

## ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ, РОДИВШИХСЯ ПОЗДНИМИ И УМЕРЕННЫМИ НЕДОНОШЕННЫМИ

Абраров Р.А.<sup>1</sup>, Панова Л.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации», Уфа, e-mail: ruslan908@rambler.ru

**Цель:** оценка показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы у подростков, родившихся поздними и умеренными недоношенными. Проведены расчеты адаптационного потенциала по Баевскому Р.М. в модификации Берсеновой А.П., общего периферического сопротивления по формуле Пуазейля, удельного периферического сопротивления, определены типы гемодинамики в зависимости от величины показателя сердечного индекса у 280 подростков. Среди обследованных нами подростков 94 (33,6%) родились умеренными недоношенными, 90 (32,1%) - поздними недоношенными; 96 (34,3%) родились в срок (контрольная группа). Среди родившихся поздними недоношенными подростки с удовлетворительной адаптацией встречались статистически значимо реже, а с напряжением механизмов адаптации, гиперкинетическим типом гемодинамики – статистически значимо чаще, чем среди родившихся в срок. Среди подростков, родившихся умеренными недоношенными, данные изменения были более выражены: среди них подростки с неудовлетворительной адаптацией, гиперкинетическим типом гемодинамики встречались статистически значимо чаще, а с эукинетическим типом гемодинамики – статистически значимо реже, чем среди родившихся поздними недоношенными. Показатели общего и удельного периферического сопротивления у подростков, родившихся умеренными недоношенными, статистически значимо выше, чем у подростков, родившихся поздними недоношенными; у подростков, родившихся поздними недоношенными, - статистически значимо выше, чем у подростков, родившихся в срок. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей школьного возраста, родившихся недоношенными, во взаимосвязи с уровнями артериального давления, общего холестерина с целью разработки научно обоснованной системы профилактических мероприятий.

**Ключевые слова:** поздняя недоношенность, умеренная недоношенность, подростки, сердечно-сосудистая система, функциональное состояние.

## INDICATORS OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AMONG ADOLESCENTS, BORN LATE AND MODERATE PRETERM

Abrarov R.A.<sup>1</sup>, Panova L.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VO "Bashkir State Medical University of Ministry of Health of the Russian Federation", Ufa, e-mail: ruslan908@rambler.ru

**The aim of the study is to evaluate the indicators of the functional state of the cardiovascular system in adolescents born late and moderate preterm. Calculations of the adaptation potential according to Baevsky RM were made in the modification of Berseneva AP, the general peripheral resistance according to the Poiseuille formula, the specific peripheral resistance, the types of hemodynamics are determined depending on the value of the cardiac index among 280 adolescents. Among the surveyed teenagers 94 (33.6%) were born moderate preterm, 90 (32.1%) - late preterm infants; 96 (34.3%) were born on time (control group). Among late-born infants, adolescents with satisfactory adaptation were statistically significantly less common, and with the tension of the mechanisms of adaptation, the hyperkinetic type of hemodynamics was statistically significantly more frequent than among those born on time. Among teenagers born moderate premature babies, these changes were more pronounced: among them, adolescents with poor adaptation, hyperkinetic type of hemodynamics were statistically significantly more common, and with eukinetic type of hemodynamics - statistically significantly less than among those born late prematurely. The indicators of total and specific peripheral resistance among adolescents born with moderate premature infants are statistically significantly higher than in adolescents born late prematurely; in adolescents born late prematurely, - statistically significantly higher than in adolescents born in time. The achieved results show the necessity of further studying the indices of the functional state of the cardiovascular system in school-age children born prematurely, in conjunction with blood pressure levels, of total cholesterol with the aim of developing a scientifically based system of preventive measures.**

**Keywords:** late preterm, moderate preterm, adolescents, cardiovascular system, functional state.

Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) весьма чувствительны, высоко информативны, доступны для регистрации их изменения под влиянием эндогенных и экзогенных факторов у детей, отчётливо выражены [1]. Отклонения, возникающие в регулирующих системах сердца, как правило, предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и, следовательно, являются наиболее ранними прогностическими признаками неблагополучия обследуемого [2]. Оценка функционального состояния ССС может обеспечить повышение точности в постановке диагноза при обследовании пациента [3]. На сегодняшний день артериальную гипертензию у подростков рассматривают как реакцию дезадаптации [4; 5]. Выявлено ухудшение функционального состояния миокарда у больных нейроциркуляторной астенией женского пола с факторами риска ССЗ. Патогенез электрической нестабильности миокарда у обследуемых лиц связан с нарушением деполяризации и реполяризации миокарда и может быть следствием гипоксии миокарда как результата активации симпатической нервной системы или электролитных сдвигов [6].

