

5. Гонестова, В.К. Адаптивные модели функциональной подготовленности спортсменов на разных этапах многолетней подготовки в циклических видах спорта / В.К. Гонестова // Адаптационные механизмы регуляции функций организма при мышечной деятельности: материалы науч.-практ. конф. – Минск, 2008.– С. 42–46.

6. Гонестова, В.К. Адаптация системного кровообращения с повышением уровня спортивного мастерства представителей циклических видов спорта / В.К. Гонестова // Научные труды НИИФКиС РБ: сб. науч. тр. – Минск, 2010. – № 9. – С. 41–46.

7. Гонестова, В.Г. Взаимосвязь звеньев центральной гемодинамики с уровнем спортивного мастерства представителей зимних видов спорта / В.К. Гонестова // Научные труды НИИФКиС РБ: сб. науч. тр. – Минск, 2010. – № 9. – С. 60–64.

8. Гонестова, В.К. Формирование физиологических резервов кардиореспираторной системы с повышением тренированности представителей легкоатлетического бега на разные дистанции / В.К. Гонестова, Н.В. Иванова // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: сб. науч. тр. – Минск, 2011. – № 10. – С. 215–219.

9. Пушкарь, Ю.Т. Справочник по функциональной диагностике / Ю.Т. Пушкарь [и др.]. – М.: Медицина, 1977.– С. 207–248.

19.02.2014

УДК 796.093.645.1

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННОГО ПЯТИБОРЬЯ

Н.В. Иванова, канд. биол. наук,

Белорусский государственный университет физической культуры

Аннотация

В статье представлены результаты исследования центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма представителей современного пятиборья. У спортсменов отмечается проявление экономизации деятельности сердца (синусовая брадикардия). Степень напряжения (централизации) механизмов ритма сердца у пятиборцев отмечалась в пределах нормы. Выявлено повышение централизации управления ритмом сердца у высококвалифицированных спортсменов. Изменения механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма и центрального звена гемодинамики сопровождаются незначительным физиологическим напряжением регуляторных механизмов у высококвалифицированных спортсменов, а у высококвалифицированных представителей современного пятиборья (мужчины) сердечно-сосудистая система выходит на более оптимальный, экономичный уровень функционирования.

ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL STATE OF CARDIOVASCULAR SYSTEM OF REPRESENTATIVES MODERN PENTATHLON

Abstract

In article results of research of central haemodynamics and of heart rate variability of representatives modern pentathlon are presented. At athlete's display economization an action of the heart (a sinus bradycardia) is marked. Degree of a strain (centralisation) of mechanisms of a heart rhythm at pentathlonists became perceptible within norm. Rising of centralisation of control by a heart rate at highly skilled sportswomen is taped. Changes of mechanisms of vegetative regulation of a heart rate and the central link of haemodynamics are accompanied by insignificant physiological pressure of mechanisms of regulation at elite athlete's of female group, and at elite athlete's pentathletes (male) the cardiovascular system leaves on more optimum, economic level of functioning.

Введение

В современном спорте высших достижений неуклонно возрастают требования к интенсификации тренировочного процесса. В этих условиях вероятность развития декомпенсаторных процессов в организме спортсмена существенно возрастает. Необходимость совершенствования комплексных диагностических программ своевременного выявления развития патологических состояний на различных этапах подготовки не вызывает сомнений и, особенно, сердечно-сосудистой системы [2–5].

Регулярная физическая нагрузка ведет к характерным изменениям в аппарате кровообращения и вегетативной регуляции сердечного ритма, которые проявляются как во время мышечной работы, так и в период относительного покоя [2–8; 10]. Эти изменения связаны со стажем занятий, интенсивностью тренировочной нагрузки и спецификой вида спорта.

Диагностика функционального состояния организма спортсменов в различные периоды подготовки основана на получении большого объема оперативной информации, получаемой благодаря традиционным методам исследования сердечно-сосудистой системы [3, 4, 6–9].

Данные о функциональном состоянии центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма имеют большое значение для комплексного контроля и системы управления тренировочным процессом. Эти данные позволяют судить, насколько адекватны нагрузки, применяющиеся в микроциклах, мезоциклах, макроциклах, и дают возможность осуществлять обоснованную коррекцию тренировочных программ, характеризовать адаптированность организма спортсменов к условиям тренировочной и соревновательной деятельности [9].

