

© Коллектив авторов, 2003

*А.Р. Сабирьянов, С.А. Личагина, А.В. Шевцов, Е.С. Сабирьянова,  
С.Г. Устюжанин, Н.В. Сергеева*

## ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ ЛЕТНЕГО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, РФ

Последнее десятилетие в России ознаменовалось неуклонным ростом как заболеваемости, так и смертности, наблюдалось накопление хронической патологии. Особенно это коснулось детского населения, которое является наиболее чувствительным контингентом, быстро реагирующим на любые изменения окружающей среды, в силу незавершенности процессов роста и развития [1, 2]. Уже за 5 лет обучения в школе наблюдается увеличение частоты заболеваний опорно-двигательного аппарата, глаз, желудочно-кишечного тракта [3]. У половины учащихся выпускных классов выявляются повышенные или пониженные цифры артериального давления [4, 5]. Складывается такая ситуация, что каждое последующее поколение россиян обладает все меньшим потенциалом здоровья, и поэтому изучение вопросов его сохранения и приумножения у детей является исключительно важным.

Следовательно, в государстве остается актуальность не только разработки, изучения эффективных методов лечения, но и работающих на практике технологий оздоровления и профилактики. Возникла необходимость как поиска новых результативных методик повышения уровня здоровья детей, так и более полного физиологического обоснования уже существующих, например, летних детских оздоровительных лагерей [6], которые являются достаточно эффективной формой оздоровления в связи с создающимися в них благоприятными условиями (повышенная двигательная активность, природно-климатические факторы, режим дня, рациональное питание и др.).

Целью настоящего исследования было изучение особенностей динамики показателей кардиореспираторной системы и физической подготовленности детей школьного возраста в условиях летнего оздоровительного центра.

Исследования проводили в июле—августе на базе детского оздоровительного центра (ДОЦ) «Тургояк» ОАО «УралАЗ» г. Миасс, расположенного в 500 м от пресного озера Тургояк, где за 3 летних месяца осуществляется 4 заезда продолжительностью 21 день.

Во время пребывания в ДОЦ дети испытывают воздействие следующего комплекса оздоровительных факторов:

1) естественные природно-климатические факторы — горная местность со смешанными лесами (преимущественно хвойных пород), достаточно высокая относительная влажность воздуха; купание в пресном озере с температурой воды в летнее время не более 20°C;

2) режим дня и двигательной активности — приоритет повышенной двигательной активности с использованием утренней гигиенической гимнастики, ходьбы по пересеченной местности, дозированного бега, плавания в озере, спортивных игр (настольный теннис, футбол, волейбол, пионербол, баскетбол), занятий на тренажерах и снарядах, ежедневных дискотек;

3) полноценное, функциональное питание 5 раз в день;

4) культурно-массовые мероприятия — викторины, художественная самодеятельность.

Всего в исследованиях принимали участие 630 детей, из них младшего школьного возраста — 351 (мальчиков 153, девочек 198), среднего школьного возраста — 279 (мальчиков 119, девочек 160).

Исследование показателей кардиореспираторной системы проводили в начале (первые 2 дня заезда) и в конце смены (последние 2 дня заезда). Изучали показатели функции внешнего дыхания: частота дыхательных движений, которую подсчитывали пальпаторно за 1 минуту; измерение пиковой скорости выдоха (л/мин) проводили при помощи стандартного пикфлоуметра по общепринятой методике [7], измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) (мл) — при помощи сухого спирометра.

Для изучения показателей кардио- и сосудистой гемодинамики использовали биоимпедансную тетраполярную реополиграфию при помощи компьютерной технологии «Кентавр II РС» фирмы «Микролюкс» (рекомендована к производству и применению в медицинской практике протоколом № РОСС. RU. АЮ 45. В00211 от 28. 11. 2002). Основные допущения и теоретические подходы технологии описаны А. А. Астаховым [8]. Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы обследуемых использовали следующие показатели диагностической системы «Кентавр»: частота сердечных сокращений за 1 минуту; амплитуда револвны среднего пальца руки (МОм); амплитуда револвны аорты (МОм); систолическое артериальное давление (САД, мм рт. ст.); диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт. ст.); ударный объем

(мл); диастолическая волна наполнения сердца (ДВНС, мОм); фракция выброса (ФВ, %); минутный объем кровообращения (л/мин); сердечный индекс (объем кровообращения в минуту на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела); индекс доставки кислорода (количество кислорода в мл, доставляемое за 1 минуту на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела); динамика сегмента ST электрокардиограммы в I стандартном отведении.

