

**Т.И. Панова**

Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

## Особенности адаптации кардиосистемы подростков в условиях мегаполиса

Негативные тенденции, происходящие в современном обществе, в экологии, отрицательно влияют на здоровье современных подростков. Использование донозологического мониторинга позволяет определить приоритетные направления профилактической работы среди этой возрастной группы.

**Ключевые слова:** *подросток, здоровье, донозологический мониторинг «Навигатор здоровья», показатели кардиосистемы, экология.*

**Контактная информация:** *Пашина Ирина Александровна. Тел.: (343) 240-5784. © Автор, 2011*

**С**остояние здоровья подрастающего поколения в России в последние годы представляет серьезную проблему, от решения которой зависит дальнейшее экономическое и социальное развитие общества [1]. Подростковый возраст – один из критических этапов в жизни человека. В силу анатомо-физиологических особенностей, характерных для данного периода, организм наиболее незащищен от воздействия различных факторов среды. Углубленные медицинские обследования учащихся школ г. Москвы показали, что число подростков с 1-й группой здоровья варьирует от 0 до 3%; со 2-й группой – от 38 до 42%; с 3-й группой – от 56 до 58%. Распространенность функциональных отклонений составила в среднем 2770‰, хронических заболеваний – 961‰, патологической пораженности – 3731‰ [2]. Большое профилактическое значение для улучшения состояния здоровья подростков имеет изучение не только распространенности хронических заболеваний, но и функциональных нарушений соматического здоровья как состояний, пограничных между нормой и патологией. Именно эти нарушения предшествуют развитию болезней, свидетельствуют о напря-

жении адаптационных механизмов и в первую очередь требуют своевременного принятия адекватных мер. Состояние кардио-респираторной системы – интегральный показатель адаптационно-приспособительной деятельности всего организма. Уровень функциональных резервов данной системы во многом предопределяет уровень жизнеспособности ребенка [3, 4].

**Цель работы** – изучение возрастных особенностей функциональных показателей кардиосистемы подростков обоего пола, проживающих в разных экологических районах г. Москвы.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С целью изучения функциональных параметров кардиосистемы у подростков были отобраны 1760 практически здоровых (согласно детальному изучению медицинских карт и опросу) школьников г. Москвы в возрасте от 14 до 17 лет. Они были разделены на две группы: 1-я – 960 подростков (480 мальчиков и 480 девочек), проживающих в экологически

T.I. PANOVA

### Juvenile cardiovascular system adaptation in megacity setting

The current negative trends in modern society and poor ecology exert adverse effects on adolescent health. Prenosological monitoring helps identify the core areas of preventive efforts among this age group.

**Key words:** *adolescent, health, prenosological monitoring «Health navigator», cardiovascular system indicators, ecology.*

относительно благоприятном районе – Строгино; 2-я группа – 800 подростков (400 мальчиков и 400 девочек), проживающих в экологически загрязненном районе – Капотне. Обследование проводили в общеобразовательных средних школах, выбранных при строгом соблюдении принципа непредвзятого отбора.

Для проведения исследования мы выбрали технологию донологического контроля «Навигатор здоровья», разработанную в Государственном научном центре РФ – Институте медико-биологических проблем РАН совместно с некоммерческой организацией «Народный СпортПарк». Данная технология основана на измерении резервов сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной-мышечной систем организма, а также эффективности координационно-двигательных показателей.

Методика исследования состоит в выполнении комплекса тестов и проб на определение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое и релаксации, артериального давления крови, жизненной емкости легких, веса, роста, пробы Штанге, теста Руффье, зрительно-двигательной реакции, гибкости позвоночника, координации движения, силовой выносливости мышц плечевого пояса и туловища, двухступенчатого шагового теста. После обработки данных этих тестов с помощью специальной компьютерной программы были рассчитаны следующие индивидуальные параметры: максимальное потребление кислорода – абсолютное (л/мин) и относительное (мл/кг/мин), минутный объем крови (л/мин), ударный объем крови (мл/уд.) в покое и при нагрузке, адаптивность сердечно-сосудистой системы, относительный объем легких (мл/кг).

Мы анализировали следующие показатели кардиосистемы подростков: ЧСС в покое (уд./мин), САД (мм рт. ст.), ДАД (мм рт. ст.), УОК в покое (мл/уд.), МОК (л/мин), УОК при нагрузке (мл/уд.), ЧСС при восстановлении (уд./мин).

