

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Проф. И. И. ИСАЕВ, Б. В. ТАЛЫБОВА

*Азербайджанский медицинский университет, Баку,
Азербайджанская Республика*

Оценено состояние здоровья, включающее физическое и нервно-психическое развитие, функциональное состояние дыхательной, сердечно-сосудистой систем и адаптационный потенциал организма у 348 школьников от 6 до 17 лет азербайджанской популяции, проживающих в г. Нахичевань. Показано, что функциональное становление дыхательной и сердечно-сосудистой систем тесно связано с морфометрическим развитием детей, что обуславливает формирование адаптационного потенциала. Полученные данные позволили разработать региональные критерии для дальнейшего мониторинга, моделирования и своевременной коррекции развития детей.

Ключевые слова: дети, физическое развитие, кардиореспираторная система, адаптационный потенциал.

Здоровье детей и его охрана являются приоритетами научной и практической деятельности современной медицины [1–4].

Сегодня многочисленные исследования ученых и врачей посвящены изучению способов и возможностей формирования здоровья, факторов, влияющих на него; проведению компьютерного мониторинга здоровья, периодическому обновлению нормативных оценочных материалов и разработке более совершенных методов прогнозирования морфофункционального развития детей [5–10].

Общезвестно, что наследственная программа формирования ребенка реализуется в определенных условиях внешней среды и требует дифференцированного подхода. Здоровье ребенка должно оцениваться не только его морфометрическими данными, но и функциональным состоянием основных органов и систем, обеспечивающих адаптационный и резервный потенциал организма [2, 11–18].

Исследования последних лет свидетельствуют, что динамика показателей кардиореспираторной системы является наиболее чувствительным индикатором любого неблагоприятного воздействия на организм ребенка [11, 19–21].

Многолетние исследования показали, что критериями высокого уровня здоровья являются не столько максимальные значения отдельных морфологических и функциональных показателей, превышающих возрастную норму, сколько их оптимальное соотношение, которое обеспечивает достаточный уровень резерва энергетических и защитных сил организма ребенка. Формирующийся при этом адаптационный потенциал позволяет успешно реализовать функциональные возможности организма в условиях напряженной статической мышечной и умственной деятельности школьников в процессе учебы [11, 12, 14].

Несмотря на многочисленные исследования важнейших органов и систем организма ребенка, взаимосвязи развития и формирования морфометрических показателей с функциональным состоянием отдельных органов и систем организма детей изучены недостаточно [20, 22, 23].

Целью данного исследования было изучение морфометрических особенностей развития школьников во взаимосвязи с особенностями формирования дыхательной и сердечно-сосудистой систем, определяющих резервный и адаптационный потенциал организма.

Нами было обследовано 348 школьников азербайджанской популяции, проживающих в г. Нахичевань, в возрасте от 6 до 17 лет. Из них 180 мальчиков и 168 девочек. Все школьники были разделены на группы по годам от 6 до 17 лет через год, а также на три возрастные группы:

1-я группа — 6–10 лет, младший школьный возраст (всего 122 ребенка, из них 61 мальчик и 61 девочка);

2-я группа — 11–14 лет — средний школьный возраст (всего 137, из них 71 мальчик и 66 девочек);

3-я группа — 15–17 лет — старший школьный возраст (всего 89, из них 48 мальчиков и 41 девочка).

Оценивались состояние здоровья, включающее физическое и нервно-психическое развитие, функциональное состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем, реактивность и адаптационный потенциал организма в возрастной динамике. Физическое развитие определялось по основным морфометрическим параметрам телосложения — длине и массе тела детей и их годовому приросту [24].

Функциональное состояние дыхательной системы оценивалось по показателю числа дыханий Д,

Таблица 1

фактическому (ФЖЕЛ) и должному объему жизненной емкости легких (ДЖЕЛ) детей:

$ДЖЕЛ = 0,0006372 \times \text{длина тела} \times \text{масса тела} - 0,0008964 \times \text{масса тела} \times \text{масса тела} (\text{л})$.

