

УДК 612.13

DOI: 10.18413/2409-0298-2016-2-3-39-44

Коровянская Т.М.<sup>1</sup>  
Склярва Н.А.<sup>2</sup>

## ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА И СОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У 10-16 ЛЕТНИХ ШКОЛЬНИКОВ

1) учитель, Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «СОШ № 46 г. Белгорода» ул. Спортивная 6А, г. Белгород, 308036, Россия, E-mail: school46@beluo31.ru

2) учитель-логопед, Муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение детский сад комбинированного вида №84, ул. 60 лет Октября, 3, г. Белгород, 308036, Россия, E-mail: natalia.logoped@mail.ru

### Аннотация

Изучены гемодинамические показатели систолической функции миокарда и соматического здоровья школьников. У 13-16-летних учащихся по значениям частоты сердечных сокращений (ЧСС) и пульсового давления (ПД) установлено повышенное регуляторное влияние симпатических нервов на сократимый миокард и проводящую систему сердца против возрастных норм. Уровень тренированности миокарда и соматического здоровья у мальчиков 13-16 лет и девочек 13-лет низкий, у мальчиков 10-11 лет и девочек 14-16 лет – средний, у остальных – высокий.

**Ключевые слова:** возрастные особенности гемодинамики; сердечный ритм; артериальное давление; систолическая активность миокарда; регуляция сокращения миокарда; соматическое здоровье.

Korovjanskaja T.M.,<sup>1</sup>  
Skljarova N.A.<sup>2</sup>

## HEMODYNAMIC EVALUATION OF THE SYSTOLIC FUNCTION OF THE MYOCARDIUM AND SOMATIC HEALTH OF 10-16 YEARS OLD PUPILS

1) Teacher, Municipal Budgetary Institution of General Education “Secondary school of general education N 46 of Belgorod” 6A Sportivnaya St., Belgorod, 308036, Russia, E-mail: school46@beluo31.ru

2) Teacher-logopedist, Municipal Budgetary Pre-school Educational Institution Kindergarten of a combined type N 84 60 Years of October St., 3, Belgorod, 308036, Russia, E-mail: natalia.logoped@mail.ru

### Abstract

Hemodynamic indices of myocardium systolic function and somatic health of pupils had been studied. By the estimation of the heart rate and pulse pressure level it was determined that pupils at the age of 13-16 years old had increased regulatory influence of sympathetic nerves on the contractile myocardium and conducting system of heart in comparison with age-specific norms. The myocardium level of training and level of somatic health of 13-16 years old boys and 13 years old girls are low, of 10-11 years old boys and 14-16 years old girls are medium, and in others are high.

**Keywords:** age-specific features of hemodynamics; heart rate; arterial pressure; myocardium systolic activity; myocardium contraction regulation; somatic health

Среди систем, обеспечивающих адаптацию организма к воздействию факторов среды, важное значение имеет сердечно-сосудистая система. Она лимитирует приспособительные реакции организма [5]. Задержка созревания сердца в сравнении с интенсивным темпом физического развития у подростков сопряжена с гипертрофией его левого желудочка, увеличением показателей гемодинамики – артериального давления, ударного и минутного объемов [1, 3]. Артериальное давление у детей и подростков

связано с длиной и массой тела, интенсивностью полового созревания, степенью развития скелетной мускулатуры. С нарастанием двигательной активности, увеличением массы скелетной мускулатуры совершенствуется вегетативная регуляция частоты сердечных сокращений (ЧСС) [5]. В процессе возрастного развития урежение ЧСС обусловлено становлением влияний на функции миокарда блуждающего нерва [2, 5]. У лиц с малой

двигательной активностью отмечена склонность к тахикардии [6].

Цель работы: определить у 10-16-летних школьников систолическую активность миокарда и уровень соматического здоровья по данным гемодинамики.

