

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБ СПОРТСМЕНАМИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА

О.Н. Кудря

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия
Для связи с автором: olga27ku@mail.ru

Аннотация:

В ходе исследования выявлены возрастные особенности вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у спортсменов разного пола при проведении функциональных проб. Установлено, что развитие вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у спортсменов разного пола протекает гетерохронно. У спортсменок в возрасте 9-14 лет более «зрелые» адаптивно-приспособительные реакции сердечно-сосудистой системы при выполнении дозированных нагрузок обусловлены ранним созреванием симпатического отдела ВНС. У спортсменов мужского пола эффективность работы сердца при выполнении физических нагрузок увеличивается в возрасте 15-25 лет, что связано с завершением структурных преобразований вегетативной нервной системы и повышением активности симпатического отдела ВНС.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система; физические нагрузки; вегетативная нервная система; срочная адаптация; спортсмены разного пола.

PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF ADAPTATION OF CARDIO-VASCULAR SYSTEM WHILE FUNCTIONAL TESTS AMONG SPORTSMEN OF DIFFERENT AGE AND SEX

O.N. Kudrya

Siberian state University of physical education and sports, Omsk, Russia

Abstract:

During research were revealed age features of vegetative regulation of cardio - vascular system among sportsmen of different sex while functional tests. It was established that the development cardio - vascular system vegetative regulation among sportsmen of different sex proceeds heterochronical. Sportswomen (female) at the age of 9-14 have better (more experienced) adaptive reactions of cardio - vascular system while performing the dosed out loadings because of early maturing of sympathetic department of the higher nervous system. Sportsmen (male) have increasing overall performance of heart working while physical activities at the age of 15-25, while is connected with the finishing of structural transformations of the vegetative nervous system and increasing the activity of sympathetic department of the higher nervous system.

Key words: cardiovascular system, exercise, vegetative nervous system; urgent adaptation, athletes of both sexes.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что ведущую роль в адаптации организма к воздействию различных факторов внешней среды, в том числе к физическим нагрузкам, играет сердечно-сосудистая система. Именно деятельность аппарата кровообращения чаще всего лимитирует развитие приспособительных (адаптивных) реакций организма к воздействию внешних факторов.

Универсальное участие в регуляции физиологических функций организма принимает вегетативная нервная система, роль которой

определяется как адаптационно-трофическая. Именно функциональные возможности вегетативной нервной системы определяют способность спортсмена к выполнению физических нагрузок и регулируют восстановительные процессы после их выполнения [3]. Хорошо сбалансированная вегетативная регуляция мышечной деятельности позволяет спортсмену максимально использовать функциональные возможности организма, особенно при наличии должного уровня мотивации. Обнаружены гендерные различия в физио-

логических механизмах управления сердечно-сосудистой системой [10]. Показано, что у мужчин активность симпатической нервной системы в целом выше, чем у женщин. Одним из результатов повышенной активности данной регуляторной системы организма являются более высокие показатели периферического сосудистого сопротивления и ударного объема сердца (вследствие усиления сократительных свойств миокарда). У женщин преобладают парасимпатические влияния на сердечный ритм и более низкие, чем у мужчин, значения артериального давления, что связывают с пониженной симпатической активностью в отношении сосудистого тонуса [2].

Однако онтогенетический аспект регуляции сердечно-сосудистой системы организма с учетом гендерных особенностей не нашел должного внимания со стороны физиологов. Имеются лишь единичные работы, затрагивающие вопрос об участии вегетативной нервной системы в формировании адаптивного ответа организма на воздействие внешних факторов у лиц разного возраста [5,8].

Цель исследования – выявить особенности функционирования сердечно-сосудистой системы спортсменов разного возраста и пола при выполнении физических нагрузок, а также выяснить роль ВНС в формировании механизмов срочной адаптации аппарата кровообращения к воздействию внешних факторов на разных этапах онтогенеза.

МАТЕРИАЛЫ

И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие спортсмены семи возрастных групп: 9–10 лет, n=46 (28 мальчиков и 18 девочек), 11–12 лет, n=45 (26 мальчиков и 19 девочек), 13–14 лет, n=53 (33 мальчика и 20 девочек), 15–16 лет, n=73 (52 юноши и 21 девушка), 17–18 лет, n=117 (87 юношей и 30 девушек), 19–20 лет, n=76 (51 юноша и 25 девушек), 21–25 лет, n=54 (35 мужчин и 19 женщин). Спортивная квалификация испытуемых: от юношеских разрядов в младших возрастных группах до мастеров спорта международного класса в старших возрастных группах.