Резервные возможности дыхательной системы школьников определяли по соотношению ФЖЕЛ / ДЖЕЛ и жизненному индексу (ЖИ):

$ЖИ = ФЖЕЛ / \text{масса тела} (\text{мл/кг})$.

Показатель соотношения ФЖЕЛ / ДЖЕЛ менее 10–15% свидетельствует о нарушении внешнего дыхания; значение ЖИ 40–135 единиц — о среднем уровне, более 135 — высоком, менее 40 — низком уровне резервов дыхательной системы [21, 23].

Состояние и функции сердца определяли по характеру возрастной динамики артериального давления и особенностей пульса ребенка. Был определен резерв сердечно-сосудистой системы по индексу Робинсона (ИР):

$ИР = \text{пульс в покое} \times САД / 100 (\text{единиц})$.

Значение индекса Робинсона 70–110 свидетельствует о среднем уровне, значение более 110 — низком, значение менее 70 — высоком уровне резервов сердечно-сосудистой системы [2, 8].

Учитывая морфометрические и функциональные показатели, был рассчитан адаптационный потенциал (АП) ребенка:

$АП = 0,011 \times \text{пульс} + 0,014 \times САД + 0,008 \times ДАД + 0,014 \times \text{возраст} + 0,009 \times \text{масса тела} - 0,009 \times \text{длина тела} - 0,27 (\text{единиц}) [17]$.

По результатам оценки морфометрического развития (табл. 1) в возрастной динамике

Возрастно-половой характер изменения массы и длины тела школьников

Возраст, лет	Масса тела, кг		Длина тела, см	
	М	Д	М	Д
6	21,2±1,8	20,1±2,1	115,1±1,8	112,8±2,3
7	22,1±1,5	21,7±1,1	120,4±1,8	119,4±1,3
8	22,7±1,7	23,0±2,0	123,9±1,9	122,9±2,2
9	24,3±2,5	25,0±3,0	128,6±2,9	129,5±3,9
10	28,7±2,4	28,1±2,0	132,7±2,3	131,6±2,3
11	31,7±2,4	31,2±2,4	140,1±2,2	138,9±2,5
12	34,4±2,2	32,4±2,1	147,4±2,1	145,4±1,7
13	37,0±3,3	35,2±3,2	151,9±2,6	150,2±2,7
14	41,7±3,3	37,9±2,8	158,5±2,4	154,3±1,9
15	47,0±3,9	40,9±4,4	163,0±2,3	157,3±2,5
16	52,4±6,2	43,4±4,7	167,3±2,7	160,7±2,5
17	58,5±5,0	45,1±3,7	170,7±2,4	164,5±2,1

Примечание. М — мальчики, Д — девочки. То же в табл. 2–4.

антропометрических показателей школьников обоего пола отмечается определенная гетерохронность. При отсутствии возрастной закономерности у мальчиков от 6 до 17 лет отмечено увеличение прироста массы тела от 2,7 до 18,1%, наименьшие изменения массы тела были в возрасте 7–8 лет, а существенные изменения начинались с 9–10 лет, по-видимому, связанные с формированием нейроэндокринной регуляции в переходные возрастные периоды. У девочек по сравнению с мальчиками прирост массы тела в возрасте от 6 до 17 лет

Таблица 2

Возрастная динамика изменения артериального давления и пульса у детей школьного возраста