### Материалы и методы исследования

Исследование выполнено на базе классов МБОУ «СОШ №46» г. Белгорода в середине учебной недели в начале третьей учебной четверти. В нем участвовали 240 учащихся 5-10 классов в возрасте 10-16 лет, которые на момент обследования были условно здоровы и имели I или II группу здоровья. В работе использовали унифицированные методы донозологической диагностики, которые достаточно просты по исполнению и приемлемы для массовых обследований, но при этом имеют важное информативное значение. У каждого школьника устанавливали функциональный статус миокарда по ключевым показателям гемодинамики, определяя и оценивая частоту сердечных

сокращений (ЧСС, мин<sup>-1</sup>), артериальное давление (АД, мм рт. ст.) и его основные компоненты – систолическое (АДс), диастолическое (АДд), пульсовое (ПД) [5]. По формуле Старра рассчитывали показатели систолического (СОК, мл) и минутного объема (МОК, л) крови [4, 5]. Определяли показатель «двойное произведение» (ДП), который характеризует уровень тренированности миокарда и его систолическую активность. Он является объективным показателем уровня соматического (физического) здоровья, так как отражает сопряженность насосной функции миокарда с темпами физического развития организма [2, 5].

Полученные данные обработаны на индивидуальном и групповом уровне с применением пакета компьютерных программ «Statistika-6».

### Результаты исследования и их обсуждение

У школьников одного и того же возраста ЧСС подвержена большим индивидуальным колебаниям (табл. 1).

Таблица 1

#### Возрастная динамика показателей ЧСС у школьников 11-16 лет

Table 1

#### Age-specific dynamics of the heart rate indices of 11-16 years old pupils

Возраст, лет	Показатель, ед. изм.	Мальчики		Девочки	
		M±m	Min-max	M±m	Min-max
10-11	ЧСС, мин <sup>-1</sup>	87,5±2,40	70-120	90,3±3,13	65-100
12		91,3±1,90	70-108	93,3±1,93	68-112
13		85,9±3,40	50-114	87,7±2,54	73-104
14		88,9±1,70	71-112	87,8±2,48	65-118
15		85,0±7,51	62-118	84,0±7,28	58-100
16		88,2±3,31	60-110	88,2±3,16	66-110

ЧСС в норме у подростков 11-13, 14-15 и 16 лет составляет 60-84, 76 и 75 мин<sup>-1</sup> соответственно [6]. Только у 15-летних девочек средняя величина ЧСС соответствует возрастной норме. У 12-летних мальчиков и 11-12-летних девочек выявлено проявление тахикардии в физиологических условиях. У школьников остальных групп средние значения ЧСС превышали возрастные нормы, указывая на их склонность к тахикардии и проявление

умеренной тахикардии – с проявлением ЧСС в пределах от 85 до 95 мин<sup>-1</sup> (табл. 1).

Согласно графику (рис. 1), начиная с 12 лет, среди мальчиков снижался процент лиц с проявлением тахикардии и увеличивался – с нормокардией, которая у 14-15-летних была наиболее выражена. У 16-летних подростков процент лиц с нормокардией и тахикардией был практически одинаков.