В результате изучения морфофункционального состояния ССС в неонатальном периоде у новорожденных, родившихся преждевременно, установлена четкая взаимосвязь характера кардиоваскулярных изменений с тяжестью перинатальной патологии и гестационным возрастом [7]. В зарубежной литературе применяются такие термины, как «поздняя» недоношенность (родившиеся на сроке беременности 34<sup>+0</sup> – 36<sup>+6</sup> недель), «умеренная» недоношенность (32<sup>+0</sup> – 33<sup>+6</sup> недель) [8; 9]. В доступной нам российской литературе не описаны показатели функционального состояния ССС у подростков, родившихся недоношенными, в соответствии с новой зарубежной классификацией.

**Цель исследования:** оценить показатели функционального состояния ССС у подростков, родившихся поздними и умеренными недоношенными.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проведены на базе поликлиники ГБУЗ «Республиканская детская клиническая больница» (Уфа). Объектом изучения были 280 подростков, из которых 94 (33,6%) родились умеренными недоношенными, 90 (32,1%) - поздними недоношенными, 96 (34,3%) родились в срок (контрольная группа). Средний возраст подростков, принявших участие в данном исследовании, составил 15,8±0,3 года и статистически значимо не отличался во всех группах исследования. Соотношение подростков по полу во всех группах исследования составило 1:1. Расчет адаптационного потенциала (АП) по Баевскому Р.М. в модификации Берсеновой А.П. проводили по формуле:  $АП \text{ (в баллах)} = 0,011 * ЧСС + 0,014 * САД + 0,008 * ДАД + 0,014 * КВ + 0,009 * МТ - 0,009 * ДТ - 0,27$ , где ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин, САД – систолическое артериальное давление, мм рт. ст., ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст., КВ –

календарный возраст, годы, МТ – масса тела, кг, ДТ – длина тела, см. Оценку уровней АП проводили по шкале, разработанной для детей школьного возраста:  $АП \leq 1,93$  балла соответствует удовлетворительной адаптации, от 1,94 до 2,16 балла – напряжению механизмов адаптации, от 2,17 до 2,39 балла – неудовлетворительной адаптации,  $АП \geq 2,40$  балла – срыву механизмов адаптации [10].

Расчёт общего периферического сопротивления (ОПС) проводили по формуле Пуазейля:  $ОПС \text{ (дин} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-5} / \text{м}^2) = [(ДАД + 1/3ПД) \times 1330 \times 60] / \text{МОК}$ , где ПД – пульсовое давление, мм рт. ст., МОК – минутный объём крови, мл/мин. МОК определяли как произведение ударного объёма крови (УОК) на ЧСС. Вычисление УОК проводили по формуле Старра:  $УОК \text{ (мл)} = 90,97 + 0,54 \cdot \text{ПД} - 0,57 \cdot \text{ДАД} - 0,61 \cdot \text{КВ}$ . Удельное периферическое сопротивление (УПС) вычисляли по формуле:  $УПС \text{ (дин} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-5} / \text{м}^2) = (\text{САД} \times \text{ППТ}) / \text{МОК}$ , где ППТ – площадь поверхности тела,  $\text{м}^2$ , МОК – минутный объём крови, л/мин. ППТ определялась исходя из роста и массы тела по формуле Дюбуа:  $ППТ \text{ (м}^2) = 0,007184 \cdot \text{В}^{0,423} \cdot \text{Р}^{0,725}$ , где В – масса тела, кг, Р – рост, см [11]. Тип гемодинамики у обследованных нами подростков определяли в зависимости от величины показателя сердечного индекса (СИ). СИ у девушек 1,36-2,55 л/мин/м<sup>2</sup>, СИ у юношей 1,39-2,55 л/мин/м<sup>2</sup> соответствует гипокинетическому типу гемодинамики. СИ у девушек 2,65-3,5 л/мин/м<sup>2</sup>, СИ у юношей 3,0-3,9 л/мин/м<sup>2</sup> соответствует эукинетическому типу гемодинамики. СИ у девушек > 3,51 л/мин/м<sup>2</sup>, СИ у юношей > 3,91 л/мин/м<sup>2</sup> соответствует гиперкинетическому типу гемодинамики. Вычисление СИ проводили по формуле:  $СИ \text{ (л/мин/м}^2) = \text{УИ} \cdot \text{ЧСС}$ , где УИ – ударный индекс, мл/м<sup>2</sup>. УИ рассчитывали по формуле:  $УИ \text{ (мл/м}^2) = \text{УОК} / \text{ППТ}$  [12]. Статистическая обработка результатов исследования была проведена с использованием современных программных пакетов математического анализа: Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.0 (русская версия). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Для оценки достоверности различий абсолютных показателей применялся t-тест для независимых групп с поправкой Бонферрони; достоверность различий относительных показателей оценивалась по критерию  $\chi^2$ . Анализ корреляционных связей уровней АП с показателями ОПС, УПС проводился по методу ранговой корреляции Спирмена (r). При  $p < 0,05$  оценка коэффициентов корреляции была общепринятой: 0 – связи нет, от 0 до 0,3 – слабая степень связи, от 0,3 до 0,7 – средняя степень связи; от 0,7 до 0,99 – высокая степень связи, 1 – полная (функциональная) связь. Средняя ошибка относительных величин  $m_p$  вычислялась по формуле:  $m_p = \sqrt{p \cdot (100 - p) / n}$ , где p – величина показателя в процентах, n – число наблюдений [13].