В ходе исследования каждый испытуемый выполнял трехступенчатую велоэргометрическую нагрузку. Первая ступень выполнялась в

качестве разминочной (ЧСС – 110-120 уд/мин), вторая (PWC170) – в зоне большой мощности (ЧСС – 160-170 уд/мин), третья (W_{суб}) – в субмаксимальном режиме (ЧСС – 180 и более уд/мин). Продолжительность первой и второй ступени – 5 мин, интервал отдыха между ступенями – 3 мин. Продолжительность третьей ступени – 2 мин [6]. Таким образом, стандартизировались длительность работы и ее физиологическая стоимость по пульсу. В состоянии относительного покоя, после каждой ступени нагрузки, а также в период срочного восстановления регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), рассчитывали ряд гемодинамических показателей (минутный объем крови (МОК=ЧСС×СОК); систолический объем крови (СОК= [(101+0,5×ПА) – (0,6×ДАД) – 0,6×А], где ПА – пульсовое давление, А – возраст); двойное произведение (ДП= ЧСС×САД/100)). Для оценки состояния механизмов нейрогуморальной регуляции сердца, активности сегментарных и надсегментарных отделов вегетативной нервной системы использовали спектральный метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). При анализе ВСР использовали короткие (5-минутные) записи в соответствии с Международным стандартом (1996) [11]. Запись кардиоритмограммы в покое и при выполнении активной ортостатической пробы (АОП) выполняли с использованием 12-канального кардиографа «Полиспектр-8» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). Данный аппаратно-программный комплекс позволяет проводить автоматическую обработку данных на персональном компьютере.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета статистических программ Statistica 6.0 for Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Интегральным показателем, характеризующим состояние всей системы кровообращения, принято считать минутный объем крови. Согласно данным ряда авторов, минутный объем крови с возрастом увеличивается. При этом минутный объем крови увеличивается в

меньшей степени, чем систолический объем крови, что обусловлено урежением сердечного ритма с возрастом. Литературные данные о возрастных изменениях МОК у спортсменов весьма противоречивы. В большинстве случаев уменьшение МОК по мере роста тренированности объясняют трофотропной настройкой нервной системы и экономизацией сердечной деятельности в состоянии покоя.

Как показали результаты наших исследований, у лиц, систематически занимающихся спортом, в целом, сохраняется возрастная динамика МОК. Однако максимальных значений в состоянии покоя этот показатель достигает и у мальчиков, и у девочек в возрасте 13–14 лет, затем постепенно снижается и достигает уровня взрослых у юношей в 17–18 лет, у девушек – в возрасте 15–16 лет (таблица 1).

В условиях мышечной деятельности запросы мышц в кислороде возрастают пропорционально мощности выполняемой работы. Это требует значительного увеличения минутного объема крови (МОК). По результатам проведенного исследования выявлено, что при нагрузках небольшой интенсивности (1 ступень нагрузки) минутный объем крови имеет слабо выраженную возрастную динамику, увеличиваясь в среднем в 2 раза по сравнению с показателями МОК в состоянии покоя во всех возрастных группах, при этом не выявлено достоверных отличий между спортсменами разного пола.

При выполнении нагрузки в большой зоне мощности (PWC₁₇₀) отмечено постепенное увеличение минутного объема, который достигает уровня взрослых в 15–16 лет у спортсменов мужского пола. У девочек показатели

минутного объема при выполнении нагрузки в большой зоне мощности достигают уровня взрослых в 11–12 лет. Именно в этом возрасте выявлены различия между спортсменами разного пола. По мере увеличения интенсивности нагрузки (W_{суб}) зависимость МОК от возраста становится ярко выраженной. У спортсменов показатели МОК при работе в субмаксимальной зоне мощности достигают уровня взрослых в возрасте 15–16 лет, у девушек – в возрасте 13–14 лет. Достоверные различия между спортсменами разного пола отмечены в старших возрастных группах (15–16, 17–18, 19–20 и 21–25 лет).