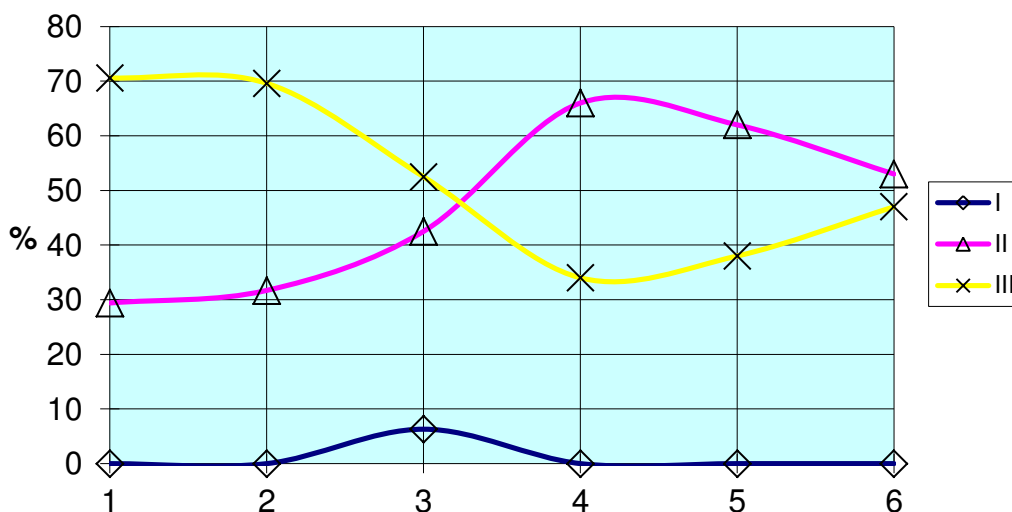


Рисунок 1. Динамика ЧСС у 11-16-летних мальчиков по индивидуальным значениям ЧСС: I – брадикардия, II – нормокардия, III – тахикардия; группы подростков : 1 – 10-11 лет, 2 – 12 лет, 3 – 13 лет, 4 – 14 лет, 5 – 15 лет, 6 – 16 лет.  
 Figure 1. Dynamics of heart rate of 11-16 years old boys by individual values of heart rate: I – bradycardia; II – normocardia; III – tachycardia; groups of adolescents: 1 – 10-11 years old; 2 – 12 years old; 3 – 13 years old; 4 – 14 years old; 5 – 15 years old; 6 – 16 years old.

Считаем, что замедление ЧСС у 11-13-летних школьников и увеличение среди них лиц с нормокардией обусловлено усилением парасимпатического влияния на модуляцию сердечного ритма [1, 3]. Увеличение среди 16-летних подростков процента лиц с тахикардией является следствием интенсивного физического развития и полового созревания, связанных с ростом энергозатрат на фоне снижения адаптивных возможностей миокарда [3, 4]. Полагаем, что усиление в этот период регуляторной активности симпатического отдела вегетативной нервной

системы соответствует проявлению стресс-напряжения.

Аналогичная динамика ЧСС выявлена и у 10-16-летних девочек (рис. 2). У школьниц 12 лет наиболее выражен процент лиц с проявлением тахикардии, то есть усиленного воздействия на ритм сердца симпатической нервной системы. Полагаем, что у девочек этот процесс связан с интенсивным и более ранним, по сравнению с мальчиками, началом периода полового созревания, который сам по себе является выраженной психоэмоциональной нагрузкой, усиливающей симпатическое влияние на ритм сердца [5].