Целью настоящей работы являлось изучение особенностей функционального состояния сердечно-сосудистой системы представителей современного пятиборья.

Методы и организация исследования

Исследование центральной гемодинамики проводилось с помощью компьютерной диагностической методики «Импекард» (Республика Беларусь) методом тетраполярной реографии.

Определялись следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), систолическое, диастолическое, артериальное давление (АДс, АДд, мм рт. ст.), ударный объем (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин). Исследование проводилось в лабораторных условиях в положении лежа.

Временной метод анализа variability сердечного ритма позволяет определить состояние вегетативного гомеостаза и по степени преобладания активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, по величине активации подкорковых нервных центров оценить напряжение регуляторных систем.

Определялись следующие показатели:

- мода (M_0 , мс), в физиологическом смысле – это наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы;
- амплитуда моды (AM_0 , %) отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен в основном степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы;
- вариационный размах (dRR , мс) характеризует степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде. Физиологический смысл обычно связывают с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы;
- стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов ($SDNN$, мс) – суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения;
- индекс напряжения регуляторных систем (ИН, усл.ед.) отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует в основном активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, состояние центрального контура регуляции [1].

Спектральный анализ проводился для точной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме, с его помощью оценивается активность отдельных уровней управления ритмом сердца.

Исследовали следующие показатели:

- высокочастотные колебания (HF, %) – относительный уровень активности парасимпатического звена регуляции;
- низкочастотные колебания (LF, %) – относительный уровень активности вазомоторного центра;
- очень низкочастотные колебания (VLF, %) – относительный уровень активности симпатического звена регуляции;
- критерий симпато-вагусного баланса, соотношение уровней активности центрального и автономного контуров регуляции (HF/LF);

Показатели variability сердечного ритма регистрировались с помощью компьютеризированной методики «Поли-Спектр» («Нейрософт» Россия, г. Иваново) в течение 5 минут в положении лежа.

Объект исследования – функциональное состояние сердечно-сосудистой системы представителей современного пятиборья.

Возраст спортсменов от 14 до 34 лет, разряд – 1-й взрослый, КМС, МС, МСМК.

Результаты исследования и их обсуждение

Данные среднегрупповых показателей центральной гемодинамики у спортсменов представлены в таблице 1. Величина АД (систолического и диастолического) соответствовала физиологической норме. У высококвалифицированных спортсменов отмечалась тенденция к снижению диастолического артериального давления.

Таблица 1 – Среднегрупповые показатели сердечно-сосудистой системы представителей современного пятиборья (мужчины)

Показатель	Хср.±σ	Median	Q25-Q75	Хср.±σ	Median	Q25-Q75
	Спортсмены резерва			Высококвалифицированные спортсмены		
Центральная гемодинамика						
АДс мм рт. ст.	121±8,55	120	120-125	120±10,16	120	110-125
АДд мм рт. ст.	76±6,93	80	70-80	73±7,79	70	70-80
АДс* мм рт. ст.	185±19,44	190	170-200	187±19,46	190	180-200
АДд* мм рт. ст.	45±13,01	40	40-60	51±15,53	50	40-60
ЧСС, уд./мин	58±12,35	58	47-68	56±7,54	56	51-61
ЧСС*, уд./мин	112±17,85	115	103-127	106±19,79	107	92-122
УО, мл	108,15±38,63	105	73-129	106,01±37,19	101	83-128
УО*, мл	105,58±25,89	103	82-124	111,73±34,99	108,5	84-131
Вариабельность сердечного ритма						
SDNN, мс	74,87±38,59	64	48,70-88,80	65,38±29,03	59	47-77,8
Мо, мс	1024,48±215,4	950	860-1180	1081,55±148,84	1070	980-1160
АМо, %	32,84±13,72	29,3	23,9-37,7	35,14±11,60	32,8	27,6-41,7
dRR, мс	398,17±155,72	350	304-445	325,50±104,91	294,5	259-388
ИН, у. е.	57,20±57,26	37,1	21,9-77,1	59,62±55,50	47,65	29,8-75,5
HF, %	41,37±10,16	38	33-50,8	34,43±12,22	36,5	25-41,8
LF, %	30,04±10,37	28,4	24-36,3	31,53±9,60	31,45	26,4-36,2
VLF, %	28,67±8,07	29,9	21,4-34	34,04±13,57	31,8	23,9-41
LF/HF	0,80±0,41	0,6675	0,56-1,02	1,14±0,93	0,852	0,68-1,14
Примечание: * – показатель, зарегистрированный после велоэргометрической нагрузки						