Наряду с показателем ФВ для оценки сократительной способности миокарда использовали расчетный показатель Хитер-индекс (ХИ), представляющий собой отношение амплитуды колебания кровенаполнения аорты ко времени, проходящем от начала сокращения левого желудочка до максимального объема выброса крови из него.

Оценка физической подготовленности включала в себя следующие тесты [9]: прыжок в длину с места на гимнастический мат (см), наклон вперед из положения сидя (см), челночный бег 4 раза по 9 м (с), сгибание и разгибание рук в упоре лежа — отжимание (количество раз), бег 30 м (с).

В табл. 1 представлена динамика показателей функции внешнего дыхания у детей за время пребывания в ДОЦ.

Как видно из табл. 1, у девочек в обеих возрастных группах наблюдался статистически достоверный рост ЖЕЛ: в младшей — на 207,39 мл, в старшей — на 199,92 мл. Отсутствие достоверной разницы данного показателя у мальчиков определялось значительным разбросом индивидуальных показателей, что являлось следствием неоднородности выборки обследуемых. Рост ЖЕЛ в данном случае определялся значительным увеличением двигательной активности аэробной направленности, в основном тренирующей выносливость (бег, ходьба, плавание, спортивные игры), которая повышает требования к аппарату внешнего дыхания и, в первую очередь, данному показателю.

Наблюдался статистически достоверный прирост пиковой скорости выдоха по данным пикфлоуметрии у мальчиков младшего школьного возраста — наиболее физически активной группы детей в ДОЦ.

Изучение динамики показателей центрального кровообращения детей за время пребывания в ДОЦ показало, что статистически достоверно изменилась ДВНС. По данным А. А. Астахова и Б. М. Говорова [10], данный

показатель косвенно свидетельствует о венозном притоке. У детей младшего школьного возраста ДВНС возросла с 18,06±1,34 до 23,68±1,14 мОм (p<0,001) у девочек и с 21,43±0,89 до 27,61±1,86 мОм (p<0,005) у мальчиков. В среднем школьном возрасте динамика показателя составила у девочек с 19,81±0,81 до 26,47±1,37 мОм (p<0,0001), у мальчиков — с 16,38±0,94 до 30,67±1,37 мОм (p<0,0001). Несомненно, одним из механизмов повышения венозного притока в данном случае является значительный рост мышечных нагрузок, особенно на нижние конечности. Кроме того, росту венозного притока способствовало и увеличение легочной вентиляции в результате аэробных нагрузок. Однако, несмотря на эти изменения, другие показатели центрального кровообращения статистически достоверно не изменились.

В табл. 2 представлена динамика показателей артериального давления и сосудистого тонуса детей за время пребывания в ДОЦ. Как видно из табл. 2, у детей как младшего, так и среднего школьного возраста обнаружено статистически достоверное увеличение амплитуды пульсации пальца кисти (АППК), что свидетельствовало об адекватном повышении периферического кровообращения в ответ на значительный рост двигательной активности. У младших школьников увеличение АППК составило у девочек 40,37%, у мальчиков — 35,88%, а в группе среднего школьного возраста — 93,56% и 82,18% соответственно. В данном случае положительные изменения периферического кровообращения можно объяснить увеличением влияния на кровоток в мелких сосудах метаболических факторов [11], что происходило в результате значительного повышения двигательной активности во время пребывания в ДОЦ. Кроме того, можно предположить, что на данном этапе воздействия высоких мышечных нагрузок отмечалось смещение регуляции кровообращения в сторону периферии.

Рост периферического кровообращения отразился и на динамике индекса доставки кислорода к тканям. У всех детей наблюдалось статистически достоверное его повышение: в группе детей младшего школьного возраста у девочек с 563,68±14,67 до 615,23±12,62 усл. ед. (p<0,01), у мальчиков с 604,3±12,24 до 654,93±20,85 усл. ед.