В соответствии с поставленными задачами был применен комплексный многодисциплинарный подход с использованием разнообразных медико-физиологических, педагогических, математико-статистических и информационно-технологических методов исследований.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Частота сердечных сокращений в покое.* Сравнительный анализ состояния кардиосистемы подростков 14–17 лет в 1-й группе показал, что значения ЧСС в покое у мальчиков составили 50–105 уд./мин, у девочек – 45–105 уд./мин (табл. 1). Интервалы значений ЧСС в покое незначительно отличаются

у подростков обоих полов: и у мальчиков, и у девочек нижняя граница варьировала в пределах 45–60 уд./мин. Верхняя граница интервала значений ЧСС в покое у мальчиков в течение всего подросткового периода составила 105 уд./мин, у девочек до 17 лет – также 105 уд./мин, в 17 лет отмечено понижение на 5 уд./мин (4,54%).

При сравнении интервалов наиболее часто встречаемых значений ЧСС в покое у мальчиков и девочек 14–17 лет выявлено, что и у тех, и у других встречались по два интервала в каждой возрастной группе. У мальчиков они находились в пределах 65–90 и 100–105 уд./мин. У девочек границы первого интервала варьировали в пределах 65–90 уд./мин, границы второго – в пределах 95–105 уд./мин в 14 и 15 лет и 85–90 уд./мин – в 17 лет.

Сравнительный анализ показателей ЧСС в покое у подростков 14–17 лет обоих полов в двух группах показал, что у мальчиков 2-й группы значения находились в интервале 36–103 уд./мин, а у девочек этой группы – 55–107 уд./мин. У мальчиков 1-й и 2-й групп интервалы значений мало отличались до 17 лет. В 17 лет отмечено снижение нижней границы во 2-й группе, причем разница этого показателя у подростков мужского пола составила 14 уд./мин. У подростков женского пола во 2-й группе показания менее стабильны, чем в 1-й группе. Нижняя граница интервала значений мало отличается от возрастных изменений, происходящих в 1-й группе. Однако в 17 лет нижний порог значений на 10 уд./мин превышает значения во 2-й группе. Верхняя граница во всех возрастных периодах, кроме 16 лет, ниже на 8–15 уд./мин, чем в 1-й группе. В 16 лет верхняя граница показателя ЧСС в покое в 1-й и 2-й группах составила 105–107 уд./мин.

*Систолическое артериальное давление (САД).* Сравнительный анализ состояния кардиосистемы подростков 14–17 лет показал, что в 1-й группе у мальчиков САД варьировало в пределах 85–130 мм рт. ст., у девочек – в пределах 75–130 мм рт. ст. (табл. 2). Нижняя граница интервала абсолютных значений САД у мальчиков составила 85–92 мм рт. ст., у девочек – 75–85 мм рт. ст. У подростков мужского пола наиболее высокие значения отмечены в 14 и 16 лет, наиболее низкие – в 15 лет, у подростков женского пола наиболее высокие – в 16 лет, наиболее низкие – в 14 лет. Верхняя граница у подростков обоих полов не превышала 130 мм рт. ст.

И у мальчиков, и у девочек обнаружено достаточно широкое распределение значений САД. У мальчиков показатели САД чаще были в пределах 104–130 мм рт. ст., с возрастом происходило сужение данного интервала за счет повышения нижней границы со 104 мм рт. ст. в 14 лет до 115 мм рт. ст. в 16 лет. У девочек чаще регистрировали значения САД

**Таблица 1**  
**Абсолютные значения частоты сердечных сокращений у мальчиков и девочек 14-17 лет в покое (уд./мин)**

Возраст, лет	Граница интервала	Мальчики		Девочки	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
14	Нижняя	55	60	50	63
	Верхняя	105	103	105	90
15	Нижняя	55	53	60	57
	Верхняя	105	103	105	97
16	Нижняя	60	55	55	61
	Верхняя	105	100	105	107
17	Нижняя	50	36	45	55
	Верхняя	105	101	100	90

**Таблица 2**  
**Абсолютные значения систолического артериального давления у мальчиков и девочек 14-17 лет (мм рт. ст.)**

Возраст, лет	Граница интервала	Мальчики		Девочки	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
14	Нижняя	92	97	75	97
	Верхняя	130	128	130	126
15	Нижняя	85	106	80	98
	Верхняя	130	129	130	129
16	Нижняя	95	95	85	102
	Верхняя	130	129	130	129
17	Нижняя	90	101	80	110
	Верхняя	130	127	130	129

**Таблица 3**  
**Абсолютные значения диастолического артериального давления у мальчиков и девочек 14-17 лет (мм рт. ст.)**