Возраст (лет)	Артериальное давление (мм рт. ст.)				Пульс (уд./мин)	
	САД		ДАД		М	Д
	М	Д	М	Д		
6	92,5±3,33	90,0±4,97	55,0±2,86	60,0±2,48	107,5±3,33	107,0±5,22
7	95,0±2,36	90,0±2,48	62,5±1,97	60,0±1,24	105,5±3,07	105,0±2,61
8	97,5±2,08	97,5±1,55	62,5±2,08	60,0±2,06	101,5±3,08	103,5±4,43
9	100,0±2,25	102,5±3,49	67,5±2,81	67,5±3,49	98,5±3,71	100,0±5,59
10	107,5±2,92	105,5±1,87	67,5±2,08	67,5±1,86	95,0±2,50	94,0±2,39
11	107,5±2,61	105,0±2,36	67,5±1,87	67,5±1,97	89,0±1,64	89,0±1,73
12	115,0±1,86	107,0±2,60	67,5±1,55	70,0±1,95	87,5±1,55	86,5±1,49
13	115,7±3,33	111,0±4,17	70,0±1,67	70,0±2,50	83,5±1,75	82,0±2,00
14	116,2±2,84	112,5±4,39	72,5±1,77	75,0±2,03	80,0±1,42	81,0±1,49
15	116,5±2,84	112,0±3,81	75,0±2,13	75,0±2,86	78,0±1,13	80,0±2,29
16	116,8±3,61	113,0±4,12	75,0±3,09	77,5±2,58	76,0±1,65	79,0±2,27
17	117,4±3,81	114,0±2,36	77,5±2,38	77,5±1,97	72,5±1,43	77,5±1,97

был 3,8–12,2% и в 10–12 лет отмечались его максимальные значения, а в 17 лет прирост был минимальным. В отличие от показателей массы тела, прирост длины тела у девочек и мальчиков в 6–7 лет был максимальным, а в 15–17 лет минимальным.

Параллельно с морфометрическими изменениями мы проследили показатели формирования сердечно-сосудистой системы, представленные в табл. 2.

В первой возрастной группе как у мальчиков, так и у девочек средние значения САД варьируют в пределах 90–108 мм рт. ст., во второй — 100–116 мм рт. ст., а старше 15 лет отмечаются более высокие цифры (112–117 мм рт. ст.) и увеличение САД с возрастом. В возрастной динамике изменения ДАД школьников были не достоверны ($p < 0,05$), как и изменения в характере пульса. Анализируя изменения показателя, видим, что в возрастных группах средние значения пульса у школьников обоего пола в 6–10 лет составляют 102 уд./мин, в возрасте 11–14 лет — 85 уд./мин и после 15 лет — 76 уд./мин.

Индекс Робинсона у мальчиков и девочек (табл. 3) в возрастной динамике достоверно уменьшался со 105 до 83 единиц, что свидетельствовало о среднем уровне резервов сердечно-сосудистой системы.

Прирост показателя индекса Робинсона имел значимые изменения, отражающие периоды индивидуального ускоренного формирования и увеличения резервов сердечно-сосудистой системы у мальчиков в возрасте 6 (прирост 4,3%), 10 (4,6%), 12 лет (5,0%), а у девочек — 6 (прирост 6,6%), 8–9 (3,9–2,4%) и 13 лет (9,5%).

Адаптационный потенциал мальчиков с возрастом увеличивался с более выраженным приростом

его в возрасте 7 лет (3,5%), 10 (3,7%), 12 (4,3%) и 17 (4,7%). При этом у девочек увеличение адаптационного потенциала с возрастом было умеренным и неравномерным, пик его определялся в возрасте 6 лет (5,4%), 8 (3,5%), 9 (4,4%), 13 (5,4%). В отличие от мальчиков, у девочек старше 15 лет адаптационный потенциал имел тенденцию к уменьшению, скорость прироста изменялась с 1,9 до 0,5%.

Результаты исследования состояния дыхательной системы школьников и темпы его возрастного развития представлены в табл. 4. У школьников обоего пола показатель числа дыханий с возрастом достоверно уменьшается, при этом ФЖЕЛ увеличивается. Соотношение ФЖЕЛ / ДЖЕЛ варьирует в пределах 80,9–98,7%, что соответствует нормальному уровню развития емкостных показателей легких (в норме более 10–15%).

