

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

Калюжный Е.А., Крылов В.Н., Кузмичев Ю.Г., Сабурцев А.И., Сабурцев С.А., Михайлова С.В.

*ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Арзамасский филиал, Арзамас, Россия (607220, Нижегородская обл. г. Арзамас, пр. К. Маркса, 36), e-mail: eakmail@mail.ru*

Проведено углубленное изучение антропометрических, физиометрических, гемодинамических показателей современных школьников Нижегородской области в формате статистической и биометрической аналитики. В работе представлена характеристика статистических параметров физического развития современных школьников муниципального центра. Выявленные физиологические характеристики показателей физического развития школьников неоднозначны для трактовки. Определенные в ходе исследования особенности свидетельствуют, что на фоне сохранения основных характеристик ростовых процессов детей и подростков произошли негативные изменения в морфофункциональном развитии современных школьников: дисгармоничность развития, обусловленная увеличением числа детей с избыточной массой тела, гипертонией и брадикардией. Физиологические характеристики определяют современные условия, как выходящие морфофункциональную адаптацию за рамки оптимального уровня.

Ключевые слова: физическое развитие, школьники, физиологические характеристики, секулярный тренд, биологический возраст, половое развитие, центильный метод.

## PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MODERN OF SCHOOLCHILDREN

Kalyuzhny E.A., Krylov V.N., Kuzmichev Y.G., Saburtsev A.I., Saburtsev S.A., Mikhailova S.V.

*Arzamas branch, N.I.Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, e-mail: eakmail@mail.ru*

An in-depth study of anthropometric, fiziometrisheskih, hemodynamic modern students of Nizhny Novgorod region in the format of statistical and biometric analysts. The paper presents the characteristics of the statistical parameters of the physical development of modern students of the municipal center. Identified physiological characteristics of physical development of pupils for ambiguous interpretations. Certain features of the study indicate that in the context of maintaining major characteristics of the growth processes of children and adolescents has been an adverse change in the morphofunctional development of modern schoolchildren: disharmonious development, due to the growing number of children are overweight, hypertension and bradycardia. Physiological characteristics determine the current conditions as morphofunctional adaptations go beyond the optimal level.

Keywords: physical development, students, physiological characteristics, secular trend, biological age, sexual development, centile method.

Морфофункциональные показатели являются основными маркерами здоровья, поэтому мониторинговые исследования динамики физического развития подрастающего поколения представляет собой приоритетную задачу стратегий развития России, что нашло отражение в ФЗ № 273 от 29.12.2012 г «Об образовании в РФ». Особой актуальности этим исследованиям придано в настоящее время, т.к. в XXI веке во многих странах мира отмечаются разнонаправленные тенденции изменчивости морфофункциональных показателей [12]. Современными учеными под физическим развитием детей и подростков понимается достигнутая в процессе онтогенеза степень развития у индивида комплекса морфофункциональных признаков относительно среднего для данного календарного возраста уровня выраженности этих признаков, чувствительного к любым изменениям условий среды обитания [2,3].

Физическое развитие (ФР) – уникальный показатель здоровья населения, благодаря которому можно проследить эпохальные изменения биологической природы человека и сравнительно кратковременные эффекты в отношении популяционной совокупности [5]. Динамические наблюдения за ФР детей и подростков дают возможность констатировать сдвиги в его показателях, обусловленные позитивными или негативными явлениями, происходящими в обществе и окружающей среде [6,11].

Показатели ФР детского населения являются информативным и доступным для измерения, оценки и интерпретации критерием здоровья, позволяют своевременно формировать группы риска для дифференцированного проведения профилактических и лечебно-оздоровительных мероприятий в детских коллективах.

Объективная интерпретация данных по физическому развитию возможна только при использовании современных нормативов или стандартов физического развития. При этом учитываются пространственные и временные ограничения данных нормативов, которые создаются с учетом этнической и территориальной дифференцировки, периодически должны пересматриваться через 5–10 лет.

Регулярно проводимые массовые исследования физического развития и здоровья детей и подростков Нижегородской области на базе Центра здоровья для детей города Арзамаса дают возможность на региональном уровне выявлять у школьников общие тенденции ростовых процессов, особенности морфофункциональных показателей, сформировавшиеся в условиях конкретного образа жизни и соответствующей среды обитания [8].

Реализацию приоритетной задачи образования – сохранение и укрепление здоровья учащихся, возможно только при систематическом наблюдении, изучении, обобщении и анализе возрастных особенностей роста и развития детей и подростков [4,9].