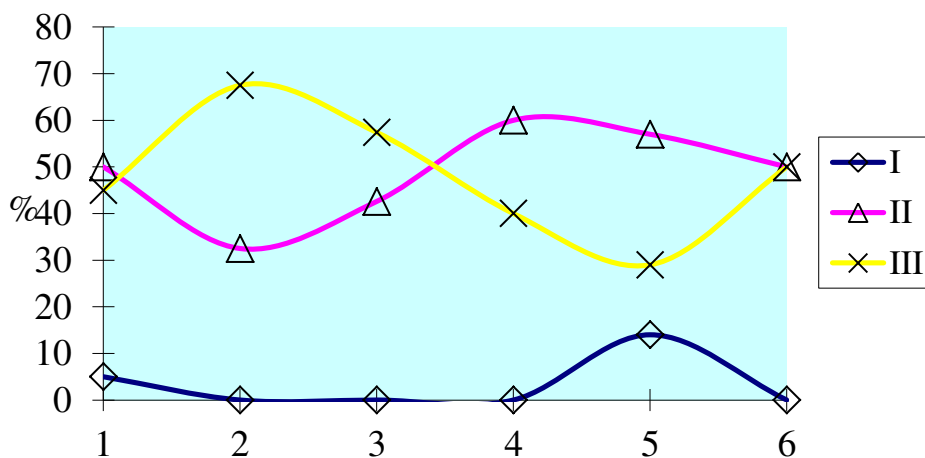


Рисунок 2. Динамика ЧСС у 11-16-летних девочек по индивидуальным значениям ЧСС: I – брадикардия, II – нормокардия, III – тахикардия; группы подростков : 1 – 10-11 лет, 2 – 12 лет, 3 – 13 лет, 4 – 14 лет, 5 – 15 лет, 6 – 16 лет.  
 Figure 2. Dynamics of heart rate of 11-16 years old girls by individual values of heart rate: I – bradycardia; II – normocardia; III – tachycardia; groups of adolescents: 1 – 10-11 years old; 2 – 12 years old; 3 – 13 years old; 4 – 14 years old; 5 – 15 years old; 6 – 16 years old.

У 14-15-летних девочек темпы процесса полового созревания несколько снижены, что указывает на стабилизацию сердечного ритма у большей их части. У 16% 15-летних девочек выявлена брадикардия, при этом в этой группе снижен процент лиц с тахикардией (см. рис. 2).

Установлена возрастная динамика АДс и АДд у мальчиков и девочек в ряду от 10-11 до 16 лет, которая соответствует закономерностям роста и среднему уровню физического развития. У школьников индивидуальные значения АДс проявлялись в пределах 80-120 мм рт. ст., а АДд – 50-90 мм рт. ст. Только у 10-11-летних девочек АДс

было выше, чем у мальчиков. Начиная с 12-летнего возраста, у мальчиков значения АДс были на 5-7 мм рт. ст. выше, чем у девочек. Наибольший прирост АДс отмечен у мальчиков в 13 лет.

У всех групп школьников средние величины АДд, изменяясь в пределах от 50 до 90 мм рт. ст., соответствовали возрастным нормам. Их значения у 10-12 летних мальчиков и 10-13-летних девочек проявлялись в пределах 60 мм рт. ст. Наибольшие значения АДд отмечены у мальчиков в 13 лет, а у девочек – в 15-летнем возрасте (табл. 2).

Таблица 2

**Возрастная динамика компонентов артериального давления у 10-16-летних школьников**

Table 2

**Age-specific dynamics of the arterial pressure components of 10-16 years old pupils**

Возраст, лет	Показатель, ед. изм.	Мальчики		Девочки	
		M±m	Min-max	M±m	Min-max
10-11	АДс мм рт. ст.	87,6±1,82	80-100	92,0±2,36	80-110
12		93,8±2,12	80-120	91,1±0,76	80-110
13		111,1±2,15	90-120	104,4±2,88	90-120
14		105,0±2,70	90-120	102,2±1,77	90-120
15		108,3±2,89	90-120	102,9±4,21	90-120
16		107,4±1,57	90-120	99,6±1,82	90-110
10-11	АДд мм рт. ст.	60,1±1,35	50-80	60,3±1,12	50-70
12		60,5±1,76	50-80	59,5±0,95	50-80
13		69,2±2,43	60-90	60,0±1,29	50-70
14		65,4±1,58	60-80	62,9±1,17	60-83
15		68,3±3,12	50-80	67,1±5,65	50-90
16		64,8±2,17	50-80	60,0±1,21	50-70
10-11	ПД мм рт. ст.	27,1±2,05	20-40	31,8±1,71	20-45
12		33,3±1,74	20-50	31,6±0,99	20-50
13		42,4±2,77	20-60	44,4±3,65	20-60
14		40,7±2,29	20-70	39,3±1,68	27-60
15		41,1±2,16	30-50-	41,0±2,17	30-50
16		43,5±1,39	30-50	37,7±3,16	65-105

Анализ выявленных средних значений ПД показал, что, у 10-11-летних мальчиков оно снижено против нормы на 3,5-6 мм рт. ст., указывая на повышенный уровень диастолического напряжения миокарда. У 13-летних подростков средние величины ПД превысили возрастные нормы в среднем на 4-5 мм рт. ст. у мальчиков, на 10-11 мм рт. ст. – у девочек (см. табл. 2). Этот эффект обусловлен активацией регуляторного влияния симпатического отдела на сократительную функцию миокарда. В норме у 14-16 летних школьников ПД составляет 30,5-39,5 мм рт. ст. у мальчиков и 29-35 мм рт. ст. у девочек. Выявленные у учащихся средние величины ПД превысили нормативные показатели. Данный

результат свидетельствует об усилении сократительной функции миокарда и роста СОК и МОК. Поэтому у подростков, находящихся на стадии полового созревания, адаптация к текущим нагрузкам реализуется как за счет усиления силы сокращений миокарда левого желудочка, так и благодаря повышению его ЧСС (см. табл. 1).