Таблица 1

**Динамика показателей функции внешнего дыхания детей младшего и среднего школьного возрастов за время пребывания в детском оздоровительном центре**

Возраст	Пол	Показатели	До смены	После смены
Младший школьный	Девочки (n=198)	ЧДД, в мин	23,29±0,64	22,37±0,64
		ПФМ, л/ мин	155,63±6,11	158,97±7,42
		ЖЕЛ, мл	1665,63±32,02	1873,02±52,4
	Мальчики (n=153)	ЧДД, в мин	21,72±0,46	21,47±0,47
		ПФМ, л/ мин	157,09±5,24	182,3±5,31
		ЖЕЛ, мл	1804,65±52,4	1915,54±33,2
Средний школьный	Девочки (n=160)	ЧДД, в мин	21,5±0,45	21,3±0,52
		ПФМ, л/ мин	228,59±8,1	230,0±10,19
		ЖЕЛ, мл	2314,79±60,73	2514,71±56,07
	Мальчики (n=119)	ЧДД, в мин	22,43±0,86	22,93±0,52
		ПФМ, л/ мин	248,15±11,4	252,22±8,15
		ЖЕЛ, мл	2596,3±72,78	2675,93±78,62

ЧДД — частота дыхательных движений; ПФМ — пикфлоуметрия.

Таблица 2

**Динамика показателей сосудистой гемодинамики детей младшего и среднего школьного возраста за время пребывания в оздоровительном центре**

Возраст	Пол	Показатели	До смены	После смены
Младший школьный	Девочки (n=198)	САД, мм рт. ст.	100,53±1,08	100,45±1,34
		ДАД, мм рт. ст.	63,27±0,67	63,32± 0,76
		АППК, мОм	51,2±3,67	71,87±4,28
		АПА, мОм	298,87±5,42	269,48±5,42
	Мальчики (n=153)	САД, мм рт. ст.	103,54±0,82	100,48±0,96
		ДАД, мм рт. ст.	66,3±0,69	61,21±0,98
		АППК, мОм	82,35±3,81	111,9±5,42
		АПА, мОм	256,49±3,9	216,89±4,54
Средний школьный	Девочки (n=160)	САД, мм рт. ст.	108,65±1,03	110,2±0,99
		ДАД, мм рт. ст.	65,81±0,74	64,87±0,64
		АППК, мОм	48,32±2,34	93,53±4,95
		АПА, мОм	261,62±3,13	251,0±3,6
	Мальчики (n=119)	САД, мм рт. ст.	111,89±0,83	108,87±0,9
		ДАД, мм рт. ст.	66,0±0,79	64,8±0,35
		АППК, мОм	59,39±4,05	108,2±4,95
		АПА, мОм	250,62±7,51	203,07±5,71

( $p < 0,05$ ); в группе среднего школьного возраста — с  $419,81 \pm 6,52$  до  $475,8 \pm 11,44$  усл. ед. ( $p < 0,0001$ ) и с  $534,62 \pm 17,89$  до  $587,8 \pm 11,47$  усл. ед. ( $p < 0,01$ ) соответственно.

У всех детей наблюдалось снижение амплитуды пульсации аорты (АПА). Учитывая отсутствие изменений ударного объема, данная динамика может свидетельствовать также о повышении ее тонуса, возможно, в результате адаптивных процессов, связанных со значительным ростом двигательной активности, изменением режима питания и распорядка дня. С другой стороны, снижение АПА может свидетельствовать о перераспределении кровотока на периферию в результате значимого снижения тонуса мелких сосудов (АППК), снижения периферического сопротивления сосудов.

У мальчиков младшего школьного возраста наблюдалось снижение показателей АД. САД снизилось с  $103,54 \pm 0,82$  до  $100,48 \pm 0,96$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ), а ДАД — с  $66,3 \pm 0,69$  до  $61,21 \pm 0,98$  мм рт. ст. ( $p < 0,0001$ ). У мальчиков более старшего возраста статистически достоверно уменьшились показатели САД. У девочек, вероятно в связи с меньшей двигательной активностью, САД достоверно не изменилось.

Наряду с выраженными изменениями тонуса мелких и крупных сосудов наблюдались сдвиги и в показателях АД. Можно полагать, что рост тренированности учащихся сопровождался адаптивными сосудистыми изменениями. Следовательно, адаптация не является простым следствием накопления структурных изменений на внутрисистемных уровнях функциональной системы. Это более многогранное явление, представляющее собой результаты реактивности и резистентности взаимоотношений между различными компонентами многоуровневого функционирования организма.

В табл. 3 приведена динамика показателей сократимости миокарда и расположения сегмента ST электрокардиограммы в I стандартном отведении у детей за время пребывания в ДОЦ.

Как видно из табл. 3, у детей старшего школьного возраста обнаружено статистически достоверное повышение ХИ у девочек на 15,4%, у мальчиков — на 10,02%. Практически у всех детей, кроме мальчиков младшего школьного возраста, отмечался рост ФВ. Более выраженное повышение показателей сократимости миокарда у детей среднего школьного возраста, возможно, связано с процессом адаптации к повышенной двигательной активности. Можно предположить и другой вариант, заключающийся в том, что повышенные физические нагрузки вызвали более выраженное увеличение ХИ в связи с высоким напряжением функционирования системы кровообращения.

Как известно, одним из показателей обеспечения кислородом миокарда и метаболизма сердечной мышцы является сегмент ST электрокардиограммы [12, 13]. Сегмент ST отражает период времени между деполяризацией и быстрой реполяризацией миокарда желудочков. Подъем сегмента ST выше изолинии более 1 мм свидетельствует о повреждении миокарда. Однако небольшое повышение, сочетающееся со смещением вверх точки, в которой сегмент ST отходит от комплекса QRS, у молодых здоровых людей может быть вариантом нормы.

Исследование динамики сегмента ST выявило, что за время пребывания в ДОЦ у детей младшего школьного возраста выявлялось статистически достоверное приближение его к изолинии ЭКГ, что свидетельствует об оптимизации метаболизма и процессов реполяризации в сердечной мышце. Изучение динамики данного показателя у детей среднего школьного возраста статистически достоверных изменений не выявило, что, возможно, связано с большей адаптированностью к мышечным нагрузкам.

Положительные изменения наблюдались не только при исследованиях в состоянии относительного покоя, но и при различных физических нагрузках, в частности оценивающих физическую подготовленность.

У девочек младшего школьного возраста наблюдалось уменьшение времени бега на 30 м с  $6,56 \pm 0,13$  до  $6,2 \pm 0,1$  с

Таблица 3

**Динамика показателей сократимости миокарда и сегмента ST  
в I стандартном отведении ЭКГ**

Возраст	Пол	Время исследования	ХИ, усл. ед.	ФВ, %	ST, мм
Младший школьный	Девочки (n=198)	До смены	42,64±1,28	69,71±0,15	0,86±0,06
		После смены	44,83±1,28	70,61±0,35	0,3±0,08
		p	>0,05	<0,02	<0,0001
	Мальчики (n=153)	До смены	35,85±1,01	68,65±0,22	1,13±0,06
		После смены	37,15±0,74	68,89±0,32	0,76±0,07
		p	>0,05	>0,05	<0,0001
Средний школьный	Девочки (n=160)	До смены	34,22±0,7	68,33±0,18	0,56±0,04
		После смены	39,49±1,8	69,87±0,15	0,5±0,06
		p	<0,01	<0,0001	>0,05
	Мальчики (n=119)	До смены	27,54±0,66	67,0±0,32	0,69±0,08
		После смены	30,3±1,17	67,86±0,28	0,69±0,06
		p	<0,05	<0,05	>0,05

( $p < 0,05$ ) (показатель отражает скоростные качества). Показатели бега 4 раза по 9 м, результаты которого позволяют судить о скорости и координационных способностях, изменились с  $12,51 \pm 0,13$  до  $11,74 \pm 0,09$  с ( $p < 0,0001$ ). Статистическая достоверность наблюдалась в изменениях количества сгибаний — разгибаний рук в упоре лежа с  $10,11 \pm 0,64$  до  $12,51 \pm 0,82$  раз ( $p < 0,05$ ). Произошло увеличение показателя гибкости — с  $9,28 \pm 0,58$  до  $7,24 \pm 0,47$  см ( $p < 0,01$ ), а дальность прыжка с места, свидетельствующая о скоростно-силовых качествах, возросла с  $139,78 \pm 1,89$  до  $153,1 \pm 1,98$  см ( $p < 0,0001$ ).

У мальчиков младшего школьного возраста не наблюдалось статистически достоверных различий в показателях быстроты и скоростно-силовых качеств. Силовая выносливость (отжимания) увеличилась с  $22,09 \pm 0,24$  до  $25,03 \pm 1,21$  раз ( $p < 0,05$ ). Улучшились показатели бега 4 раза по 9 м с  $11,87 \pm 0,12$  до  $1,38 \pm 0,09$  с ( $p < 0,001$ ). Гибкость возросла с  $7,98 \pm 0,38$  до  $6,25 \pm 0,73$  см ( $p < 0,05$ ).

У детей среднего школьного возраста, в отличие от младшего, не наблюдалось изменений показателей гибкости, что, по-видимому, связано с завершением развития данного качества и возрастными особенностями морфологических и функциональных характеристик мышечно-связочного аппарата. У девочек не было изменений показателей силовых качеств, что, несомненно, связано с отсутствием потребности их развития в данном возрасте. Однако у них увеличились показатели бега на 30 м с  $5,72 \pm 0,03$  до  $5,41 \pm 0,05$  с ( $p < 0,05$ ) и координационных способностей в беге 4 раза по 9 м с  $11,67 \pm 0,09$  до  $10,79 \pm 0,07$  с ( $p < 0,0001$ ). Данные скоростно-силовых качеств, прыжки в длину с места улучшились с  $162,26 \pm 1,87$  до  $168,81 \pm 2,5$  см ( $p < 0,05$ ).

У мальчиков возросла силовая выносливость: количество «отжиманий» увеличилось с  $31,05 \pm 1,02$  до  $34,24 \pm 1,11$  раз ( $p < 0,05$ ). Улучшились показатели бега 4 раза по 9 м с  $10,72 \pm 0,11$  до  $10,42 \pm 0,09$  с ( $p < 0,05$ ) и в прыжках с места в длину — с  $187,81 \pm 2,73$  до  $195,76 \pm 2,62$  см ( $p < 0,05$ ).

Как видно из представленных результатов, за столь короткое время (21 день) произошли значимые изменения

физической подготовленности учащихся, что, несомненно, связано с воздействием комплекса факторов. В первую очередь, это повышенная двигательная активность за счет прогулок по пересеченной местности, плавания, спортивных игр, легкоатлетических эстафет и др., что вызывает адаптивные изменения в функционировании органов и систем [14, 15] и способствует повышению уровня физической подготовленности.

Кроме того, проведенные исследования позволяют выделить показатели, которые могут являться критериями эффективности проводимых в летнем центре оздоровительных мероприятий. К таким из показателей сердечно-сосудистой системы относятся следующие: амплитуда пульсации пальца кисти — показатель периферического кровообращения; диастолическая волна наполнения сердца — косвенный показатель величины венозного притока; ФВ. Из показателей функции внешнего дыхания критерияльным может являться ЖЕЛ. Физические качества, по которым можно оценивать эффективность оздоровления в детском оздоровительном центре, — это быстрота и координационные способности (бег 4 раза по 9 м), скоростно-силовые качества (прыжки с места), а также силовая выносливость («отжимание») у детей младшего школьного возраста.

Таким образом, под воздействием комплекса рекреационных факторов в условиях летнего оздоровительного центра у детей школьного возраста наблюдается увеличение периферического кровообращения, что способствует оптимизации доставки кислорода к тканям. Пребывание детей школьного возраста в условиях летнего оздоровительного центра способствует развитию адаптивных изменений кровообращения в аорте и венозного притока. Комплекс факторов оздоровления в условиях летнего центра приводит к увеличению ЖЕЛ у девочек школьного возраста. Под воздействием комплекса рекреационных факторов в условиях летнего оздоровительного центра, в первую очередь повышенной двигательной активности, наблюдается улучшение показателей физической подготовленности, более выраженное у детей младшего школьного возраста.

## ЛИТЕРАТУРА