**Цель исследования** – выявить физиологические характеристики морфофункционального развития школьников г. Арзамаса для разработки методических рекомендаций по мониторингу физического развития.

### **Материалы и методы**

Оценку физического развития 3376 городских школьников г. Арзамаса Нижегородской области (1271 мальчиков и 1205 девочек) проводили генерализующим методом на базе Центра здоровья для детей г. Арзамаса и научно-исследовательской лаборатории «Мониторинг физического здоровья учащихся всех ступеней образования» Арзамасского филиала ННГУ им. Н.И. Лобачевского. При проведении антропометрических обследований использовалась унифицированная методика, включающая измерение и анализ тотальных размеров тела: длина (ДТ) и масса тела (МТ), окружность грудной клетки (ОГК); физиометрических: динамометрия правой и левой кисти (ДПК и ДЛК), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), арте-

риальное систолическое и диастолическое давление (САД и ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС); соматоскопических показателей: число постоянных зубов (ЧПЗ), степень развития вторичных половых признаков (ВПП) [4,10]. Формирование баз данных проведенных исследований осуществили в программе EXCEL-2003.

### **Результаты и их обсуждение**

Абсолютные значения средних величин морфологических и функциональных показателей увеличиваются с возрастом. Средние показатели ДТ у мальчиков и девочек 7 лет составили 124,28 см и 122,93 см, а в 17 лет соответственно 176,24 см и 164,37 см. Среднестатистические величины массы тела МТ у мальчиков от 7 до 17 лет возросли с 24,5 кг до 68,8 кг., у девочек соответственно с 23,9 кг до 56,8 кг. Средние показатели ОГК в 7-летнем возрасте у мальчиков 61,2 см и у девочек 57,6 см, а в 17 лет – 87,0 см и 83,2 см соответственно.

Гендерные признаки развития показали различия и характерные особенности соотношений ДТ и МТ мальчиков и девочек. Однако обращает внимание тот факт, что достоверные различия отсутствуют по ведущим соматометрическим показателям у мальчиков и девочек в возрасте с 7–13 лет ( $p > 0,05$ ). Отчетливые проявления полового диморфизма по ДТ отмечены лишь с 13 лет, а по МТ с 14 лет.

Как проявление полового диморфизма, в возрастной динамике основных антропометрических признаков имеет место двойной перекрест ростовых кривых, связанный с разными сроками вступления в процессы полового созревания мальчиков и девочек. Первый перекрест ростовых кривых ДТ, когда девочки опережают рост мальчиков, приходится на 10 лет, а в возрасте 13 лет выявляется выраженное повышение ДТ у мальчиков – второй перекрест ростовых кривых. По МТ перекресты ростовых кривых составили 10,5 и 11,5 лет, по ОГК 10,5 и 12,5 лет соответственно.

Существенными характеристиками роста и развития школьников являются функциональные показатели организма, которые изменяются аналогично тотальным размерам тела – ЖЕЛ, ДПК и ДЛК, увеличение которых наблюдали до 17 лет. В ходе онтогенеза ЖЕЛ у мальчиков нарастает в 1,9 раза, у девочек в 1,6 раза. Сходные закономерности прослежены по показателям динамометрии правой и левой кистей рук: ДПК у мальчиков увеличивается в 2,6 раза, у девочек в 2,1 раза. Отмечены гендерные различия в величинах ЖЕЛ с 10 летнего возраста, по ДПК, ДЛК во всем возрастном диапазоне 7–17 лет ( $p < 0,001$ ). Во всех исследуемых группах – у мальчиков физиометрические показатели более высокие, чем у девочек. Рост физиометрических показателей более выражен у мальчиков [1].

Анализ гемодинамических параметров показал урежение ЧСС с возрастом: у мальчиков от 86,8 ударов в минуту в 7 лет до 76,8 ударов в минуту в 17 лет и у девочек от 88,5 ударов в минуту в 7 лет до 78,3 ударов в минуту в 17 лет. У девочек во всех возрастных группах

ЧСС выше, чем у мальчиков, а в возрастных группах 9–13 лет это подтверждается статистикой ( $p < 0,05$ ).

Для характеристики соматометрического и физиометрического статуса современных школьников использовали стандартные методы непараметрического центильного анализа. За эталонные значения приняли результаты исследований 2011 года, которые явились основой последнего действующего стандарта [7].