Следует подчеркнуть, что у спортсменов обеих групп в состоянии покоя наблюдалась синусовая брадикардия. Представляет интерес тот факт, что у высококвалифицированных спортсменов отмечалась тенденция к снижению ЧСС. Известно, что синусовая брадикардия часто служит показателем хорошей тренированности спортсмена в отношении кардиореспираторной выносливости. Важно отметить, что брадикардия у здоровых спортсменов всегда носит синусовый характер, т. е. источником низкого ритма является сам синусовый узел сердца. Брадикардия, как известно, встречается чаще у спортсменов высокого

класса, преимущественно при тренировках выносливости, среди мужчин чаще, чем среди женщин [3–5].

Брадикардию у спортсменов следует расценивать как проявление экономизации деятельности сердца. Уменьшение ЧСС удлиняет диастолу, снижает потребность миокарда в кислороде, уменьшает работу сердца. Возникает она вследствие изменения нейрогуморальной регуляции, совершенствующейся в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам. При этом имеет место относительное преобладание тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Вместе с тем между степенью брадикардии и тренированности спортсмена полного параллелизма нет. Примерно у 1/3 спортсменов с резко выраженной брадикардией (ниже 40 уд/мин) отмечают плохую приспособляемость к нагрузке, сниженная работоспособность, быстрая утомляемость, расстройство сна, аппетита и различные другие жалобы [3–4].

У спортсменов зарегистрированы высокие значения ударного объема в покое. Если между величиной ударного объема и уровнем работоспособности спортсмена имеется определенная взаимосвязь, то величина минутного объема кровообращения в покое мало связана с уровнем физической работоспособности. Это объясняется тем, что минутный объем кровообращения зависит не только от величины ударного объема, но и от ЧСС. Оба эти показателя, определяющие величину минутного объема кровообращения, по-разному связаны с уровнем физической работоспособности: с ударным объемом крови имеется прямая пропорциональная зависимость, а с ЧСС – обратная пропорциональная зависимость. В результате таких разнонаправленных тенденций величина минутного объема кровообращения оказывается мало зависящей от уровня физической работоспособности.

Изменение ЧСС является важным адаптационным механизмом увеличения минутного объема кровообращения (МОК), осуществляющим быстрое приспособление его величины к требованиям организма. Изменения сердечного ритма осуществляются, главным образом, благодаря хронотропному влиянию на синоатриальный узел симпатических и блуждающих нервов, причем в естественных условиях хронотропные изменения деятельности сердца обычно сопровождаются инотропными влияниями на миокард, поэтому увеличение МОК при раздражении симпатических нервов обязано как тахикардии, так и росту УО. Между УО и ЧСС могут возникать и реципрокные взаимоотношения. Этот механизм, работающий по принципу обратной связи, обеспечивает поддержание МОК на устойчивом уровне. По данным В.Л. Карпмана и Б.Г. Любиной, у спортсменов эта связь прослеживается только на уровне тенденции, увеличение УО в результате тренировок более стойко, чем брадикардия [5]. При росте мышечной массы, являющейся главным потребителем кислорода, обычно увеличивается и сердце, растет потребление кислорода миокардом, что требует пропорционального роста МОК и в конечном итоге – УО.

После нагрузки у высококвалифицированных спортсменов отмечалась тенденция к увеличению УО.

Важно подчеркнуть, что после велоэргометрической нагрузки показатели систолического АД возросли, а диастолического АД снизились, что соответствует нормотоническому типу реакции на нагрузку.