Фактический ЖИ у школьников варьирует у мальчиков от 51,5 до 57,5 мл/кг, у девочек — от 51,7 до 58,7 мл/кг ($p < 0,05$). Проследив прирост показателя фактического ЖИ, видим, что у мальчиков он отмечается в 9 (6,9%) и 17 лет (4,6%), а в остальные возрастные периоды имеется тенденция к его уменьшению (табл. 4). В отличие от мальчиков, у девочек прирост фактического жизненного индекса отмечается с 6 до 9 лет (3,7%, 4,7%, 4,4%, 4,4%) и в 12 лет (5,7%), в остальные возрастные периоды имеется тенденция к уменьшению прироста ЖИ.

Статистические расчеты показали, что должный ЖИ у школьников г. Нахичевань при среднем развитии дыхательной системы варьирует в пределах 40–135 ед., при низком — менее 40, при высоком — более 135 ед.

Функциональное становление дыхательной и сердечно-сосудистой систем тесно связано с морфометрическим развитием детей, которое

Таблица 3

Возрастная динамика изменения индекса Робинсона и адаптационного потенциала у детей школьного возраста

Возраст (лет)	Индекс Робинсона (ед.)				Адаптационный потенциал (ед.)			
	М	Прирост (%)	Д	Прирост (%)	М	Прирост (%)	Д	Прирост (%)
6	102,5±6,6	4,3	100,5±10,0	6,6	3,9±0,14	2,8	3,9±0,19	5,4
7	103,2±5,4	0,6	98,7±4,9	-1,8	4,1±0,11	3,5	4,0±0,10	1,6
8	101,3±5,1	-1,8	102,5±5,9	3,9	4,2±0,12	0,9	4,2±0,13	3,5
9	100,2±5,9	-1,1	105,0±9,2	2,4	4,3±0,15	2,6	4,4±0,21	4,4
10	104,8±5,4	4,6	103,1±4,3	-1,9	4,4±0,13	3,7	4,4±0,11	1,4
11	103,6±4,0	-1,8	95,1±3,9	-7,7	4,5±0,11	0,9	4,4±0,11	0,4
12	102,5±3,4	5,0	88,8±3,7	-6,6	4,7±0,10	4,3	4,4±0,11	0,0
13	102,3±4,8	-0,2	97,3±5,7	9,5	4,7±0,14	2,4	4,7±0,15	5,4
14	98,0±3,9	-4,2	98,8±5,3	1,5	4,9±0,12	1,7	4,8±0,14	2,9
15	95,2±3,5	-2,8	98,4±5,8	-0,4	4,9±0,12	2,5	4,9±0,17	1,9
16	94,5±4,7	-0,7	89,1±5,8	-9,5	5,1±0,18	2,6	4,9±0,17	-1,0
17	95,8±4,6	1,3	83,3±3,9	-6,6	5,4±0,18	4,7	4,8±0,13	-0,5