**Результаты исследования и их обсуждение.** АП является важным клинико-физиологическим показателем, характеризующим функциональное состояние ССС. Нами

были проанализированы уровни АП у обследованных нами подростков (табл. 1).

Таблица 1

Уровни адаптационного потенциала у обследованных нами подростков ( $P \pm m_p$ )

Уровень АП	Родившиеся умеренными недоношенными (n=94)		Родившиеся поздними недоношенными (n=90)		Контрольная группа (n=96)	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
Удовлетворительная адаптация	24	25,5±4,5*	32	35,6±5,0*	59	61,5±4,9
Напряжение механизмов адаптации	38	40,4±5,1*	40	44,4±5,2*	23	23,9±4,4
Неудовлетворительная адаптация	25	26,6±4,6*#	12	13,4±3,6	8	8,3±2,8
Срыв механизмов адаптации	7	7,5±2,7	6	6,6±2,6	6	6,3±2,5

Примечание: \* - достоверность различий с контрольной группой ( $p < 0,05$ );

# - достоверность различий между подростками, родившимися умеренными и поздними недоношенными ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, среди родившихся поздними недоношенными подростки с удовлетворительной адаптацией встречались статистически значимо ( $\chi^2=12,47$ ;  $p < 0,001$ ) реже, а с напряжением механизмов адаптации – статистически значимо ( $\chi^2=8,70$ ;  $p=0,003$ ) чаще, чем среди родившихся в срок. При этом не было выявлено статистически значимых различий в частоте встречаемости подростков с неудовлетворительной адаптацией ( $\chi^2=1,21$ ;  $p=0,27$ ) и срывом механизмов адаптации ( $\chi^2=0,01$ ;  $p=0,91$ ) среди родившихся поздними недоношенными и среди родившихся в срок. Среди родившихся умеренными недоношенными подростки с удовлетворительной адаптацией встречались статистически значимо ( $\chi^2=24,92$ ;  $p < 0,001$ ) реже, а с напряжением механизмов адаптации ( $\chi^2=5,91$ ;  $p=0,015$ ) и неудовлетворительной адаптацией ( $\chi^2=11,04$ ;  $p=0,001$ ) - статистически значимо чаще, чем среди родившихся в срок. При этом не было выявлено статистически значимых различий в частоте встречаемости подростков со срывом механизмов адаптации ( $\chi^2=0,11$ ;  $p=0,74$ ) среди родившихся умеренными недоношенными и среди родившихся в срок. Среди родившихся умеренными недоношенными подростки с неудовлетворительной адаптацией встречались статистически значимо ( $\chi^2=5,03$ ;  $p=0,025$ ) чаще, чем среди родившихся поздними

недоношенными. При этом не было выявлено статистически значимых различий в частоте встречаемости подростков с удовлетворительной адаптацией ( $\chi^2=2,18$ ;  $p=0,14$ ), напряжением ( $\chi^2=0,30$ ;  $p=0,58$ ) и срывом ( $\chi^2=0,04$ ;  $p=0,84$ ) механизмов адаптации среди родившихся умеренными и поздними недоношенными.

Нами были проанализированы показатели ОПС и УПС у обследованных нами подростков (табл. 2).