Возраст, лет	Граница интервала	Мальчики		Девочки	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
14	Нижняя	50	58	45	63
	Верхняя	80	80	80	82
15	Нижняя	50	51	50	58
	Верхняя	85	80	85	86
16	Нижняя	45	50	50	60
	Верхняя	80	79	80	83
17	Нижняя	50	45	55	65
	Верхняя	80	74	79	89

**Таблица 4**  
**Абсолютные значения ударного объема кровообращения у мальчиков и девочек 14-17 лет в покое (мл/уд.)**

Возраст, лет	Граница интервала	Мальчики		Девочки	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
14	Нижняя	34	32	35	30
	Верхняя	58	57	60	53
15	Нижняя	36	31	38	38
	Верхняя	62	60	55	55
16	Нижняя	35	31	34	30
	Верхняя	60	63	58	55
17	Нижняя	35	31	35	38
	Верхняя	65	65	60	56

в пределах 95–125 мм рт. ст.; изменялась у них и нижняя граница САД – с 95 до 100 мм рт. ст.

Анализ полученных результатов показал, что значения САД во 2-й группе у мальчиков 14–17 лет варьировали в пределах 95–129 мм рт. ст., у девочек – 97–129 мм рт. ст. Верхние границы интервала значений у подростков обоего пола в 1-й и во 2-й группах отличались всего на 1–4 мм рт. ст. Нижние границы во 2-й группе как у мальчиков, так и у девочек превышают данные показатели у подростков 1-й группы: у мальчиков – на 5–21 мм рт. ст., у девочек – на 17–30 мм рт. ст.

*Диастолическое артериальное давление (ДАД).* Исследование показало, что результаты ДАД у подростков обоего пола 1-й группы находились в пределах 45–85 мм рт. ст. (табл. 3); в 16 лет нижняя граница значения ДАД у мальчиков снизилась на 5 мм рт. ст. (10,00%) и вновь поднялась до исходного уровня в 17 лет. Верхняя граница менялась в течение подросткового периода только в 15 лет. Она выросла на 5 мм рт. ст. (5,88%), а затем понизилась до 80 мм рт. ст. У девочек нижняя граница повысилась на 5 мм рт. ст. (6,25%) в 15 лет, затем ежегодно снижалась: в 16 лет – на 5 мм рт. ст. (6,25%), в 17 лет – на 1 мм рт. ст. (1,25%). Границы интервала наиболее часто регистрируемых значений ДАД у мальчиков 14–17 лет – 55–80 мм рт. ст., у девочек – 55–75 мм рт. ст. Таким образом, у большинства подростков обоих полов значения ДАД были в пределах одного интервала.

Нижняя граница значений ДАД у мальчиков 14 лет из 2-й группы несколько ниже, чем у мальчиков из 1-й группы; верхние границы значений – одинаковы. К 17 годам у мальчиков 2-й группы нижняя и верхняя границы значений ДАД оказались немного ниже, чем в 1-й группе. У девочек 2-й группы в возрасте 14 лет нижняя граница значений ДАД в 1,4 раза превышала данное значение в 1-й группе, верхние границы – одинаковы. К 17 годам у девочек 2-й группы нижняя и верхняя границы значений ДАД оказались выше, чем у девочек 1-й группы. То есть границы интервала значений ДАД у девочек 2-й группы с возрастом стали выше, чем у девочек 1-й группы. У мальчиков наблюдалась обратная динамика.

*Ударный объем кровообращения (УОК) в покое.* Показатели УОК в покое в 1-й группе подростков находились в пределах 32–65 мл/уд. у мальчиков и 30–60 мл/уд. – у девочек (табл. 4). Нижние и верхние границы значений как у мальчиков, так и у девочек 1-й группы в течение 4 лет менялись мало. Особых отличий в абсолютных значениях у подростков обоего пола не выявлено. Интервал наиболее часто регистрируемых показателей УОК в покое у мальчиков – 35–50 мл/уд., у девочек – 38–46 мл/уд., то есть у мальчиков данные значения варьируют в более широких пределах. Нижняя и верхняя границы значе-

ний УОК в покое у мальчиков 1-й и 2-й групп в возрасте 14 лет практически не отличаются; к 17 годам нижняя граница значений этого параметра у мальчиков 2-й группы стала несколько ниже, чем в 1-й, верхняя – одинакова. У девочек наблюдалась иная картина: в 1-й группе у 14-летних девочек нижняя и верхняя границы значений УОК в покое были ниже, чем в 1-й группе; к 17 годам у девочек 2-й группы увеличилось значение нижней границы, значение верхней – уменьшилось.