В условиях эксперимента нагрузка выполнялась на строго дозированном уровне, поэтому изменение МОК при выполнении физической нагрузки в разных пульсовых режимах зависит преимущественно от изменения систолического объема крови (СОК). Одним из факторов, влияющих на увеличение систолического выброса при выполнении мышечной работы, является усиление симпатической стимуляции сердечной деятельности. В ответ на повышение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы происходит увеличение силы и скорости сокращения при неизменной длине миокардиальных волокон (положительный инотропный эффект). Этот механизм регуляции сердечного выброса имеет большое значение в срочной адаптации сердца к физическим нагрузкам. В основе положительного инотропного эффекта симпатических воздействий лежит способность катехоламинов увеличивать высоту плато потенциала действия, что сопровождается увеличением входящих ионов Ca²⁺ в клетку, в результате чего увели-

Таблица 1 - Показатели минутного объема крови (МОК, л/мин) у спортсменов в состоянии покоя и при выполнении нагрузок в различных пульсовых режимах (X±m)

		Возраст, лет						
		9–10	11–12	13–14	15–16	17–18	19–20	21–25
Покой	м	4,1±0,1	4,3±0,1*	4,9±0,1*	4,4±0,1*	3,9±0,1*	3,9±0,1	3,9±0,1
	ж	4,4±0,1	4,5±0,3	4,9±0,2	4,2±0,1*	4,3±0,1	4,1±0,1	3,8±0,1
1-я ступень (разминка)	м	8,3±0,3	8,9±0,2	9,9±0,2*	8,9±0,2*	8,6±0,2	8,7±0,2	8,3±0,2*
	ж	8,6±0,3	8,9±0,4	10,2±0,4	8,8±0,2	9,1±0,2	8,3±0,2	8,8±0,4
2-я ступень, (PWC ₁₇₀)	м	12,3±0,4	14,5±0,5*	17,5±0,6*	20,4±0,5*	20,4±0,4	20,8±0,5	19,3±0,6
	ж	13,3±0,7	17,2±0,6*#	17,1±0,8	19,1±0,5	19,5±0,6	20,6±0,8	18,6±0,5
3-я ступень (W _{суб})	м	18,6±0,8	20,1±0,8	25,6±0,8*	27,9±0,6*	28,1±0,5	28,7±0,6	27,9±0,7
	ж	18,4±1,1	22,7±0,6#	25,7±0,7*	24,5±0,8#	23,6±0,7#	23,2±0,7#	22,6±0,7#

Примечание: * – различия статистически значимы к предыдущей возрастной группе при p<0,05; # – различия статистически значимы между спортсменами разного пола в данной возрастной группе при p<0,05; м – мужской пол, ж – женский пол

чивается число актомиозиновых мостиков, а значит и сила сокращения.

На наш взгляд, различная динамика МОК при выполнении мышечных нагрузок в разных пульсовых режимах связана с гетерохронностью в становлении функциональной активности симпатического отдела ВНС у спортсменов разного пола.

Для определения механической работы левого желудочка и коронарного кровотока, а также потребления кислорода миокардом рассчитывали показатель ДП, или индекс Робинсона. Этот показатель используют для косвенного суждения об обменных процессах в миокарде. Коронарный кровоток (по показателю ДП), а следовательно и потребление кислорода миокардом, при выполнении нагрузок в различных пульсовых режимах имеет ярко выраженную возрастную зависимость. Как у юношей, так и у девушек в старших возрастных группах (начиная с 15-16 лет) значительно увеличиваются возможности сердечно-сосудистой системы по обеспечению кислородом миокарда при выполнении дозированных нагрузок в разных пульсовых режимах (рисунок 1). Можно предположить, что у спортсменов младших (9-14 лет) и старших (15-25 лет) возрастных групп при выполнении дозированных нагрузок задействованы различные механизмы обеспечения миокарда кислородом. Вероятно, это связано с возрастными изменениями в системе регуляции сердечно-сосудистой системы при выполнении физических нагрузок.

Таким образом, анализ динамики интегральных показателей сердечно-сосудистой системы (МОК, ДП) при выполнении физических

нагрузок разной интенсивности позволила предположить, что выявленные различия связаны с особенностями вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у спортсменов разного возраста и пола.

При формировании определенного уровня функционирования системы кровообращения и мобилизации функциональных резервов важную роль играют регуляторные механизмы, для оценки которых используют спектральный метод анализа вариабельности ритма сердца [4]. Одним из наиболее простых и безопасных функциональных тестов, которые позволяют оценить адаптационные возможности регуляции системы кровообращения, является активная ортостатическая проба (АОП), которая используется, как правило, для выявления механизмов срочной адаптации организма, в частности сердечно-сосудистой системы, при изменении положения тела в пространстве.