Существует закономерная связь между потребностями системы кровообращения и её функциональными возможностями. Наибольший прирост СОК происходит в период полового созревания. У 11-12-летних мальчиков средние значения СОК были снижены против возрастной нормы, а у остальных групп школьников они соответствовали ей. Согласно закономерностям

процесса роста, в норме на всех этапах развития у лиц мужского пола величина СОК выше, чем у женского [6]. Однако, у обследованных 13-16-летних девочек выявленные средние величины СОК были выше, чем у мальчиков того

же возраста, и превышали верхнюю границу нормы, равную 46,5-63,5 мл (табл. 3). Следовательно, высокие значения СОК у девочек в большей степени обусловлены более значимым пульсовым давлением.

Таблица 3

**Возрастная динамика систолической активности миокарда у 10-16-летних школьников**

Table 3

**Age-specific dynamics of the myocardium systolic activity of 10-16 years old pupils**

Возраст, лет	Показатель, ед. изм.	Мальчики		Девочки	
		M±m	Min-max	M±m	Min-Max
10-11	СОК, мл	42,8±0,82	31,0-49,3	43,1±0,79	43,0-43,5
12		46,7±0,88	34,5-52,5	47,5±1,46	34,2-62,3
13		59,9±2,6	37,6-75,6	68,0±2,61	49,6-87,6
14		66,0±1,73	46,8-83,3	66,7±1,22	50,3-78,8
15		67,9±2,45	60,0-83,0	68,7±4,80	52,2-86,2
16		74,0±1,71	58,2-86,2	74,2±1,19	69,2-86,2
10-11	МОК, л	3,8±0,14	2,2-4,4	3,9±0,14	2,9-4,8
12		4,4±0,12	3,3-5,4	4,3±0,13	3,3-5,7
13		5,1±0,33	2,3-7,7	5,8±0,25	4,5-7,6
14		5,9±0,23	3,9-8,5	5,8±0,23	4,3-8,4
15		5,7±0,45	3,9-7,7	5,7±0,50	3,5-7,2
16		6,6±0,29	4,2-9,8	6,5±0,26	4,5-7,7
10-11	ДП, усл. ед.	85,6±2,76	64,0-124,0	79,3±2,25	50,7-108,0
12		77,5±2,13	64,6-102,0	81,5±3,69	54,1-118,8
13		96,0±3,40	60,0-120,0	92,4±4,36	64,5-114,0
14		95,6±3,00	70,4-132,6	88,6±3,30	59,1-120,0
15		92,7±8,80	64,3-138,6	87,1±10,08	54,3-122,4
16		95,1±3,60	59,5-122,4	86,3±3,40	59,0-112,2

У 11-летних мальчиков средняя величина МОК соответствовала возрастной норме, тогда как у мальчиков 12 лет данный показатель был выше, чем у девочек этого же возраста. Полагаем, что этот результат сопряжен с активацией у мальчиков процесса полового созревания. У девочек в возрасте 10-11 и 13-16 лет установленные средние величины МОК по значению выше, чем у мальчиков тех же возрастных групп (см. табл. 3). Высокие значения систолического и минутного объемов крови у школьников на фоне повышенной против нормы ЧСС, свидетельствуют о завышенной нагрузке на сократительную функцию миокарда. В норме в регуляции величины АД участвует не только сердце, но и сокращение скелетной мускулатуры – «периферических сердец», которые стабилизируют насосную функцию миокарда.