*Ударный объем кровообращения (УОК) при нагрузке.* Анализ результатов функциональных проб показал, что УОК при нагрузке у мальчиков 1-й группы находится в пределах 54–160 мл/уд., у девочек – 45–170 мл/уд. (табл. 5). Нижние границы значений УОК при нагрузке у мальчиков и девочек 1-й группы находились в одинаковых пределах – 80–85 мл/уд. Верхняя граница у подростков мужского пола – 135–160 мл/уд., у подростков женского пола – 120–170 мл/уд. У мальчиков наиболее высокие значения выявлены в 15 лет, у девочек – в 17 лет. Интервалы с наиболее часто регистрируемыми значениями УОК при нагрузке: у мальчиков – 90–110 мл/уд., у девочек – 90–100 мл/уд., то есть у мальчиков чаще отмечали более высокие значения; у девочек верхняя граница интервалов на 5–10 мл/уд. (5,00–10,00%) ниже.

Сравнительный анализ результатов исследования показал, что нижние границы интервала значений УОК при нагрузке у мальчиков 2-й группы по сравнению с 1-й группой имеют наибольшую разницу в начале подросткового периода – 27 мл/уд. К 17 годам результаты становятся одинаковыми. Верхние границы возрастных интервалов значений значительно ниже в 14 и 15 лет (разница – 9–29 мл/уд.). В 16 и 17 лет результаты выше во 2-й группе – на 1–3 мл/уд. У девочек 2-й группы показатели и ниже, и верхней границ интервалов значений во всех возрастных периодах ниже, чем в 1-й группе. Разница при сравнении нижней границы результатов УОК при нагрузке – 6–40 мл/уд., верхней границы – 25–46 мл/уд. Анализ показал, что и у мальчиков, и особенно у девочек 2-й группы интервалы исследуемого показателя ниже, чем в 1-й группе.

*Минутный объем кровообращения (МОК).* Абсолютные значения МОК у мальчиков 14–17 лет 1-й группы находились в пределах 9–24 л/мин, у девочек – 7–25 л/мин (табл. 6). У мальчиков 1-й группы границы интервалов значений с возрастом меняются мало. У девочек нижняя граница также стабильна. У мальчиков до 16 лет верхняя граница интервала выше, чем у девочек, на 4–6 л/мин (23,5–35,29%); в 16 лет показатели одинаковы; в 17 лет значения МОК у девочек выше на 1 л/мин (4%) по сравнению с мальчиками.

Границы интервала наиболее часто встречаемых значений МОК у мальчиков находились в пределах 11–17 л/мин. С возрастом показатели смещались в сторону увеличения. У девочек границы интервала варьировали в пределах 10–14 л/мин. Сравнительный анализ показал, что нижние границы возрастных интервалов значений МОК у мальчиков до 17 лет отличались в обеих группах незначительно –

**Таблица 5**  
Абсолютные значения ударного объема кровообращения у мальчиков и девочек 14–17 лет при нагрузке (мл/уд.)

Возраст, лет	Граница интервала	Мальчики		Девочки	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
14	Нижняя	85	58	85	45
	Верхняя	140	131	120	83
15	Нижняя	80	54	85	57
	Верхняя	160	131	120	95
16	Нижняя	85	70	80	48
	Верхняя	135	138	130	98
17	Нижняя	85	84	80	74
	Верхняя	135	136	170	124

**Таблица 6**  
Абсолютные значения минутного объема кровообращения у мальчиков и девочек 14–17 лет (л/мин)

Возраст, лет	Граница интервала	Мальчики		Девочки	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
14	Нижняя	10	9	10	7
	Верхняя	23	25	17	14
15	Нижняя	10	9	11	9
	Верхняя	21	22	17	16
16	Нижняя	11	11	10	8
	Верхняя	23	23	23	16
17	Нижняя	11	14	11	11
	Верхняя	24	23	25	21

**Таблица 7**  
Абсолютные значения частоты сердечных сокращений у мальчиков и девочек 14–17 лет при восстановлении (уд./мин)

Возраст, лет	Граница интервала	Мальчики		Девочки	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
14	Нижняя	80	60	80	103
	Верхняя	150	143	160	150
15	Нижняя	60	92	90	105
	Верхняя	160	143	160	154
16	Нижняя	70	100	90	114
	Верхняя	160	151	170	153
17	Нижняя	80	126	80	119
	Верхняя	150	150	150	153

до 1 л/мин. В 17 лет нижние границы увеличились у мальчиков 2-й группы – на 3 л/мин по сравнению с 1-й группой. Разница значений верхней границы у подростков мужского пола во всех возрастных периодах в обеих группах – 1–2 л/мин, наибольшая – в 14 лет. У девочек 1-й группы нижняя граница интервалов значений – в пределах 10–11 л/мин, верхняя выросла к 17 годам на 8 л/мин. В данной группе происходило расширение границ интервала значений за счет повышения МОК. Во 2-й группе с возрастом отмечен рост обеих границ исследуемых возрастных интервалов значений. Все показатели во 2-й группе меньше по сравнению с аналогичными показателями в 1-й группе. Разница при сравнении нижних границ интервалов значений – 2–3 л/мин, верхних – 1–7 л/мин. Наибольшая разница отмечена в 16 лет.