Во всех возрастных группах у спортсменов обоего пола при проведении АОП выявлено достоверное снижение мощности высокочастотных волн (HF-волн). Наибольший интерес представляет анализ динамики медленных (LF) и очень медленных (VLF) волн при проведении АОП. В младших возрастных группах (11-12 и 13-14 лет) у спортсменов мужского пола активность высших вегетативных центров (VLF-компонента) при проведении АОП не изменяется и незначительно снижается в старших возрастных группах (рисунок 2А). Активность симпатического отдела ВНС (LF-компонента) в младших возрастных группах не изменяется и значительно возрастает начиная с 15-16-летнего возраста (рисунок 2Б).

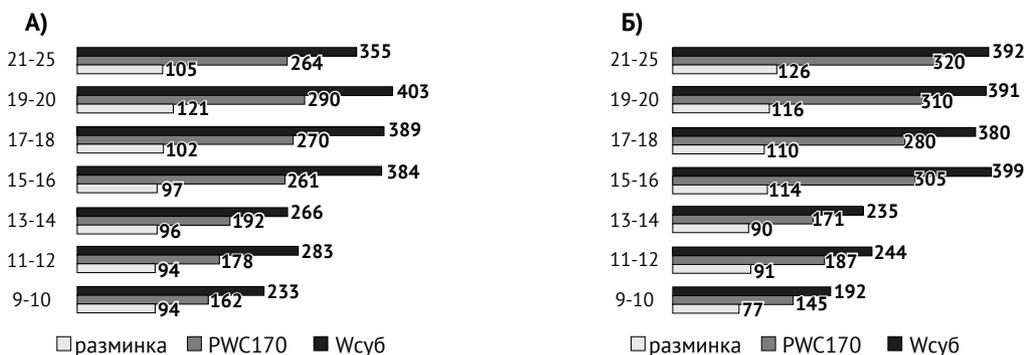


Рисунок 1 - Прирост ДП (в % по отношению к покою) при выполнении нагрузок в различных пульсовых режимах у спортсменов разного возраста и пола: а) юноши; б) девушки

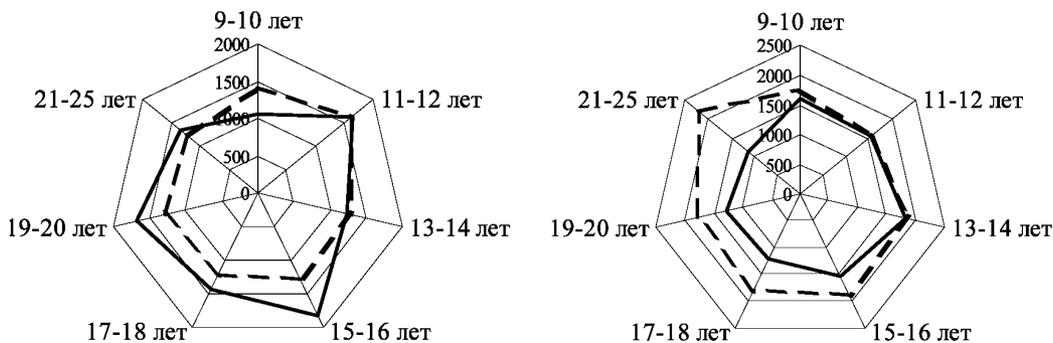


Рисунок 2 - Показатели абсолютной мощности VLF-волн (мс2) (А) и LF-волн (Б) в покое и при проведении АОП у спортсменов мужского пола разных возрастных групп
 Примечание: — покой; - - - - - АОП

У спортсменов наблюдается повышение активности надсегментарных отделов ВНС (VLF-компонента) (рисунок 3А) в возрасте 9-10, 11-12, 13-14 и 19-20 лет при проведении АОП и активация симпатического отдела (LF-компонента) ВНС во всех возрастных группах (рисунок 3Б). Как известно, параметры VLF характеризуют влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и могут использоваться как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем [1,7]. Вероятно, функциональное созревание высших надсегментарных структур, участвующих в формировании ритма сердца и реализующих процесс срочной адаптации сердечно-сосудистой системы к воздействию внешних факторов, не несет половой дифференциации в возрастном диапазоне 9-14 лет и связано с определенным периодом онтогенеза. Анализ динамики LF-волн позволяет судить о вовлечении симпатического отдела ВНС в реализацию адаптивного ответа организма на внешнее воздействие. Отсутствие роста активности вазомоторного центра при изменении тела в пространстве является признаком снижения функциональных резервов регуляции и может рассматриваться как показатель неадекватной реакции на ортостатическое воздействие [1].