Анализ средних значений ПД свидетельствует, что у мальчиков в возрасте 12 лет и у 10-12-летних девочек тренированность сердца выше среднего уровня и у них высокий уровень соматического здоровья, у мальчиков 10-11 и девочек 14-16 лет – средняя и ей соответствует средний уровень здоровья. У

подростков на фоне интенсивного осуществления процессов полового созревания в возрасте 13-16 лет у мальчиков и 13-летних девочек выявлен низкий уровень тренированности миокарда и соматического здоровья. Считаем, что эти подростки составляют группу риска по здоровью.

**Заключение**

Полученные результаты свидетельствуют, что у всех возрастных групп школьников, особенно у 13-16-летних, значения показателей центральной гемодинамики – ЧСС и ПД повышены против нормы. Этот результат связан с усилением регуляторного симпатического влияния на сократительную функцию миокарда. Повышение значений данных показателей следует рассматривать как защитно-компенсаторную реакцию, направленную на стабилизацию интенсивности кровотока за счет усиления систолической функции миокарда. В группе мальчиков темпы физического развития сопряжены с формированием мышечного аппарата. Однако, при отсутствии должного уровня физических нагрузок, мышечный аппарат не способен обеспечить в организме

необходимый уровень периферического кровотока и снизить нагрузку на сердечный миокард. Поэтому в период полового созревания у подростков адаптация миокарда сердца к текущим нагрузкам тесно связана с напряжением его сократительной функции, как по частоте, так и по амплитуде. В результате, описанный путь регуляции насосной функции миокарда не является физиологически благоприятным для сердца и в целом для всего организма.

Полагаем, что сниженный двигательный режим в течение суток у школьников против нормы, определяет напряжение и утомление миокарда, активизирует усиление регуляторного влияния на него симпатических нервов, повышая психоэмоциональное напряжение организма. Не исключаем, что и другие факторы воздействуют на работу сердца, как, например, недостаточный по качеству и продолжительности сон, социализация личности подростка в социуме, большой объем учебных нагрузок и, возможно, слабое развитие системы внешнего дыхания, в частности её аэробных возможностей из-за низкого объема двигательной активности. Решение данного вопроса требует дальнейших исследований.

#### Список литературы

1. Агаджанян, А.Н. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. Москва-Ставрополь, 2000. 204 с.

2. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. Серия «Гиппократ». Ростов н/Д.: Феникс, 2000. 248 с.
3. Коркушко О.В. Сердечно-сосудистая система и возраст. М.: Медицина, 1983. 176 с
4. Коркушко О.В., Шатило В.Б., Шатило Т.В. и др. Анализ вегетативной регуляции сердечного ритма на различных этапах индивидуального развития человека // Физиология человека. 1991. Т. 17. № 2. С. 31-39.
5. Косованова Л.В., Мельников М.М., Айзман Р.И. Скрининг-диагностика здоровья школьников и студентов. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2003. 240 с.
6. Усов И.Н. Здоровый ребенок. Справочник педиатра. Минск, Беларусь, 1984. 207 с.

#### References

1. Agadzhanjan, A.N. Baevskij R.M., Berseneva A.P. Study about the health and problems of adaptation. Moscow-Stavropol, 2000. 204 p.
2. Apanasenko G.L., Popova L.A. Medicinal valeology. Series "Hippocrates" Rostov n/D.: Feniks, 2000. 248 p.
3. Korkushko O.V. Cardiovascular system and age. M.: Medicine, 1983. 176 p.
4. Korkushko O.V., Shatilo V.B., Shatilo T.V. i dr. Analysis of vegetative regulation of the heart rate at various stages of human individual development // Human physiology. 1991. V. 17. N. 2. Pp. 31-39.
5. Kosovanova L.V., Mel'nikov M.M., Ajzman R.I. Screening-diagnostics of pupils and students health. Novosibirsk: Sib. univ. izd-vo, 2003. 240 p.
6. Usov I.N. Healthy child. Pediatrician guide. Minsk: Belarus, 1984. 207 p.