Таблица 4

**Возрастная динамика изменения функциональных показателей дыхательной системы
у детей школьного возраста**

Возраст (лет)	Пол	Д (абс. ч.)	ФЖЕЛ (л)	ДЖЕЛ (л)	ФЖЕЛ/ДЖЕЛ (%)	ЖИ (мл/кг)	Прирост (%)
6	М	25,5±0,67	1,135±0,073	1,150±0,014	98,7	53,7	-2,7
	Д	25,5±0,87	1,040±0,089	1,083±0,022	96,1	51,7	3,7
7	М	23,5±0,71	1,190±0,046	1,257±0,007	94,7	53,8	0,3
	Д	23,5±0,68	1,175±0,403	1,229±0,005	95,6	54,1	4,7
8	М	22,5±0,75	1,225±0,063	1,330±0,010	92,1	53,9	0,2
	Д	23,0±1,03	1,300±0,093	1,326±0,019	98,0	56,5	4,4
9	М	21,5±0,79	1,400±0,067	1,460±0,015	95,8	57,7	6,9
	Д	22,0±1,40	1,475±0,105	1,503±0,029	98,2	59,0	4,4
10	М	20,5±0,58	1,640±0,050	1,686±0,008	97,3	57,2	-0,8
	Д	20,5±0,67	1,620±0,069	1,647±0,010	98,4	57,8	-2,1
11	М	20,0±0,45	1,785±0,019	1,928±0,003	92,6	56,3	-1,6
	Д	20,0±0,63	1,730±0,079	1,887±0,012	91,7	55,5	-3,8
12	М	19,0±0,37	1,980±0,025	2,170±0,003	91,2	57,6	2,2
	Д	20,0±0,39	1,900±0,065	2,059±0,008	92,3	58,7	5,7
13	М	18,5±0,42	2,100±0,033	2,353±0,006	89,2	56,8	-1,4
	Д	19,0±0,50	2,000±0,092	2,257±0,015	88,6	56,8	-3,3
14	М	18,0±0,28	2,300±0,043	2,653±0,006	86,7	55,2	-2,8
	Д	18,5±0,34	2,100±0,068	2,436±0,009	86,2	55,5	-2,4
15	М	17,5±0,35	2,500±0,043	2,900±0,006	86,2	53,2	-3,6
	Д	17,0±0,38	2,225±0,100	2,599±0,019	85,6	54,4	-1,9
16	М	17,0±0,41	2,750±0,031	3,125±0,006	86,4	51,5	-3,1
	Д	16,5±0,31	2,300±0,103	2,757±0,021	83,4	52,9	-2,7
17	М	16,5±0,29	3,150±0,067	3,293±0,013	95,6	53,9	4,6
	Д	16,5±0,24	2,350±0,087	2,904±0,014	80,9	52,1	-1,6

обуславливает формирование адаптационного потенциала. Формирование адаптационного потенциала происходило у мальчиков в возрастные периоды 6–7, 10–12 и 17 лет, а у девочек несколько раньше, чем у мальчиков, — в возрасте 6, 8, 9 и 13 лет. Резервные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем имели индивидуальный характер и в целом соответствовали среднему уровню развития организма детей.

Полученные в ходе исследования данные позволили не только оценить уровень здоровья

и развития школьников г. Нахичевань, но и разработать региональные критерии для дальнейшего мониторинга, моделирования и своевременной коррекции развития детей.

Для экспресс-оценки соматического здоровья учащихся наряду с морфометрическими показателями рекомендуется использовать комплекс, включающий определение жизненного индекса, индекса Робинсона и адаптационного потенциала, особенно в критические возрастные периоды.

Литература

1. Баранов А. А., Альбицкий В. Ю. Изучение качества жизни детей — важнейшая задача современной педиатрии // Рос. педиатр. журн.— 2005.— № 5.— С. 30–34.
2. Баранов А. А. Задачи педиатрической науки по охране здоровья детей // Вестн. РАМН.— 2003.— № 8.— С. 3–5.
3. Брехман И. И. Валеология — наука о здоровье.— М.: ФиС, 1990.— 208 с.
4. Куликов В. П. Трехмерная модель здоровья. Сантивность и пантивность // Валеология.— 2000.— № 1.— С. 15–21.
5. Вельтищев Ю. Е., Ветров В. П. Объективные показатели нормального развития и состояния здоровья ребенка (нормативы детского возраста).— М., 2002.— 346 с.
6. Кобринский Б. А. Компьютерный мониторинг состояния здоровья детей и дистанционное консультирование с Российской Федерацией // Рос. вестн. перинатол. и педиатр.— 2006.— № 6.— С. 58–62.
7. Кучма В. Р., Сухарева Л. М. Состояние и прогноз здоровья школьников (итоги 40-летнего наблюдения) // Рос. педиатр. журн.— 2007.— № 1.— С. 53–57.
8. Сонькин В. Д., Зайцева В. В. Валеологический мониторинг здоровья и условий обучения детей и подростков (Проект региональной программы): Матер. науч. конфер. Ин-та возрастной физиологии Рос. академии образования.— М., 2007.— С. 112–130.
9. Чичерин Л. П., Куценко Г. И., Какорина Е. П. Актуальные проблемы формирования системы мониторинга состояния здоровья детей и подростков // Проблемы

- социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины.— 2000.— № 3.— С. 30–32.
10. Ямпольская Ю. А. Популяционный мониторинг физического развития населения // Гигиена и санитария.— 1996.— № 1.— С. 24–26.
 11. Анянзева Н. А. Физическое развитие и адаптационные возможности школьников // Вестн. РАМН.— 1999.— № 5.— С. 19–24.
 12. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск заболевания.— М.: Медицина, 1997.— 256 с.
 13. Безруких М. М., Сонькин М. М., Фарбер В. Д. Возрастная физиология. (Физиология развития ребенка): Учебное пособие для ВУЗов.— М.: Академия, 2002.— 413 с.
 14. Беляков В. А., Подлевских Т. С. Адаптационные возможности здоровья детей раннего возраста // Рос. педиатр. журн.— 2005.— № 2.— С. 8–11.
 15. Зайцева В. П. Физическое развитие // Здор. детей.— 2005.— № 12.— С. 15–19.
 16. Ильин А. Г., Агапова Л. А. Функциональные возможности подростков, их значение в оценке состояния здоровья // Гигиена и санитария.— 2000.— № 5.— С. 43–46.
 17. Федотова Т. К. Соотношение показателей биологического возраста у детей в процессе роста // Рос. педиатр. журн.— 2007.— № 1.— С. 20–23.
 18. Чмель И. Б., Медведев Л. Н. Возрастная динамика антропометрических показателей детского населения Красноярск // Гигиена и санитария.— 2002.— № 2.— С. 49–51.
 19. Круцевич Т. Ю. Моделирование гармоничности физического развития подростков // Физич. культура.— 2000.— № 7.— С. 12–16.
 20. Кавазин О. Л., Харьков А. А. Возрастная морфология сердечно-сосудистой системы человека.— М.: Медицина, 1998.— 360 с.
 21. Козинец Г. И. Физиологические системы организма человека, основные показатели.— М.: Триада-Х, 2000.— 336 с.
 22. Амосов Е. Н. Клиническая кардиология.— Киев: Здоровье, Книга-плюс, 1998.— Т. 1.— С. 10–19.
 23. Белозеров Ю. М. Детская кардиология.— М.: Медпресс-Информ, 2004.— С. 22–35.
 24. Исаяев И. И. Ушаг хястяликляринин пропедевтикасы.— Баку: Дярслик, 2010.— 496 с.

ВІКОВА ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ ТА АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ

I. I. ISAEB, B. V. TALIBOVA

Оцінено стан здоров'я, що включає фізичний і нервово-психічний розвиток, функціональний стан дихальної, серцево-судинної систем і адаптаційний потенціал організму в 348 школярів від 6 до 17 років азербайджанської популяції, які проживають у м. Нахічевань. Показано, що функціональне становлення дихальної та серцево-судинної систем тісно пов'язане з морфометричним розвитком дітей, що зумовлює формування адаптаційного потенціалу. Отримані дані дозволили розробити регіональні критерії для подальшого моніторингу, моделювання та вчасної корекції розвитку дітей.

Ключові слова: діти, фізичний розвиток, кардіореспіраторна система, адаптаційний потенціал.

AGE-DEPENDENT DYNAMICS OF FORMING CARDIORESPIRATORY SYSTEM AND ADAPTATION POTENTIAL IN CHILDREN OF SCHOOL AGE

I. I. ISAYEV, B. V. TALYBOVA

The state of the health including physical and neuropsychic development, the functional state of the respiratory and cardiovascular systems, as well as adaptation potential of the organism were assessed in 348 school children aged 6–17 from Azerbaijan population residing in Nakhichevan. It is shown, that the functional development of the respiratory and cardiovascular systems is closely associated with morphometric development of the children promoting formation of adaptation potential. The obtained findings allowed working out regional criteria for the further monitoring, modeling and timely correction of the children development.

Key words: children, physical development, cardiorespiratory system, adaptation potential.

Поступила 30.04.2010