Таблица 2

Показатели общего и удельного периферического сопротивления у обследованных нами подростков ( $M \pm m$ )

Показатель	Родившиеся умеренными недоношенными (n=94)	Родившиеся поздними недоношенными (n=90)	Контрольная группа (n=96)
ОПС, дин*с <sup>-1</sup> *см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	1807,1±51,2*#	1625,4±39,5*	1492,6±45,0
УПС, дин*с <sup>-1</sup> *см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	29,0±0,6*#	25,7±1,4*	22,5±1,1

Примечание: \* - достоверность различий с контрольной группой ( $p < 0,01$ );

# - достоверность различий между подростками, родившимися умеренными и поздними недоношенными ( $p < 0,01$ ).

Таким образом, показатели ОПС и УПС у подростков, родившихся умеренными недоношенными, статистически значимо ( $p < 0,01$ ) выше, чем у подростков, родившихся поздними недоношенными; у подростков, родившихся поздними недоношенными, - статистически значимо ( $p < 0,01$ ) выше, чем у подростков, родившихся в срок.

Нами был проведён анализ корреляционных связей уровней АП с показателями ОПС, УПС по методу ранговой корреляции Спирмена (табл. 3).

Таблица 3

Связь уровней адаптационного потенциала с показателями общего и удельного периферического сопротивления у обследованных нами подростков

Показатель	Родившиеся умеренными недоношенными (n=94)	Родившиеся поздними недоношенными (n=90)	Контрольная группа (n=96)
ОПС	$r=0,47$ ; $p < 0,001$	$r=0,32$ ; $p=0,005$	$r=0,18$ ; $p=0,07$
УПС	$r=0,51$ ; $p < 0,001$	$r=0,25$ ; $p=0,02$	$r=0,24$ ; $p=0,03$

Таким образом, у подростков, родившихся умеренными недоношенными, наблюдались положительные средней степени корреляционные связи между уровнями АП и показателями ОПС ( $r=0,47$ ;  $p<0,001$ ), УПС ( $r=0,51$ ;  $p<0,001$ ). У подростков, родившихся в срок, наблюдалась положительная слабая связь между уровнями АП и показателями УПС ( $r=0,24$ ;  $p=0,03$ ), взаимосвязь между уровнями АП и показателями ОПС отсутствовала ( $r=0,18$ ;  $p=0,07$ ). Полученные результаты свидетельствуют о взаимосвязи изменений показателей функционального состояния ССС у подростков, родившихся недоношенными.

Нами были проанализированы типы гемодинамики у обследованных нами подростков (табл. 4).

Таблица 4

Типы гемодинамики у обследованных нами подростков ( $P \pm m_p$ )

Тип гемодинамики	Родившиеся умеренными недоношенными (n=94)		Родившиеся поздними недоношенными (n=90)		Контрольная группа (n=96)	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
Гиперкинетический	63	67,0±4,8*#	41	45,5±5,2*	30	31,3±4,7
Эукинетический	12	12,8±3,4*#	25	27,8±4,7	29	30,2±4,7
Гипокинетический	19	20,2±4,1*	24	26,7±4,7	37	38,5±5,0

Примечание: \* - достоверность различий с контрольной группой ( $p<0,05$ );

# - достоверность различий между подростками, родившимися умеренными и поздними недоношенными ( $p<0,05$ ).

Таким образом, среди родившихся поздними недоношенными подростки с гиперкинетическим типом гемодинамики встречались статистически значимо ( $\chi^2=4,03$ ;  $p=0,04$ ) чаще, чем среди родившихся в срок. При этом не было выявлено статистически значимых различий в частоте встречаемости подростков с эукинетическим ( $\chi^2=0,13$ ;  $p=0,72$ ) и гипокинетическим ( $\chi^2=2,97$ ;  $p=0,08$ ) типами гемодинамики среди родившихся поздними недоношенными и среди родившихся в срок. Среди родившихся умеренными недоношенными подростки с гиперкинетическим типом гемодинамики встречались статистически значимо ( $\chi^2=24,32$ ;  $p<0,001$ ) чаще, а с эукинетическим ( $\chi^2=8,54$ ;  $p=0,003$ ) и гипокинетическим ( $\chi^2=7,68$ ;  $p=0,006$ ) типами гемодинамики - статистически значимо реже, чем среди родившихся в срок. Среди родившихся умеренными недоношенными подростки с гиперкинетическим типом гемодинамики встречались статистически значимо ( $\chi^2=8,62$ ;  $p=0,003$ ) чаще, а с эукинетическим ( $\chi^2=6,45$ ;  $p=0,01$ ) - статистически значимо реже, чем

среди родившихся поздними недоношенными. При этом не было выявлено статистически значимых различий в частоте встречаемости подростков с гипокинетическим типом гемодинамики ( $\chi^2=1,07$ ;  $p=0,30$ ) среди родившихся умеренными и поздними недоношенными.

**Заключение.** Полученные результаты оценки показателей функционального состояния ССС у обследованных нами подростков свидетельствуют о том, что:

1) среди родившихся поздними недоношенными подростки с удовлетворительной адаптацией встречались статистически значимо реже, а с напряжением механизмов адаптации, гиперкинетическим типом гемодинамики – статистически значимо чаще, чем среди родившихся в срок;

2) среди подростков, родившихся умеренными недоношенными, данные изменения были более выражены: среди них подростки с неудовлетворительной адаптацией, гиперкинетическим типом гемодинамики встречались статистически значимо чаще, а с эукинетическим типом гемодинамики – статистически значимо реже, чем среди родившихся поздними недоношенными;

3) показатели ОПС и УПС у подростков, родившихся умеренными недоношенными, статистически значимо выше, чем у подростков, родившихся поздними недоношенными; у подростков, родившихся поздними недоношенными, – статистически значимо выше, чем у подростков, родившихся в срок.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения показателей функционального состояния ССС у детей школьного возраста, родившихся недоношенными, во взаимосвязи с уровнями артериального давления, общего холестерина с целью разработки научно обоснованной системы профилактических мероприятий.

### Список литературы

1. Здоровье и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников 10-11 лет / М.В. Антропова [и др.] // Новые исследования. - 2009. - № 3 (20). - С. 15-25.
2. Омельченко В.П. Применение методов нелинейной динамики для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы при различных функциональных пробах / В.П. Омельченко, А.А. Демидова, К.С. Караханян // Известия Южного федерального университета. - 2010. - № 8 (109). - С. 139-143.
3. Овчинкина Т.В. Построение прогностической модели для управления и диагностики функционального состояния сердечно-сосудистой системы // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. - 2013. - № 1 [Электронный ресурс]. - URL:

<http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4590.pdf> (дата обращения: 21.05.2018).

4. Кобалава Ж.Д. Артериальная гипертония. Ключи к диагностике и лечению / Ж.Д. Кобалава, Ю.В. Котовская, В.С. Моисеев. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 864 с.
5. Ларина Н.Г. Гендерно-возрастная характеристика вегетативной и гемодинамической реакции на холодовой и психоэмоциональный стресс // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. - 2012. - № 67. - С. 65–67.
6. Есина Е.Ю. Современные представления о нейроциркуляторной астении у лиц молодого возраста в клинической практике / Е.Ю. Есина, В.В. Лютов, В.Н. Цыган // Здоровье и образование в XXI веке: журнал научных статей. - 2016. – Т. 18, № 5. - С. 15-18.
7. Ярукова Е.В. Кардиоваскулярные изменения у недоношенных детей с перинатальной патологией / Е.В. Ярукова, Л.Д. Панова // Врач. - 2016. - № 8. – С. 58-63.
8. Glass H.C., Costarino A.T., Stayer S.A. et al. Outcomes for extremely premature infants // *Anesthesia & Analgesia*, 2015, vol. 120, Issue 6, pp. 1337-1351.
9. Schonhaut L., Armijo I., Pérez M. Gestational Age and Developmental Risk in Moderately and Late Preterm and Early Term Infants // *Pediatrics*, 2015, vol. 135, Issue 4, pp. 835-841.
10. Аслоньянц А.М. Об адаптационном потенциале как одном из показателей состояния здоровья студенток медицинского колледжа / А.М. Аслоньянц, Л.В. Нефёдова, П.В. Нефёдов // Вестник новых медицинских технологий. - 2007. – Т. XIV, № 4. - С. 84.
11. Першина Т.А. Вариабельность сердечного ритма и центральная гемодинамика клинически здоровых студентов с семейной отягощённостью по артериальной гипертензии с различным исходным вегетативным тонусом: дис. ... канд. мед. наук. - Архангельск, 2016. - 134 с.
12. Каллаур Е.Г. Характеристика показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей и юных спортсменов, ранее часто болевших острыми респираторными инфекциями // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2011. - Т. 10, № 4. - С. 65-74.
13. Полякова В.В. Основы теории статистики: учебное пособие / В.В. Полякова, Н.В. Шаброва. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 148 с.