При проведении АОП у мальчиков младших возрастных групп (9-10, 11-12 и 13-14 лет) отсутствует увеличение активности вазомоторного

центра, что следует рассматривать как отставание, или «незрелость», в развитии симпатического отдела ВНС по сравнению с девочками. Начиная с 15-16 лет как у юношей, так и у девушек возрастает роль симпатического отдела ВНС в процессах срочной адаптации сердечно-сосудистой системы к внешним воздействиям. В старших возрастных группах (17-18, 19-20 и 21-25 лет) у спортсменов мужского пола отмечена большая степень активации симпатического отдела ВНС в процессе срочной адаптации к воздействию внешних факторов. Увеличение активности вазомоторного центра (по показателям LF-компоненты) при проведении АОП отмечено у спортсменов мужского пола на 20%, 18%, и 32%, в то время как у спортсменок прирост составил 10%, 9%, 15% соответственно. Результаты проведенного исследования согласуются с данными М.В. Шайхелисламовой

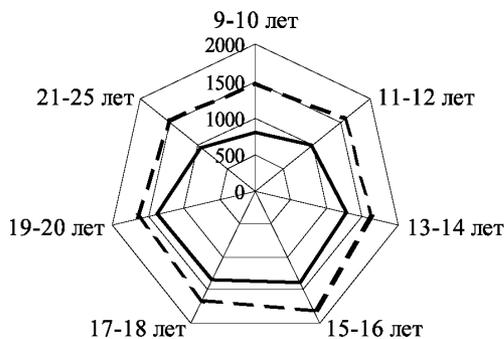


Рисунок 3 - Показатели абсолютной мощности VLF-волн (мс2) (А) и LF-волн (Б) в покое и при проведении АОП у спортсменов женского пола разных возрастных групп
 Примечание: — покой; - - - - - АОП

[8]. Авторы исследовали возрастную динамику функциональной активности гормонального и медиаторного звена симпато-адреналовой системы у детей разного пола и пришли к заключению, что у девочек функциональная активность симпатического звена симпато-адреналовой системы проявляется в более раннем возрасте (начиная с 10 лет) по сравнению с мальчиками, у которых этот процесс происходит в 14-15 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из значимости симпатической нервной системы в формировании адаптивного ответа на стрессорное воздействие, можно предположить, что раннее созревание симпатического отдела ВНС обеспечивает высокую мобилизационную готовность сердечно-сосудистой системы девочек 9-14 лет и более «зрелые» адаптивно-приспособительные реакции организма в ответ на внешнее воздействие. Анализ гемодинамических показателей при выполнении дозированных нагрузок подтвердил наше предположение. У девочек