Анализ физического развития школьников на основе центильного распределения показал отклонения от эталона в распределении тотальных размеров тела. Современных школьников отличают диаметрально противоположные расслоения асимметрии распределения оценок ДТ, МТ и индекса Кетле-2 (ИК-2) с превышающим эталон представительством школьников с повышенной и высокой, а также пониженной и низкой ДТ, МТ и ИК-2 (табл.1).

Таблица 1

Центильное распределение показателей физического развития школьников, %

Ц.И.	Эталон %	Длина тела			Масса тела			ИК-2		
		♂	♀	Все	♂	♀	Все	♂	♀	Все
1	3	5,3	4,4	4,9	3,9	3,2	3,6	4,7	4,5	4,6
2	7	8,9	9,6	5,6	5,8	5,7	5,8	3,4	4,7	4,1
3	15	15,2	15,8	15,8	12,3	15,6	13,8	9,6	13,2	11,2
4	25	21,2	27,5	27,5	19,5	25,3	22,1	20,3	20,6	20,4
5	25	24,6	18,9	18,9	24,4	19,6	22,2	26,2	25,1	25,7
6	15	15,1	14,2	14,1	16,2	15,9	16,1	15,9	15,9	15,9
7	7	6,3	5,6	5,6	9,8	8,8	9,3	7,7	6,8	7,3
8	3	3,4	4,0	4,1	8,1	5,9	7,1	12,2	9,2	10,8
Статистика:		$\chi^2 = 18,92$ ; $c/c = 7$ ; $P = 0,009$			$\chi^2 = 22,12$ ; $c/c = 7$ ; $P = 0,002$			$\chi^2 = 14,2$ ; $c/c = 7$ ; $P = 0,475$		

Особенностью распределения оценок ИК-2 является большая доля школьников с очень высокими значениями (в 3 раза выше эталона), что свидетельствует о выраженном избытке массы тела у 10,8 % детей с сохранением значимых гендерных различий для всех распределений изучаемых показателей. Результаты групповой оценки физического развития показали более низкую, по сравнению с эталоном, долю школьников с нормальным развитием (табл. 2).

Таблица 2

Распределение школьников по группам физического развития, % / абс. знач.

Группы физического развития	Эталон	Доля школьников, %		
	%	♂	♀	Все
1. Нормальное физическое развитие	75,2	66,2 / 752	69,4 / 654	67,7 / 1406
Отклонение в развитии:				
2. Повышенная и высокая МТ	9,4	18,4 / 209	13,5 / 127	16,2 / 336
3. Сниженная и низкая МТ	9,4	6,8 / 77	8,6 / 81	7,6 / 158
4. Высокая ДТ	3	3,3 / 60	4,1 / 41	3,7 / 101
5. Низкая ДТ	3	5,3 / 38	4,4 / 39	4,8 / 77

Статистика:	$\chi^2= 12,53$ c/c= 4 P= 0,013
-------------	---------------------------------

Доля детей с отклонениями в физическом развитии превысила эталонные значения в группе с повышенной и высокой массой и низкой длиной тела. Данный факт свидетельствует о дисгармоничности развития современных школьников. Особенностью центильного распределения всех функциональных показателей у школьников является правосторонняя асимметрия с большой долей очень высоких значений (табл. 3).

Таблица 3

Центильное распределение функциональных показателей школьников, (%)

Ц.И.	Эталон %	ЖЕЛ	ДПК	ДЛК	САД	ДАД	ЧСС
1	3	0,8	0	0	0,7	0,9	10,1
2	7	3,3	0,2	0	0,6	1,1	7,8
3	15	12,6	0,9	0,6	7,0	5,2	18,4
4	25	26,9	4,3	2,9	9,3	11,4	22,3
5	25	34,0	9,1	10,5	29,4	30,5	21,1
6	15	13,4	22,0	24,5	25,7	15,4	10,4
7	7	6,9	31,7	33,6	10,4	10,5	2,9
8	3	2,1	31,8	27,9	17,0	25,1	6,9
Всего:		100	100	100	100	100	100
Гендерные различия P =		0,233	0,011	0,001	0,002	0,308	0,304

Более чем у 85 % детей динамометрия правой и левой кисти рук оценивается как повышенная, высокая и очень высокая, со значимыми гендерными различиями ( $\chi^2=16,61$ ;  $p=0,011$  и  $\chi^2=22,14$ ;  $p=0,001$  соответственно). У каждого второго школьников отмечена склонность к гипертензии и у 20 % – склонность к тахикардии. Гендерные различия оказались значимыми для САД ( $\chi^2=22,83$ ;  $p=0,002$ ) и не значимыми для (ДАД  $\chi^2=8,29$ ;  $p=0,308$  и ЧСС  $\chi^2=8,34$ ;  $p=0,304$ ). Особенностью распределения оценок ЖЕЛ является уменьшение крайних вариантов в пользу оптимальных значений, преимущественно с большей долей у мальчиков 61,9 % и у девочек 59,8 % ( $\chi^2=9,29$ ;  $p=0,233$ ). Выявленная значимая дисгармония физического развития в сочетании с оптимальными значениями ЖЕЛ можно расценивать как проявление напряжения адаптации у детей – жителей городского центра областного подчинения – Арзамас.

Биологический возраст определяли по ведущим критериям, имеющим высокую информационную значимость в школьном возрасте – развитию постоянных зубов (ЧПЗ) и половой зрелости (ПЗ). Анализ и изучение возрастно-половой зрелости по ЧПЗ показали, что максимальный темп прорезывания отмечается у мальчиков 10–13 и у девочек в возрасте 9–12 лет, после 13 лет темпы прироста числа постоянных зубов резко снижается (табл. 4).

Таблица 4

Показатели биологической зрелости школьников

Возраст	N	число постоянных зубов, M ± σ	N	Показатели полового развития, баллы
Мальчики				
7 лет	141	8,13 ±2,51	147	P 0Ax 0
8 лет	157	11,39 ±3,10	157	P 0Ax 0
9 лет	178	13,89 ±2,64	161	P 0Ax 0
10 лет	176	16,61 ±3,06	137	P 0Ax 0
11 лет	120	20,53 ±4,24	161	P 0-1Ax 0
12 лет	155	23,94 ±2,52	186	P 0-1 Ax 0-1
13 лет	139	26,97 ±2,42	147	P 1-2 Ax 0-2
14 лет	136	28,08 ±1,44	148	P 1-3 Ax 0-3
15 лет	116	28,63 ±1,08	187	P 2-3 Ax 1-3
16 лет	108	27,25 ±4,24	182	P 2-3 Ax 1-3
17 лет	115	28,93 ±0,59	142	P 3 Ax 2-3
Девочки				
7 лет	138	9,24 ±2,84		Ma 0 P 0Ax 0 Me 0
8 лет	127	12,27 ±2,77		Ma 0 P 0Ax 0 Me 0
9 лет	123	14,97 ±2,68	134	Ma 0 P 0Ax 0 Me 0
10 лет	182	18,66 ±3,43	138	Ma 0-1 P 0-1 Ax 0-1 Me 0
11 лет	142	21,45 ±3,22	151	Ma 0-1 P 0-1 Ax 0-1 Me 0
12 лет	158	24,63 ±2,42	190	Ma1-2 P0-2 Ax0-1 Me 0
13 лет	130	26,53 ±2,37	141	Ma1-3 P1-2 Ax0-2 Me0-2
14 лет	133	28,21 ±0,96	142	Ma2-3 P2-3 Ax2-3 Me0-3
15 лет	116	28,75 ±0,45	166	Ma2-3 P2-3 Ax2-3 Me2-3
16 лет	101	28,75 ±0,46	177	Ma2-3 P3 Ax2-3 Me2-3
17 лет	119	28,94 ±0,52	176	Ma2-3 P3Ax2-3 Me2-3

Коэффициент вариации показывает выраженную вариабельность ЧПЗ у мальчиков и девочек в возрасте 9–13 лет; присутствие значимой возрастно-половой дифференциации (возраст: F= 730,9; p=0,000; пол: F= 10,4;p=0,001).

Начало и продолжительность пубертатного периода варьирует в зависимости от пола. Половое развитие современных девочек начинается с развития молочных желез, которое отметили у 15 % девочек в 10-ти летнем возрасте, далее на год позже начинает развиваться оволосение лобка и подмышечных впадин, появление менархе.

В 12 лет у 86,1 % девочек имела место 1–2 стадия развития молочной железы, у 87,8 % девочек – 1–2 стадии развития оволосения лобка и у 50,2 % – оволосение подмышечных впадин. К 14 годам большинство девочек имели 2–3 стадии развития молочной железы, оволосения лобка и оволосение подмышечных впадин. Ведущим критерием полового созревания является возраст первой менархе, с появлением которой в организме девочек начинается циклическое функционирование системы гипоталамус – гипофиз – яичники, отражающие переломный момент в созревании организма. Средний возраст Me составил – 13,12 ± 1,55 г.

Наблюдение за развитием вторичных половых признаков у мальчиков по ВПП – оволосение лобка (P) и оволосение подмышечных впадин (Ax), показало, что у современных мальчиков половое развитие начиналось в 11 летнем возрасте с оволосения лобка и подмышечных впадин, оволосение лобка у 86,4 % мальчиков определилось к 15 годам. В 16 лет все мальчики имели 2–4 стадию оволосения подмышечных впадин.

Индивидуальное половое созревание, как по срокам начала, так и по длительности, у подростков может значительно варьировать. Развитие вторичных половых признаков приурочено к определенному паспортному возрасту и происходит в строгой последовательности, нарушение которой может свидетельствовать об отклонениях в нормальном ходе развития и служит основой диагностики серьезных нейроэндокринных нарушений. Сравнительный анализ позволяет говорить о сохранении последовательности появления ВПП у мальчиков и девочек Арзамаса. Полученные данные позволяют говорить о том, что выявленные возрастно-половые закономерности полового созревания изученного контингента в целом типичны для современных городских школьников.

### **Заключение**

Полученные данные показателей физического развития школьников неоднозначны для трактовки. Выявленные особенности свидетельствуют, что на фоне сохранения основных характеристик ростовых процессов детей и подростков произошли негативные изменения в морфофункциональном развитии современных школьников, а именно: выраженная дисгармонизация развития особенно за счет увеличения числа детей с избытком массы тела, гипертензии и брадикардии, в результате чего морфофункциональная адаптация выходит за рамки оптимальной.

Полученные данные свидетельствуют об изменениях в физическом развитии как на уровне индивидуума, так и на популяционном уровне, и обусловлены стремительным увеличением числа и изменением соотношения факторов, влияющих на рост и развитие. Это диктует необходимость дальнейшего изучения комплекса факторов, влияющих на рост и развитие школьников в современных условиях.

### **Список литературы**

1. Балыкин М.В., Зайнеева Р.Ш., Каманина Т.В., Платонов А.С. Влияние гипоксической тренировки на кислородтранспортную функцию крови у лиц первого и второго зрелого возраста // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2013. – № 29. – С. 18-28.
2. Баранов А.А., Кучма В.Р., Скоблина Н.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2008. – 216 с.
3. Димитриев Д.А., Карпенко Ю.Д. Современные проблемы изучения физиологии развития организма // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 2. – С. 26-31.

4. Комплексная оценка физического развития школьников: методические указания / Е.А. Калюжный, Ю.Г. Кузмичев, С.В. Михайлова [и др.]. – НГГМА, АГПИ 2012. – 80с.
5. Муравьев В.А., Назарова Н.Н. Гармония физического развития и здоровья детей и подростков. – М.: Изд-во ДРОФА, 2009. – 128 с.
6. Островский М.А., Зефилов А.Л., Нигматуллина Р.Р. Избранные лекции по современной физиологии // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2009. – Т. 95, № 6. – С. 667-669.
7. Оценка физического развития детей и подростков г. Нижнего Новгорода: методические указания / Е.С. Богомоллова [и др.]. – Н.Новгород: Изд. НижГГМА, 2011. – 80 с.
8. Оценка физического развития детей, подростков и студентов. – URL: <http://www.health-control.ru>. Дата обращения: 1.12.2013.
9. Постановление Правительства РФ № 916 от 29.12.2001 г. «Об общероссийской системе мониторинга состояния физического здоровья населения, физического развития детей, подростков и молодежи».
10. Приказ Мин-ва РФ № 621 от 30.12.2003 г. «О комплексной оценке состояния здоровья детей».
11. Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Звездина И.В. Состояние здоровья и физическая активность современных подростков // Гигиена и санитария. – 2002. – № 3. – С.52-55.
12. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации: Сб. мат-лов (выпуск VI) / Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. – М.: Изд-во «ПедиатрЪ», 2013. – 192 с.

**Рецензенты:**

Лавров А.Н., д.м.н., профессор, гл. врач, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Нижегородской области «Центральная городская больница города Арзамаса», г. Арзамас.

Веселов А.П., д.б.н., профессор, декан биологического факультета Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород.