

УДК 612.6+612.017.2:612.13

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ДЕВОЧЕК С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ГАБАРИТНОГО ВАРИИРОВАНИЯ

Тятенкова Н.Н., Кузнецова А.П.

ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»,  
Ярославль, e-mail: tyat@bk.ru

Изучали функциональные возможности сердечно-сосудистой системы четырнадцатилетних девочек с учетом соматических особенностей. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы определяли по общепринятым методикам и расчетным индексам. Соматотип оценивали на основе габаритного уровня варьирования соматических показателей. Среди школьниц наибольшую в количественном отношении группу составили девочки мезосоматического типа. Функциональное состояние системы кровообращения девочек-подростков зависит от уровня габаритного варьирования. Школьницы макросоматического типа достоверно отличались по ряду гемодинамических показателей от девочек мезо- и микросоматического типа. Адаптационные резервы сердечно-сосудистой системы снижались по мере усиления крепости телосложения девочек. Среднегрупповые значения адаптационного потенциала у макросоматиков оценивались как неудовлетворительные, у мезосоматиков – характеризовались как напряжение механизмов адаптации, у микросоматиков – как удовлетворительные. Наиболее эффективное функционирование сердечно-сосудистой системы характерно для девочек микросоматического типа.

**Ключевые слова:** школьницы, сердечно-сосудистая система, показатели гемодинамики, соматотип, адаптационный потенциал

## FEATURES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM GIRL WITH DIFFERENT LEVELS OF SIDE VARIATION

Tyatenkova N.N., Kuznetsova A.P.

Yaroslavl State University n.a. P.G. Demidov, Yaroslavl, e-mail: tyat@bk.ru

We have studied the cardiovascular system functionality of the fourteen year girls and we have considered the physical features. The cardiovascular system functional state have studied by common methods and calculated indices. Somatotype has evaluated based on the level of dimensional variation of the physical parameters. The biggest in quantitative terms group among schoolgirls was the mezosomatic type group. The adolescent girls functional state of the circulatory system depends on the level of dimensional variation. Makrosomatic type schoolgirls hemodynamic parameters significantly differ in from the meso- and mikrosomatic type girls hemodynamic parameters. Cardiovascular system adaptation reserves reduce depend on increasing of body constitution strong. Mean group values of adaptive capacity in makrosomatic group have evaluated as unsatisfactory, in mezosomatic group have characterized as adaptation mechanisms stress, in mikrosomatic group as satisfactory. The most effective functioning of the cardiovascular system is typical for mikrosomatic type girls.

**Keywords:** schoolgirl, cardiovascular system, hemodynamic parameters, somatotype, adaptive capacity

Важную роль в адаптации, особенно к физическим и психоэмоциональным нагрузкам, играет сердечно-сосудистая система. Показатели гемодинамики являются универсальными индикаторами процессов, происходящих в организме человека [1, 2]. Это обусловлено ведущей ролью системы кровообращения в приспособительных реакциях, которая сводится к обеспечению необходимого уровня энергетических и метаболических процессов, поддержанию функционального состояния организма в соответствии с требованиями окружающей среды.

Своеобразие подросткового этапа онтогенеза состоит в том, что совершенствование всех физиологических систем организма протекает одновременно и взаимосвязано с созреванием репродуктивной функции и значительными изменениями, вызванными этим процессом. У подростков происходят глубокие возрастные нейрогуморальные перестройки, снижающие адаптационные возможности растущего организма. Именно

деятельность сердечно-сосудистой системы является одним из важнейших факторов, лимитирующих развитие приспособительных реакций организма ребенка в процессе его адаптации к условиям обучения и воспитания. Сердечно-сосудистая система достаточно восприимчива к действию факторов внешней среды, отмечено изменение основных показателей гемодинамики в условиях антропогенного загрязнения [5]. На резервные возможности системы кровообращения также в значительной степени влияют индивидуально-типологические особенности, в частности соматотип, уровень и гармоничность физического развития и др. [4, 8, 9]. Поэтому изучение резервных возможностей организма подростков, находящихся в критическом периоде развития, является одной из важнейших биологических проблем.

Цель проведенного исследования состояла в изучении взаимосвязи между показателями гемодинамики и соматотипом у девочек-подростков.

### Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 225 четырнадцатилетних девочек, проживающих в г. Ярославле. От родителей было получено письменное согласие на проведение обследования детей. В состоянии относительного покоя измерены следующие функциональные показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), артериальное давление систолическое (АДС, мм рт. ст.), артериальное давление диастолическое (АДД, мм рт. ст.). Расчетным путем вычисляли пульсовое давление (ПД, мм рт. ст.), систолический объем по формуле Старра (СО, мл), минутный объем кровотока (МОК, л), систолический индекс (СИ, л/мин\*м<sup>2</sup>), периферическое сопротивление сосудов (ПСС, дин\*с/см<sup>5</sup>), среднее кровяное давление (СКД, мм рт.ст.), индекс Робинсона (ИРоб, балл). Рассчитывалась должная частота сердечных сокращений (ДЧСС, уд/мин) [10] и соответствие фоновой частоты сердечных сокращений должным величинам (ЧСС/ДЧСС, %). Относительные величины систолического (СО/МТ, мл/кг) и минутного объемов (МОК/МТ, мл/кг) кровотока рассчитывались на единицу массы тела. Адаптационные резервы сердечно-сосудистой системы оценивали по адаптационному потенциалу (АП, балл), рассчитанному по формуле, предложенной Р.М. Баевским с сотрудниками [3]. Оценка соматотипа осуществлялась по методу Р.Н. Дорохова и И.И. Бахрах в модификации И.М. Воронцова [11] на основе габаритного уровня варьирования соматических показателей (длина тела, масса тела, окружность грудной клетки) с выделением макро-, мезо- и микросоматотипа (МаС, МеС, МиС). Среди школьниц наибольшую в количественном соотношении группу составили девочки мезосоматического типа (53,8%), 34,7% школьниц относились к микросоматическому типу, в наименьшем количестве представлены девочки макросоматического типа (11,5%).

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы Microsoft Excel 7.0. Результаты представлены в виде среднего значения (М) и ошибки средней арифметической (m). Полученные данные подчинялись закону нормального распределения. Критический уровень значимости (р) принимался равным 0,05. Оценка достоверности различий средних величин определялась по t-критерию Стьюдента.

### Результаты исследования и их обсуждение

Частота сердечных сокращений относится к числу важнейших показателей системы кровообращения и зависит от возраста, пола, размеров тела и др. Согласно полученным данным, среднегрупповые значения ЧСС находятся в пределах возрастной нормы [6]. Статистически значимые различия между школьницами с разным уровнем габаритного варьирования отсутствуют, однако наблюдается тенденция увеличения ЧСС по мере усиления крепости телосложения (таблица). Расчет ДЧСС и ее сопоставление с фоновой позволил сделать заключение, что наибольшее несоответствие отмечено в группе макросоматиков. У последних фоновая ЧСС превышает должную на 26,9%, у мезосоматиков и микросо-

матиков на 18,5% и 12,4% соответственно. Согласно данным литературы [10], у здорового человека фоновая ЧСС совпадает с должной, и любое отклонение рассматривается как проявление физиологических или патологических сдвигов в организме. Значительное превышение фоновой ЧСС над должной у макросоматиков возможно связано с хроническим обслуживанием избыточной массы тела и приводит к повышению нагрузки на сердечно-сосудистую систему.

Одним из интегральных показателей работы сердечно-сосудистой системы, отражающих инотропные свойства сердца, является величина артериального давления. В проведенном исследовании среднегрупповые значения артериального давления соответствуют возрастной норме. Следует отметить достоверное увеличение АДС, ПД и СКД у девочек-макросоматиков. Более высокие значения пульсового давления, не выходящие за пределы физиологической нормы, способствуют лучшему кровоснабжению органов тела, повышая компенсаторные возможности организма. Величина ПСС отражает общее сопротивление кровотоку большого круга кровообращения. Этот показатель у девочек 14 лет находится в пределах нормальных значений. Достоверные отличия между выделенными группами отсутствуют.

Для интегральной оценки функционального состояния кровообращения изучались параметры центральной гемодинамики. Среднегрупповые значения абсолютных величин систолического и минутного объемов кровотока достоверно не отличаются у девочек разных соматотипов, при этом отмечена тенденция увеличения данных показателей по мере усиления крепости телосложения школьниц (таблица). Другая картина наблюдается, если рассматривать эти показатели в расчете на 1 кг массы тела девочек. В этом случае относительные величины СО и МОК статистически отличаются у девочек разных соматотипов. Исходя из полученных данных, интенсивность кровообращения уменьшается по мере возрастания крепости телосложения. Удельная доля минутного объема кровотока на единицу поверхности тела, оцененная по величине СИ, также достоверно выше у микросоматиков. Следовательно, у девочек микросоматического телосложения лучше развиты компенсаторные возможности сердечно-сосудистой системы.

Индекс Робинсона является объективным отражением регуляторных процессов в сердце, его используют для оценки резерва функции сердечно-сосудистой системы.

Среднегрупповые значения индекса Робинсона у микросоматиков и мезосоматиков оценивались ниже среднего, у макросоматиков как низкие. Результаты индивидуальной оценки индекса отражены на рис. 1.

Очевидно, что в группе макросоматиков преобладали школьницы, у которых индекс оценивался как низкий или ниже среднего. У микросоматиков чаще встречалась средняя оценка индекса.

Средние значения показателей гемодинамики у девочек 14 лет с разным уровнем габаритного варьирования

показатель	MaC	MeC	МиC	Достоверные различия
	1	2	3	
ЧСС	85,0 ± 5,35	83,0 ± 2,10	82,5 ± 2,32	–
ДЧСС	66,2 ± 0,88	70,1 ± 0,32	72,8 ± 0,57	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{1-3} < 0,05$ ; $P_{2-3} < 0,05$
ЧСС/ДЧСС	26,9 ± 6,70	18,5 ± 3,08	12,4 ± 2,97	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{1-3} < 0,05$ ; $P_{2-3} < 0,05$
АДС	114,0 ± 4,61	108,3 ± 1,95	106,2 ± 2,15	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{1-3} < 0,05$
АДД	69,8 ± 3,10	68,6 ± 1,26	68,3 ± 1,57	–
ПД	44,2 ± 4,02	39,8 ± 1,67	37,8 ± 1,46	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{1-3} < 0,05$
СКД	85,0 ± 3,15	82,0 ± 1,30	81,0 ± 1,64	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{1-3} < 0,05$
ПСС	1278,3 ± 122,67	1285,3 ± 50,72	1287,0 ± 58,31	–
СО	65,0 ± 2,97	63,5 ± 1,20	62,7 ± 1,19	–
СО/МТ	1,0 ± 0,05	1,2 ± 0,03	1,4 ± 0,05	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{1-3} < 0,05$ ; $P_{2-3} < 0,05$
МОК	5,5 ± 0,41	5,3 ± 0,19	5,2 ± 0,19	–
МОК/МТ	115,5 ± 5,31	101,7 ± 3,87	86,6 ± 7,29	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{1-3} < 0,05$ ; $P_{2-3} < 0,05$
СИ	3,2 ± 0,25	3,5 ± 0,13	3,7 ± 0,15	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{2-3} < 0,05$
ИРоб	96,7 ± 6,82	90,2 ± 2,99	87,7 ± 3,19	$P_{1-3} < 0,05$
АП	2,10 ± 0,09	1,91 ± 0,05	1,87 ± 0,05	$P_{1-2} < 0,05$ ; $P_{2-3} < 0,05$

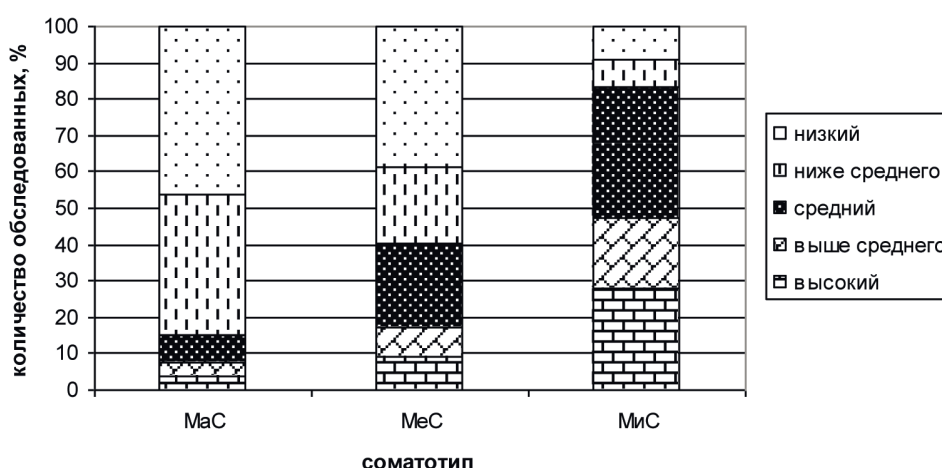


Рис. 1. Распределение школьниц в зависимости от величины индекса Робинсона

Адаптационные резервы сердечно-сосудистой системы определялись по величине адаптационного потенциала. Средне-

групповые значения АП у макросоматиков оценивались как неудовлетворительные, у мезосоматиков – характеризовались напря-

жением механизмов адаптации, у микросоматиков – как удовлетворительные. Индивидуальная оценка показала, что среди макросоматиков доля детей с неудовлетворительной адаптацией и срывом механиз-

мов адаптации выше, чем среди мезо- и микросоматиков. Количество школьников с удовлетворительной адаптацией сердечно-сосудистой системы увеличивалась в ряду МаС→МеС→МиС (рис. 2).

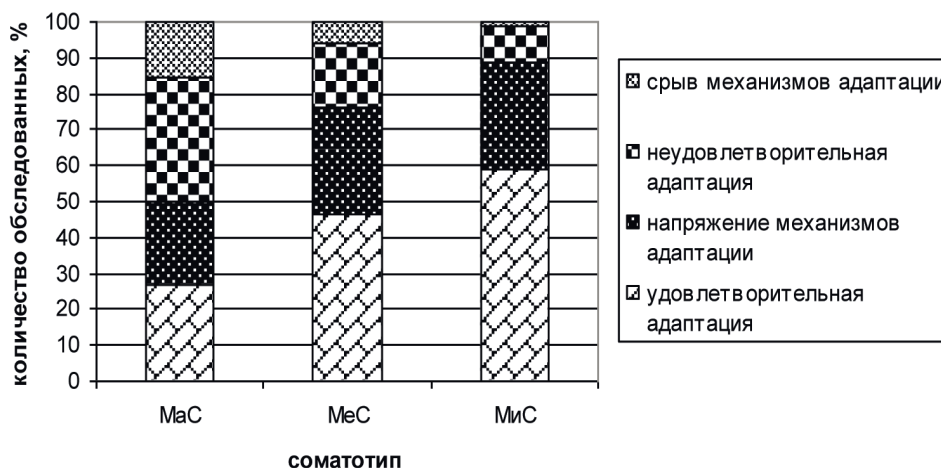


Рис. 2. Распределение школьниц в зависимости от величины адаптационного потенциала

Результаты проведенного исследования показали, что среди 14-летних школьниц наибольший удельный вес имел мезосоматический тип. Девочки макросоматического типа достоверно отличались от своих сверстниц по ряду показателей гемодинамики, у них отмечено снижение функциональных возможностей организма, напряжение физиологических функций и неоптимальный вариант функционирования сердечно-сосудистой системы. Анализ данных позволяет сделать заключение, что оптимально возможную адаптацию к влиянию факторов окружающей среды у девочек 14 лет обеспечивает принадлежность к микросоматическому типу.

Таким образом, функциональные возможности сердечно-сосудистой системы девочек-подростков зависят от уровня габаритного варьирования. Соматотипический подход позволяет с различных позиций оценить функциональные особенности сердечно-сосудистой системы девочек, следовательно, каждый соматотип имеет разные показатели гемодинамики, что согласуется с данными литературы [7].

*Работа выполнена при поддержке проекта №544 в рамках базовой части государственного задания на НИР Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова*

**Список литературы**

1. Антропова М.В. Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 1. – С. 56–61.

2. Баевский Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья / Р.М. Баевский // Росс. физиол. журнал. – 2003. – Т. 89, № 4. – С. 473–487

3. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Вакулин В.К., Палеев Н.Р., Хвастунов Р.М. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе измерения адаптационного потенциала системы кровообращения // Здравоохранение РФ. – 1987. – № 8. – С. 6–10.

4. Букина Л.Г., Тятенкова Н.Н. Соматотип и показатели соматического здоровья девочек-подростков // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – № 2. – Том III (Естественные науки). – С. 124–128.

5. Демидко Н.Н., Гайнанова Н.К., Мирошкин Д.Г., Козликина Н.Б. Особенности состояния сердечно-сосудистой системы подростков в городах с разным уровнем промышленного загрязнения // Экология человека. – 2011. – № 7. – С. 27–33.

6. Доскин В.А., Келлер Х., Мураенко Н.М., Тонкова-Ямпольская Р.В. Морфофункциональные константы детского организма: Справочник. – М.: Медицина, 1997. – 288 с.

7. Кузнецов В.И., Прокофьева В.Н. Гемодинамические показатели сердечно-сосудистой системы у детей с учетом их конституциональных особенностей // Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 4. – С. 72–79.

8. Кузнецова А.П., Тятенкова Н.Н. Сравнительная характеристика резервных возможностей кардиореспираторной системы у подростков в зависимости от гармоничности физического развития // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 2. – Том III (Естественные науки). – С. 109–113.

9. Поляшова Н.В., Соловьев А.Г., Новикова И.А. Адаптационный потенциал младших школьников и его взаимосвязь с параметрами физического развития // Экология человека. – 2008. – № 2. – С. 34–38.

10. Шейх-Заде Ю.Р., Курзанов А.Н. Интерпретация частоты сердечных сокращений с позиций клинической физиологии // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 9. – С. 85–87.

11. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. Рост и развитие ребенка. – СПб: Питер, 2007. – 272 с.

## References

1. Antropova M.V. Fiziologija cheloveka. 2000. T. 26. no. 1. pp. 56–61.
2. Baevskij R.M. Konceptija fiziologicheskoj normy i kriterii zdorov'ja / R.M. Baevskij // Rospp. fiziol. zhurnal. 2003. T. 89. no. 4. pp. 473–487
3. Baevskij R.M., Berseneva A.P., Vakulin V.K., Paleev N.R., Hvastunov R.M. Ocenka jeffektivnosti profilakticheskikh meroprijatij na osnove izmerenija adaptacionogo potenciala sistemy krovoobrashhenija // Zdravoohranenie RF. 1987. no. 8. pp. 6–10.
4. Bukina L.G., Tjatenkova N.N. Somatotip i pokazateli somaticheskogo zdorov'ja devochek-podrostkov // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2012. no. 2. Tom III (Estestvennye nauki). pp. 124–128.
5. Demidko N.N., Gajnanova N.K., Miroshkin D.G., Kozlikina N.B. Osobennosti sostojanija serdechno-sosudistoj sistemy podrostkov v gorodah s raznym urovnem promyshlennogo zagryaznenija // Jekologija cheloveka. 2011. no. 7. pp. 27–33.
6. Doskin V.A., Keller H., Muraenko N.M., Tonkova-Jampol'skaja R.V. Morfofunkcional'nye konstanty detskogo organizma: Spravochnik. M.: Medicina, 1997. 288 p.
7. Kuznecov V.I., Prokof'eva V.N. Gemodinamicheskie pokazateli serdechno-sosudistoj sistemy u detej s uchetom ih konstitucional'nyh osobennostej // Fiziologija cheloveka. 2010. T. 36. no. 4. pp. 72–79.
8. Kuznecova A.P., Tjatenkova N.N. Sravnitel'naja harakteristika rezervnyh vozmozhnostej kardiorespiratornoj sistemy u podrostkov v zavisimosti ot garmonichnosti fizicheskogo razvitija // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2013. no. 2. T. III (Estestvennye nauki). pp. 109–113.
9. Poljashova N.V., Solov'ev A.G., Novikova I.A. Adaptacionnyj potencial mladshih shkol'nikov i ego vzaimosvjaz' s parametrami fizicheskogo razvitija // Jekologija cheloveka. 2008. no. 2. pp. 34–38.
10. Shejh-Zade Ju.R., Kurzanov A.N. Interpretacija chasty serdechnykh sokrashhenij s pozicij klinicheskoy fiziologii // Fundamental'nye issledovaniya. 2009. no. 9. pp. 85–87.
11. Jur'ev V.V., Simahodskij A.S., Voronovich N.N., Homich M.M. Rost i razvitie rebenka. SPb: Piter, 2007. 272 p.

**Рецензенты:**

Мышкин И.Ю., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой физиологии человека и животных, ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», г. Ярославль;

Фатеев М.М., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской физики, ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия», г. Ярославль.

Работа поступила в редакцию 04.09.2014.