Следует отметить, что у части спортсменов регистрировался и дистонический тип реакции на нагрузку. При этом типе реакции диастолическое давление после физических нагрузок незначительно снижается или остается без изменения. В некоторых случаях может быть небольшое его повышение. Иногда выявляется так называемый феномен бесконечного тона. Большинство специалистов объясняют его появление резким снижением сосудистого тонуса. Некоторые полагают, что этот феномен связан с изменениями, происходящими в сердечной деятельности при нагрузке, так как увеличение скорости изгнания крови из левого желудочка влияет на амплитуду и частоту колебаний артериальных стенок и ведет к возникновению звуковых явлений, определяемых как бесконечный тон [3]. Чем больше мощность работы, тем значительнее изменения в гемодинамике. С улучшением состояния тренированности феномен бесконечного тона прослушивается все реже, что указывает на лучшую приспособляемость аппарата кровообращения к физическим нагрузкам.

Рост УО во время выполнения физической нагрузки обеспечивается благодаря взаимодействию регуляторных механизмов. Так, при увеличении нагрузки под влиянием возрастающего венозного возврата, наполнение желудочков сердца увеличивается, что в сочетании с ростом растяжимости миокарда приводит к увеличению конечно-диастолического объема. Это, в свою очередь, означает возможность увеличения УО крови за счет мобилизации базального резервного объема желудочков. Увеличение сократительной способности сердечной мышцы сопряжено также с ростом ЧСС. Другим механизмом мобилизации базального резервного объема является нейрогуморальный механизм, регулирующий через воздействие на миокард катехоламинов.

Реализация перечисленных механизмов срочной адаптации происходит через систему внутриклеточной регуляции процессов, протекающих в миокардиоцитах, к которым относятся их возбуждение, сопряжение возбуждения и сокращения, расслабление миокардиальных клеток, а также их энергетическое и структурное обеспечение. В процессе срочных адаптационных реакций на физические нагрузки происходит интенсификация всех перечисленных выше процессов жизнедеятельности миокардиальных клеток, что во многом определяет характер нагрузки [5].

Что касается вегетативной регуляции сердечного ритма, у спортсменов резерва наблюдался ваготонический тип регуляции сердечного ритма.

У высококвалифицированных спортсменов баланс отделов вегетативной нервной системы характеризовался смешанным (сбалансированным) типом вегетативной модуляции сердечного ритма с тенденцией к повышению вагусных влияний.

Степень напряжения (централизации) механизмов ритма сердца, характеризующая в основном активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, отмечалась в пределах нормы.

В регуляции сердечного ритма выше активность дыхательной составляющей спектра у спортсменов группы резерва по сравнению с высококвалифицированными спортсменами.

Величина LF составляющей свидетельствовала о нормальной активности регуляторных механизмов, обеспечивающих локальное и общее приспособление сосудистой системы к изменениям ударного и минутного объемов крови.

Следует подчеркнуть, что относительный уровень активности энергометаболического звена регуляции (VLF) отмечался в пределах нормы.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод о хорошем функциональном состоянии спортсменов.

Как видно из таблицы 2, у спортсменок зарегистрированы показатели ЧСС, свидетельствующие о синусовой брадикардии. Синусовая брадикардия обнаруживается у всех регулярно тренирующихся спортсменов в условиях основного обмена (сразу после сна, лежа, натощак). Выраженность брадикардии обратно пропорциональна лишь величине ударного объема крови. Поскольку у спортсменов, тренирующихся на выносливость, этот параметр относительно увеличен даже в покое – у них брадикардия наиболее выражена. Именно поэтому у этих спортсменов и экономизация работы сердца больше: сходные величины минутного объема кровообращения у них достигаются главным образом за счет увеличения сердечного выброса, а не за счет пульсовой реакции. Снижение ЧСС у спортсменов многие исследователи рассматривают как проявление тренированности. Брадикардия как проявление тренированности является нормой только до определенного уровня. Ряд исследователей считают, что при частоте пульса менее 40 ударов в минуту необходимо специальное врачебное исследование [2].

Следует отметить, что артериальное давление (систолическое и диастолическое) у спортсменок соответствовало норме.