*Частота сердечных сокращений при восстановлении.* При анализе показателей состояния кардиосистемы подростков 14–17 лет, полученных при проведении функциональных проб, установлено, что у мальчиков 1-й группы значения ЧСС при восстановлении – в пределах 60–160 уд./мин, у девочек – 80–170 уд./мин (табл. 7). Границы интервала абсолютных значений ЧСС при восстановлении у подростков обоих полов в 1-й группе отличались: нижняя граница у мальчиков – 60–80 уд./мин, у девочек – 80–90 уд./мин; верхняя граница у мальчиков – в пределах 150–160 уд./мин, у девочек – 150–170 уд./мин. Таким образом, у мальчиков значения меньше, чем у девочек, особенно нижние. Наибольшая разница выявлена в 15 и 16 лет; в 14 и 17 лет интервалы практически равны. Интервал наиболее часто встречаемых показателей ЧСС у подростков обоих полов – 110–150 уд./мин.

Сравнительный анализ показал, что у подростков обоих полов во 2-й группе по сравнению с 1-й нижние границы интервалов значений во всех возрастных периодах выше, а верхние – ниже. Разница в показаниях нижних границ у мальчиков – 30–46 уд./мин, у девочек – 15–39 уд./мин; в верхних границах у мальчиков – 0–17 уд./мин, у девочек – 3–17 уд./мин. Наибольшая разница в нижних границах между двумя группами выявлена у 17-летних подростков мужского и женского пола, в верхних границах – у мужского пола – в 15 лет, у женского – в 16 лет.

## ВЫВОДЫ

У детей подросткового возраста обоих полов, проживающих в разных по экологии районах г. Москвы, показатели работы кардиосистемы имеют отличия. Наиболее выраженные нарушения отмечены у детей, проживающих в экологически неблагоприят-

ном районе, что свидетельствует о снижении адаптивных возможностей данной системы. Основные признаки дезадаптации кардиосистемы формируются к 16–17 годам. У подростков женского пола выявлены более низкие значения по следующим параметрам: САД, УОК в покое, ДАД. Во всех возрастных группах у девочек отмечена более высокая ЧСС в покое. При функциональных нагрузках показатели УОК и МОК выше у мальчиков, а ЧСС в период восстановления – у девочек.

Наибольшая разница между подростками обоих полов по параметрам кардиосистемы в покое выявлена в 16 лет – по САД; в 17 лет – по ЧСС, ДАД и УОК; наименьшая – в 14 лет по ДАД, в 15 лет – по САД и УОК, в 16 лет – по ЧСС. Функциональные возможности данной системы при нагрузке имеют наибольшие различия по всем параметрам между мальчиками и девочками в 17 лет. Наименьшая разница показателей при восстановлении выявлена в 14 лет по ЧСС, в 15 лет – по УОК, в 16 лет – по МОК.

Функциональное состояние кардиосистемы к концу подросткового периода хуже у подростков мужского пола, чем у женского, что свидетельствует о большей адаптивной способности данной системы у девочек. Это может указывать на то, что к 17 годам у современных подростков женского пола заканчиваются процессы созревания кардио-респираторной системы, а у лиц мужского пола они еще не завершены.

Комплекс диагностических процедур, использованный нами, можно рекомендовать для проведения массового обследования населения, в особенности детей и подростков, для оценки физического здоровья и функциональных резервов организма с целью своевременного проведения лечебно-профилактических мероприятий.

## Литература

1. Кучма В.Р. Оценка физического развития детей и подростков в гигиенической диагностике системы «Здоровье населения – среда обитания». – М.: Издательство НЦЗД РАМН, 2003, 316 с.
2. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности: Рук-во для врачей. – М.: ГЭОТАР, 2006, 352 с.
3. Камаев И.А., Поздеева Т.В., Дмитроиченков А.В. и др. Здоровье и образ жизни школьников, студентов и призывной молодежи: состояние, проблемы, пути решения: Монография. – Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 2005, 312 с.
4. Орлов В.А., Фетисов О.Б. Физическая культура и резервы здоровья человека. – М.: ИД Международного университета в Москве, 2005, 118 с.