реакция сердечно-сосудистой системы при выполнении физических нагрузок приближается к уровню взрослого организма в более раннем возрасте, что обуславливает эффективную работу сердца при выполнении дозированных нагрузок на начальных этапах адаптации к физическим нагрузкам (9-14 лет). Отставание в развитии симпатического отдела ВНС у мальчиков компенсируется к 15-16 годам. Именно к этому возрасту завершаются структурные преобразования симпатического отдела ВНС [9]. Начиная с 15-летнего возраста у спортсменов мужского пола отмечена высокая реактивность симпатического звена регуляции сердечно-сосудистой системы (на уровне активности вазомоторного центра), что способствует увеличению минутного объема кровообращения за счет усиления систолического объема крови (положительный инотропный эффект) и повышает эффективность работы сердца при выполнении физических нагрузок в старших возрастных группах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грачев, С. В. Новые методы электрокардиографии / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов / под ред. С. В. Грачева, Г. Г. Ивановой, А. Л. Сыркиной. – М.: Техносфера, 2007. – С. 473-496.
2. Демидов, В. А. Вариабельность комплекса параметров гемодинамики у юношей и девушек, занимающихся и не занимающихся спортом / В. А. Демидов, Ф. А. Мавлиев, Н. Ш. Хаснутдинов // Физиология человека. – 2009. – Т.35. – № 1. – С. 84-89.
3. Иорданская, Ф. А. Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений (этапы углубленной подготовки и спортивного совершенствования) : монография / Ф. А. Иорданская. – М.: Советский спорт, 2011. – 142 с.
4. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. – Изд. второе, перераб. и доп. : Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
5. Панкова, Н. Б. Функциональное развитие вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы человека в онтогенезе / Н. Б. Панкова // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2008. – Т.94. – № 3 – С. 267-275.
6. Харитонов, Л. Г. Типы адаптации в спорте / Л. Г. Харитонов. – Омск : ОГИФК, 1991. – 199 с.
7. Хаспекова, Н. Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н. Б. Хаспекова // Вестник аритмологии. – 2003. – № 32 – С. 15-23.
8. Шайхелисламова, М. В. Возрастно-половые особенности и механизмы адаптационных реакций у детей в пре- и пубертатный периоды развития / М. В. Шайхелисламова, Ф. Г. Ситдинов, Н. Б. Дикольская, Г. А. Билалова, Г. М. Каюмова // Физиология человека. – 2009. – Т.35. – № 6. – С. 103-110.
9. Швалев, В. Н. Возрастные изменения регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы и значение синтетазы оксида азота в норме и при патологии / В. Н. Швалев // Кардиология. – 2007. – Т.47. – № 5. – С. 67-72.
10. Evans, J. M. Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal and hemodynamic indexes / J. M. Evans, M. G. Ziegler, A. R. Patwardham et al. // J. Appl. Physiol. – 2001. – V. 91. – № 6. – P. 2611.
11. 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. – V.93. – P.1043-1065.

BIBLIOGRAPHY

1. Grachev, S. V. New methods of electrocardiography / R. M. Baevskii G. G. Ivanov / ed. S. V. Grachev, G. G. Ivanova, A. L. Sirkin. M.: Technosphere, 2007. – P. 473-496.
2. Demidov, V. A., Mavliev, F. A., Hasnutdinov, N. S. Variability of the complex hemodynamic parameters in boys and girls engaged in and involved in sports / V. A. Demidov, F. A. Mavliev, N. S. Hasnutdinov // Human Physiology, 2009. - The T.35. - № 1. – P. 84-89.
3. Jordanskaj, F. A. Monitoring of functional training of young athletes – reserve of high performance sport (stages in-depth training and sports perfection) :

- monograph / F. A. Jordan. – М. : Soviet Sport, 2011. – 142p.
4. Mikhailov, V. M. Heart rate variability: the experience of the practical application of the method. Ed. second, revised. and additional. : Ivanovo Ivan.gos.med. Academy, 2002. – 290 p.
 5. Pankova, N .B. Functional development of the autonomic regulation of the cardiovascular system in human ontogenesis / N .B. Pankova // Russian Journal physiological them. IM Sechenov. – 2008. – The T.94. – № 3. – P. 267-275.
 6. Haritonova, L. G. Types of adaptation in sport / L. G. Haritonova, Omsk : OGIFK, 1991. – 199 p.
 7. Haspekova, N. B. Informative diagnostic monitoring of heart rate variability / N. B. Haspekova // Bulletin arrhythmology. – 2003. – № 32. – P.15-23.
 8. Shayhelislamova, M.V. Age and sex characteristics and mechanisms of adaptive reactions in children in pre- and puberty development / M. V. Shayhelislamova, F. G. Sitdikov, , N. B. Dikolskaya, G.A. Bilalova // Human Physiology. – 2009. – The T. 35. – № 6. – P. 103-110.
 9. Shvaley, V. N. Age-related changes in the regulatory mechanisms of the cardiovascular system and the importance of nitric oxide synthase in normal and pathological conditions / V. N. Shvaley // Cardiology. – 2007. – The T.47. – № 5 – P. 67-72.
 10. Evans, J. M., Ziegler, M. G., Patwardham, A. R. et al. Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal and hemodynamic indexes / J. M. Evans, M. G. Ziegler, A. R. Patwardham. et al // J. Appl. Physiol, 2001. – V.91. - № 6. – P. 2611.
 11. 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. – V.93 – P.1043–1065.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Кудря Ольга Николаевна – доктор биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры и спорта ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры».