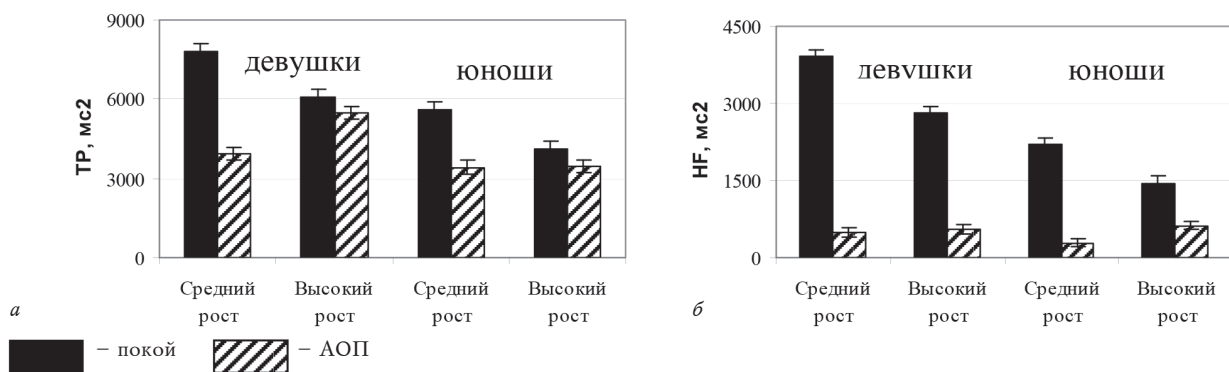


Рис. 2. Показатели в покое и при проведении АОП у спортсменов: а – общая мощность спектра, мс^2 ; б – абсолютная мощность HF-волн, мс^2

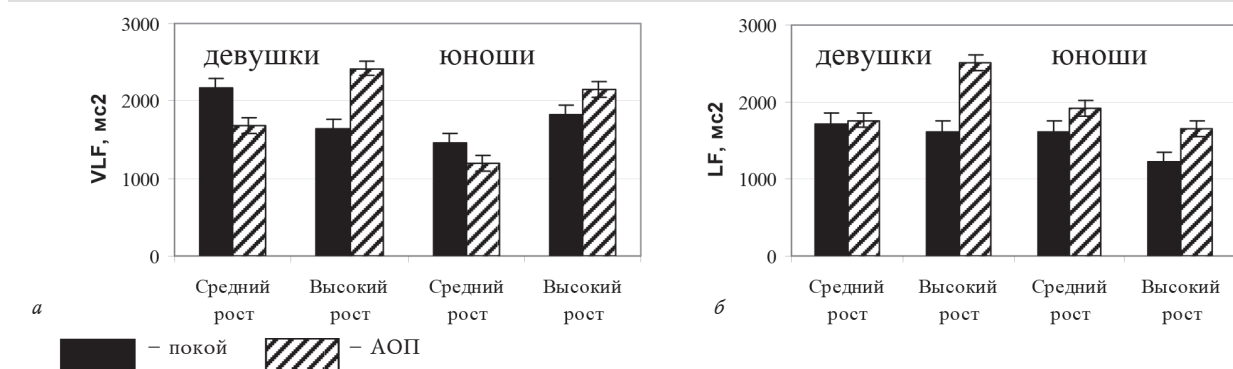


Рис. 3. Показатели в покое и при проведении АОП у спортсменов: а – абсолютная мощность VLF-волн, мс^2 ; б – абсолютная мощность LF-волн, мс^2

Для изучения вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой системы в процессе срочной адаптации к внешним воздействиям использовали АОП, в ходе которой после 5-минутной записи ритмограммы в положении лежа испытуемому предлагалось встать (не очень быстро, но без задержек) и стоять. При этом запись не прерывалась и производилась еще в течение 6 мин.

Исследование variability сердечного ритма при ортостатической пробе позволяет получить информацию о состоянии различных звеньев автономной нервной системы, регулирующих сердечную деятельность, и в целом об адаптационной реакции организма.

По мнению В.М. Михайлова [11], в группе здоровых лиц молодого возраста при проведении

активной ортопробы общая мощность спектра существенно не меняется, возрастает абсолютная мощность LF-компоненты. Согласно результатам исследований Г.Г. Иванова [2], нормальная реакция на ортостатическое воздействие заключается в некотором снижении общей мощности спектра, возрастанием LF-компоненты, уменьшением HF-компоненты, увеличением отношения LF/HF.