После велоэргометрической нагрузки у спортсменок повысилось систолическое АД и снизилось диастолическое. Обращает на себя внимание, что у спортсменок регистрировалась нормотоническая и дистоническая реакция на нагрузку. Дистоническая реакция – резкое снижение диастолического давления, вплоть до прослушивания так называемого бесконечного тона, при значительном повышении систолического АД и учащении сердечных сокращений. Поскольку в первые секунды после нагрузки максимальной интенсивности бесконечный тон прослушивается очень часто, что зависит от нормальных гемодинамических влияний, диагностическое значение такой реакции можно придавать лишь в тех случаях, когда бесконечный тон держится не менее 1–2 мин либо появляется после нагрузок умеренной мощности.

Величина АД обусловлена комплексом сложных факторов: количеством крови, поступающей в сосудистую систему в единицу времени, интенсивностью оттока крови из магистральных сосудов на периферию, емкостью сосудистого русла, упругостью сопротивления сосудистых стенок, вязкостью крови и др. При физической нагрузке все эти факторы изменяются в разной степени и в различных направлениях. Значит, и величины кровяного давления при физической нагрузке изменяются различно в связи с указанными особенностями и в

зависимости от уровня тренированности. Важно учитывать, что и состояние центральной нервной системы и, следовательно, различные факторы, действующие на нервно-эмоциональную сферу, влияют на величину артериального давления у спортсменов. У них реакция артериального давления на одну и ту же нагрузку менее выражена, чем у нетренированных людей.

Величина УО у высококвалифицированных спортсменов зарегистрирована выше, чем в группе спортсменов резерва.

Таблица 2 – Среднегрупповые показатели сердечно-сосудистой системы представителей современного пятиборья (женщины)

Показатель	Хср.±σ	Median	Q25-Q75	Хср.±σ	Median	Q25-Q75
	Спортсмены резерва			Высококвалифицированные спортсмены		
Центральная гемодинамика						
АДс мм рт. ст.	108±10,83	110	100-115	107±9,51	110	100-110
АДд мм рт. ст.	68±7,06	70	60-70	67±7,12	70	60-70
АДс* мм рт. ст.	174±20,17	165	160-190	170±15,74	170	160-180
АДд* мм рт. ст.	49±11,45	47,5	40-50	54±14,21	50	40-60
ЧСС, уд./мин	55±5,75	56	51-59	55±7,28	55	49-61
ЧСС*, уд./мин	118±11,85	120	115-127	105±17,18	103	94-120
УО, мл	110,13±28,66	110	85,5-135	120,21±33,74	123	99-140,5
УО*, мл	106,58±31,06	101	92-108,5	128,55±32,9	127	103-151
Вариабельность сердечного ритма						
SDNN, мс	107,20±62,97	87	68,00-134,1	82,14±47,78	72	53,4-102,5
Мо, мс	1077,18±150,03	1040	995-1140	1094,35±157,68	1100	961-1200
АМо, %	29,00±8,66	28,6	24,90-32,2	32,98±16,60	29,6	22,3-38,5
dRR, мс	366,59±121,90	380	245-453	364,34±139,58	368	273-454
ИН, у. е.	36,51±33,63	27	17,50-39,4	50,69±59,89	33,6	19,9-59,3
HF, %	48,09±6,79	47	43,10-54,00	44,97±10,78	45,3	40,2-51
LF, %	30,22±5,99	31,4	29,00-33,00	27,97±8,58	29	22,3-34,7
VLF, %	21,69±7,61	20,7	17,00-24,2	27,42±12,88	24,7	19-32
LF/HF	0,70±0,26	0,7	0,60-0,83	0,66±0,24	0,62	0,5-0,82
Примечание: * – показатель, зарегистрированный после велоэргометрической нагрузки						

В покое объем крови, выбрасываемый из желудочка, составляет в норме от трети до половины общего количества крови, содержащейся в этой камере сердца к концу диастолы. Оставшийся в сердце после систолы резервный объем крови является своеобразным депо, обеспечивающим увеличение сердечного выброса при ситуациях, в которых требуется быстрая интенсификация гемодинамики. Величина резервного объема крови является одним из главных детерминантов функционального резерва сердца по его специфической функции – перемещению крови в системе. При увеличении резервного объема, соответственно, увеличивается максимальный ударный объем, который может быть выброшен из сердца в условиях его интенсивной деятельности. При адаптационных реакциях аппарата кровообращения изменения ударного объема достига-

ются с помощью механизмов саморегуляции под влиянием экстракардиальных нервных механизмов. Регуляторные влияния реализуются в изменения ударного объема путем воздействия на сократительную силу миокарда. Благодаря увеличению мощности сокращения, систолический объем увеличивается за счет использования резервного объема крови. Известно, что предельные частоты сердечных сокращений у спортсменов, так же как у здоровых нетренированных людей, биологически детерминированы функциональными возможностями синусового узла. Поэтому главным объектом оптимизации МОК у спортсменов является увеличение УО при физической нагрузке.

Следует отметить тенденцию к повышению ударного объема крови после нагрузки у высококвалифицированных спортсменов.

Данные анализа функционального состояния аппарата кровообращения подтверждают представление о том, что под влиянием физических нагрузок происходят положительные приспособительные изменения сердечно-сосудистой системы.

Следует подчеркнуть, что у спортсменов резерва и высококвалифицированных спортсменов отмечался нормотонический тип регуляции сердечного ритма с тенденцией к преобладанию вагусных модуляций.

Анализ ИН указывает на повышение централизации управления ритмом сердца и симпатических модуляций у высококвалифицированных спортсменов.

Показатели HF и LF составляющих спектра ВСР свидетельствовали о более высокой активности у спортсменов резерва. Усиление дыхательных волн (HF) можно рассматривать как активацию кардиоингибиторного центра. При этом ослабляется активность кардиостимуляторного и вазомоторного центров, что может быть связано со снижением контроля со стороны высших уровней регуляции или торможением модуляторного центра в результате изменений или сильных рефлекторных влияний.

Одновременно с этим у спортсменов резерва отмечалось умеренное ослабление активности симпатического подкоркового центра, что свидетельствовало о снижении функциональных резервов на восстановление нарушенного гомеостаза. У высококвалифицированных спортсменов наблюдалась нормальная активность уровня активности энергометаболического звена регуляции.

Заключение

На основании исследования, характеризующего состояние сердечно-сосудистой системы представителей современного пятиборья, было выявлено проявление экономизации деятельности сердца (синусовая брадикардия). При этом, наряду с указанными изменениями, механизмы поддержания одинакового уровня однородного показателя (артериальное давление) различны.

После нагрузки у высококвалифицированных спортсменов и спортсменок отмечалась тенденция к увеличению УО, что является оптимальной реакцией на нагрузку. Увеличение МОК как за счет увеличения ЧСС и УО является физиологически адекватным типом реакции. Увеличение МОК за счет увеличения только ЧСС спортсменов резерва относится к неадекватному типу.

Степень напряжения (централизации) механизмов ритма сердца у пятиборцев отмечалась в пределах нормы. Выявлено повышение централизации управления ритмом сердца у высококвалифицированных спортсменов.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что спортивная тренировка вызывает перестройку и механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма и центрального звена гемодинамики. Эти изменения сопровождаются незначительным физиологическим напряжением регуляторных механизмов у высококвалифицированных спортсменов, а у высококвалифицированных представителей современного пятиборья (мужчины) сердечно-сосудистая система выходит на более оптимальный, экономичный уровень функционирования.

Список использованных источников

1. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – С. 106–127.
2. Граевская, Н.Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему / Н.Д. Граевская. – М.: Медицина, 1975. – 277 с.
3. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия: учеб. пособие: в 2 ч. / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – Ч. 1. – 304 с.: ил.
4. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия: учеб. пособие: в 2 ч. / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – Ч. 1. – 360 с.: ил.
5. Карпман, В.Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В.Л. Карпман, Б.Г. Любина – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
6. Немиров, А.Д. Информативность параметров вариабельности сердечного ритма у спортсменов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / А.Д. Немиров. – Ярославль, 2004. – 22 с.
7. Показатели ударного объема крови у юношей, занимающихся физическими упражнениями динамического и статического характера / Р.А. Абзалов [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2002. – С. 13–14.
8. Рябыкина, Г.В. Вариабельность ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. – М.: Оверлей, 2001. – 200 с.
9. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / под ред. В.Н. Платонова. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
10. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во Удмурдский университет, 2009. – 255 с.

28.02.2014