Согласно результатам собственных исследований, статистически значимое снижение TP при проведении АОП отмечено у юношей и девушек среднего роста (см. рис. 2, а). Снижение TP во время АОП является нормальной реакцией и характеризует снижение суммарной активности нейрогуморальных влияний на сердечный ритм. Таким образом, реакцию среднерослых спортсменов можно охарактеризовать как нормальную. У высокорослых спортсменов снижение данного показателя не достигало уровня статистической значимости. Подобную динамику показателя можно охарактеризовать как парадоксальную.

Анализируя HF-компонент спектра, мы наблюдаем снижение этого компонента во всех группах спортсменов. HF-компонент отражает активность парасимпатического отдела ВНС. Таким образом, реакцию парасимпатического отдела ВНС на изменение тела в пространстве в группах спортсменов можно характеризовать как адекватную предъявляемой нагрузке.

Особый интерес вызвал анализ динамики медленных LF и очень медленных волн VLF. У спортсменов среднего роста (как у юношей, так и у девушек) наблюдали снижение мощности очень низкочастотных волн (VLF). Мощность LF-волн практически не изменилась (см. рис. 3). По мнению исследователей, подобная динамика является признаком хорошего функционального состояния регуляторных механизмов, которые способны быстро перестроить работу аппарата кровообращения при изменяющихся внешних условиях.

У высокорослых спортсменов отмечено возрастание мощности VLF-компоненты, что свидетельствует о подключении к процессам регуляции надсегментарных структур. По мнению исследователей, подобная реакция является «расточительным» путем адаптации. У девушек высокого роста выявлено чрезмерное увеличение мощности LF-волн, что свидетельствует о напряжении механизмов адаптации и переходе регуляции с автономного уровня на центральный.

Заключение

Таким образом, высокий уровень спортивных достижений выдвигает повышенные требования

к подготовке спортивного резерва. Особое внимание следует уделять нормированию нагрузок для игроков высокого роста, поскольку высокий рост проявляется не только в увеличении тотальных размеров тела, но в особенностях морфофункционального состояния занимающихся.

Снижение экономичности аппарата кровообращения в состоянии покоя у высокорослых спортсменов 15–16 лет по сравнению со спортсменками среднего роста связано, вероятно, с большей площадью тела спортсменок и большим количеством биологически активных структур. У юношей подобных изменений не выявлено.

Тем не менее юноши высокого роста в состоянии относительного покоя имели признаки напряжения регуляторных механизмов: высокая доля (35%) спортсменов с повышенной активностью симпатического отдела ВНС, снижение общей мощности спектра. У спортсменов высокого роста разного пола срочная адаптация сердечно-сосудистой системы к изменяющимся внешним условиям (АОП) связана с активацией надсегментарных отделов вегетативной нервной системы и чрезмерной активацией симпатического отдела, что является неэффективным путем адаптации. Выявленные морфофункциональные особенности организма спортсменов высокого роста позволяют рекомендовать увеличение доли аэробных нагрузок с целью повышения адаптационных возможностей организма.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература

1. Белоцерковский З.Б., Белина О.Н., Любина Б.Г., Никулина И.А. Структурно-функциональные особенности вегетативных систем организма высокорослых юных спортсменов // *Журнал РАСМИРБИ*. 2008. № 4 (27). С. 73–74.
2. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. *Рост и развитие ребенка*. М.: Наука, 2008. 272 с.
3. Абзалов Р.А. *Насосная функция сердца развивающегося организма и двигательный режим*. Казань, 2005. 277 с.
4. Белоцерковский З.Б. *Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов*. М.: Советский спорт, 2005. 312 с.
5. Кудря О.Н. Возрастные аспекты вегетативной регуля-

- ции сердечно-сосудистой системы у спортсменов разного пола // *Российский медико-биологический вестник им. И.П. Павлова*. 2012. № 1. С. 64–69.
6. Шлык Н.И. *Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов*. Ижевск: Удмуртский университет, 2009. 255 с.
 7. *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of measurements. Physiological Interpretation and Clinical use. Circulation* 1996. 93. P. 1043–1065.
 8. Логачева Г.С., Щедрина А.Г. Высокорослость как гигиеническая проблема // *Санитарный врач*. 2011. № 5. С. 014–017.
 9. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. *Новые методы электрокардиографии*; под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Ивановой, А.Л. Сыркиной. М.: Техносфера, 2007. С. 473–496.
 10. Гаврилова Е.А. *Спортивное сердце. Стрессорная кардиомиопатия*. М.: Советский спорт, 2007. 200 с.
 11. Михайлов В.М. *Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода*. Изд. второе, перераб. и доп. Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 с.

Поступила в редакцию 10.03.2016 г.

Утверждена к печати 15.05.2016 г.

Кудря Ольга Николаевна (✉) – д-р биол. наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры и спорта Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (г. Омск).

✉ Кудря Ольга Николаевна, e-mail: olga27ku@mail.ru

УДК 612.17:612.8.04:796

DOI 10.20538/1682-0363-2016-3-63–69

For citation: Kudrya O.N. Vegetative support of cardiac activity in athletes with different anthropometric profile. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2016; 15(3): 63–69

Vegetative support of cardiac activity in athletes with different anthropometric profile

Kudrya O.N.

*Siberian State University of Physical Culture, Omsk, Russian Federation
144 Maslennikova St., Omsk, 644009, Russian Federation*

ABSTRACT

The purpose of research – to study the features of the functioning of the cardiovascular system and regulatory mechanisms of the young athletes of different heights.

Materials and methods. The study included athletes aged 15-16 (32 girls and 36 boys) engaged in competitive sports. To study the autonomic regulation of the cardiovascular system using mathematical methods and spectral analysis of heart rate variability. To characterize the vegetative support the circulatory apparatus, all subjects performed an active orthostatic test.

Results. The features of vegetative maintenance of heart activity in tall athletes: stress regulatory mechanisms observed resting in tall men and decrease the functionality of the sympathetic division of the autonomic nervous system during active orthostatic test in athletes of different sex. Athletes tall urgent adaptation of the cardiovascular system to changing external conditions associated with activation of suprasedgmental divisions of the autonomic nervous system and the excessive activation of the sympathetic division, which is an inefficient way of adaptation.

Conclusion. Thus, high growth is evident not only in the increase of total size of the body of athletes, but also in the peculiarities of morphofunctional state involved, indicating the need of individual rationing of loads for tall players. The revealed morphofunctional characteristics of the organism tall athletes allow us to recommend an increase in the proportion of aerobic exercise to enhance the adaptive capacities of the organism.

Key words: cardiovascular system, autonomic nervous system, athletes of different heights.

References

1. Belotserkovskii Z.B., Belova O.N., Lubin B.G., Nikulin I.A. structural and functional features of autonomic systems of the body of tall young sportsmen // *Journal RASMIRBI*, 2008, № 4 (27), pp. 73–74 (in Russian).
2. Yuriev V.V., Simahodsky A.S., Varanovich N.N., Homich M.M. *The growth and development of the child*. M.: Nauka Publ., 2008, 272 p. (in Russian).
3. Abzalov R.A. *The pumping function of the heart and the body of the developing motor mode*. Kazan, 2005, 277 p. (in Russian).
4. Belotserkovskii Z.B. *Ergometric and cardiac criteria for physical performance in athletes*. Moscow, Soviet Sport Publ., 2005, 312 p. (in Russian).
5. Kudrya O.N. Age-related aspects of the autonomic regulation of the cardiovascular system in athletes of different sex. *Russian medical and biological messenger them. I.P. Pavlova*, 2012, № 1, pp. 64–69 (in Russian).
6. Shlyk N.I. *Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes*. Izhevsk, Udmurtia University Publ., 2009, 255 p. (in Russian).
7. *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of measurements. Physiological Interpretation, and Clinical Use*. Circulation 1996. 93. P.1043–1065.
8. Logacheva G.S., Shchedrin A.G. *Tall as a sanitary problem. Sanitary doctor*, 2011, № 5, pp. 014–017 (in Russian).
9. Baevsky R.M., Ivanov G.G. *New methods of electrocardiography* / S.V. Grachev, G.G. Ivanova, A.L. Sirkin. Moscow, Technosphere Publ., 2007, pp. 473–496 (in Russian).
10. Gavrilova E.A. *Athletic heart. Stress cardiomyopathy*. Moscow, Soviet Sport Publ., 2007, 200 p. (in Russian).
11. Mikhailov V.M. *Heart rate variability: the experience of the practical application of the method*. Ed. second, revised. and ext. Ivanovo, Ivan. Gos. Med. Academy Publ., 2002, 290 p. (in Russian).

Kudrya Olga N. (✉), DBS, Associate Professor of Siberian State University of Physical Culture, Omsk, Russian Federation.

✉ **Kudrya Olga N.**, e-mail: olga27ku@mail.ru