

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ, КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА И УРОВЕНЬ ДГЭА У ДЕТЕЙ 9-15 ЛЕТ В ПЕРИОД ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

И.В. Ермакова¹, Т.И. Бурая, Н.Б. Сельверова
ФГНУ «Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва

Выявлены закономерности физического развития и компонентного состава тела у детей 9-15 лет в период полового созревания по данным антропометрии и биоимпедансометрии. Показано, что у мальчиков во время пубертата, по сравнению с девочками, более интенсивно увеличивается длина тела и безжировой компонент массы тела. Жировая масса тела у детей во время роста и развития изменяется разнонаправлено: у мальчиков с возрастом с возрастом относительная жировая масса снижается, у девочек растёт. Между показателями физического развития, стадией пубертата и уровнем ДГЭА существует тесная связь.

Ключевые слова: дети, физическое и половое развитие, компоненты массы тела, биоимпедансный анализ, дегидроэпиандростерон.

Physical development component analysis of body composition and DHEA level in children 9-15 years during puberty. *Parameters of physical development and body composition in children 9-15 years according to data anthropometry and bioimpedance analysis was studied. It was shown that the length and lean body mass are more intensive in boy compared to girl in puberty. Body fat varies in different directions during growth and development: the relative fat mass decreases in boys and increases in girls. There are strong correlations between parameters of physical development, the stage of puberty and DHEA levels.*

Keywords: children, physical development, puberty, body mass, bioimpedance analysis, dehydroepiandrosterone.

Половое созревание – динамичный период развития, связанный с метаболическими и гормональными сдвигами, а также с быстрым изменением размеров тела и его компонентного состава [30]. Обычно физическое развитие оценивают антропометрическим методом. В последние годы для оценки компонентного состава тела в скрининговых [5] и клинических исследованиях [6, 28] широко применяется биоимпедансный анализ. Эндокринной системе принадлежит особая роль в регуляции роста и развития. Гормоны способствуют усилению обменных процессов, интенсификации ростовых процессов, созреванию органов и систем. Поэтому представляется актуальным изучение закономерностей физического развития в пубертате, определение гормонального статуса и выявление взаимосвязи между ними.

Цель настоящего исследования – оценить физическое развитие, компонентный состав тела и уровень дегидроэпиандростерона у детей 9-15 лет разного биологического возраста.

Контакты: ¹ Ермакова И.В., E-mail: <ermek61@mail.ru>

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящем исследовании принимали участие 196 учащихся одной из общеобразовательных школ г. Москвы (82 девочки и 114 мальчиков), практически здоровых, в возрасте от 9 до 15 лет. Данные были получены в 2010 г. сотрудниками лаборатории возрастной эндокринологии ИВФ РАО.

Возраст испытуемых определяли по принципу: 9-летними считали детей от 8 лет 6 месяцев до 9 лет 5 месяцев 29 дней и т. д. [15]. Средний возраст испытуемых – $11,79 \pm 0,13$ лет. Массу тела измеряли на электронных весах Tanita (модель BC-571, Япония) с точностью до 50 г. Длину тела определяли с использованием штангового антропометра GPM (Швейцария). Индекс массы тела (ИМТ) вычисляли как отношение массы тела (кг) к квадрату длины тела (m^2).

Компонентный состава тела оценивали биоимпедансным методом на анализаторе ABC-01 «Медасс» (Россия) по общепринятой схеме [14]. Этот биофизический метод основан на измерении электрического сопротивления тканей – импеданса, по величине которого с помощью специальных формул программного обеспечения прибора оценивается безжировая, жировая, активная клеточная и скелетно-мышечная масса, а также количество общей и внеклеточной жидкости [4, 11]. Переменный низкоамплитудный ток не оказывает отрицательного воздействия организм [11], что позволяет проводить мониторинг состава тела, а в сочетании с неинвазивностью и технической простотой, делает его незаменимым при обследовании детей и подростков.

Уровень биологической зрелости определяли по степени развития вторичных половых признаков, используя методику Сельверовой Н.Б.

Содержание надпочечного андрогена – дегидроэпиандростерона (ДГЭА) в слюне определяли иммуноферментным методом (ИФА), используя стандартные диагностические наборы фирмы DRG International, Inc. Оптическую плотность и значения концентрации гормона определяли на ИФА-анализаторе «Униплан». Концентрацию ДГЭА выражали в пг/мл.

Статистическую обработку проводили с помощью программы SPSS.13. Достоверность различий изучаемых параметров между группами оценивали с помощью критерия Стьюдента. Также использовали корреляционный анализ (коэффициент Пирсона), описательную статистику. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У детей 9-15 лет одним из важных показателей биологического развития является степень полового созревания. Как правило, инициация пубертата у девочек происходит в возрасте 9-11 лет, у мальчиков – в 10-13 лет [2], что зависит как от генетических [27, 37], так и от внешних факторов [34]. Критерием начала полового развития девочек считается появление железистой ткани молочных желёз, а мальчиков – увеличение объёма тестикул [36].

Испытуемые девочки находились на I-III и V стадиях полового созревания. Средний возраст школьниц, находящихся на I стадии – допубертатной ($n=16$), был $9,88 \pm 0,15$ лет. На II стадии полового созревания ($n=15$) средний возраст девочек

был $10,60 \pm 0,21$ лет, половая формула – $Ma_{1-2} P_0 Ax_0 Me_0$; на III стадии ($n=21$) – $11,24 \pm 0,84$ лет, $Ma_{1-3} P_{1-3} Ax_0 Me_0$; на V стадии ($n=30$) – $13,90 \pm 0,19$ лет, $Ma_{3-4} P_{2-4} Ax_{1-2} Me_{11-13}$ лет. Средний возраст menarche у школьников – $11,96 \pm 0,14$ лет.

Мальчики находились на I-IV стадии пубертата. Средний возраст мальчиков, находящихся на I стадии – допубертатной ($n=43$), был $10,21 \pm 0,13$ лет, на II стадии полового созревания ($n=31$) – $11,19 \pm 0,91$ лет, на III стадии ($n=18$) – $13,33 \pm 0,23$ лет, половая формула $P_{1-4} Ax_0$; на IV стадии ($n=22$) – $14,27 \pm 0,15$ лет, половая формула $P_{1-5} Ax_{1-3}$. Наши данные свидетельствуют о том, что закономерности полового созревания школьников, участвующих в исследовании, не противоречат результатам исследования других авторов [1, 10, 12, 19, 22, 23, 31].

Антропометрические данные, полученные у детей 9-15 лет в зависимости от половой зрелости, представлены в таблице 1.

Таблица 1

*Антропометрические показатели у детей 9-15 лет
разного биологического возраста ($M \pm m$)*

стадия	кол-во, n	возраст, лет	длина тела, см	масса тела, кг	индекс массы тела, кг/м ²
м а л ь ч и к и					
I	43	$10,21 \pm 0,13$	$140,91 \pm 0,88$	$37,25 \pm 1,37$	$18,50 \pm 0,53$
II	31	$11,19 \pm 0,16$	$146,92 \pm 0,99$	$39,77 \pm 1,26$	$18,38 \pm 0,50$
III	18	$13,33 \pm 0,23$	$161,63 \pm 1,95$	$55,03 \pm 3,99$	$20,75 \pm 1,13$
IV	22	$14,27 \pm 0,15$	$170,42 \pm 1,40$	$65,19 \pm 2,26$	$22,39 \pm 0,72$
все	114	$11,75 \pm 0,17$	$151,51 \pm 1,23$	$46,10 \pm 1,43$	$19,58 \pm 0,36$
д е в о ч к и					
I	16	$9,88 \pm 0,15$	$138,97 \pm 1,19$	$35,36 \pm 2,16$	$18,27 \pm 0,98$
II	15	$10,60 \pm 0,21$	$142,55 \pm 1,21$	$36,61 \pm 2,14$	$18,41 \pm 0,95$
III	21	$11,24 \pm 0,27$	$149,49 \pm 0,50$	$40,95 \pm 2,03$	$18,39 \pm 0,82$
V	30	$13,90 \pm 0,19$	$161,25 \pm 1,13$	$55,30 \pm 1,87$	$21,14 \pm 0,61$
все	82	$11,83 \pm 0,21$	$150,47 \pm 1,18$	$44,32 \pm 1,39$	$19,38 \pm 0,42$

Видно, что по мере созревания происходит прогрессивное увеличение тотальных размеров тела. Так, длина тела у мальчиков, находящихся на I стадии полового созревания, составила $140,91 \pm 0,88$ см, а на IV стадии – $170,42 \pm 1,40$ см, т. е. увеличилась на 29,51 см (20, 94 %). У девочек длина тела увеличилась на 22,28 см (16,03 %) от $138,97 \pm 1,19$ см (I стадия) до $161,25 \pm 1,13$ см (V стадия). Сравнительный анализ показал, что на допубертатной стадии развития мальчики не отличаются от девочек по величине длины тела, а по мере созревания они обгоняют своих сверстниц по данному показателю ($p < 0,01$ на II и $p < 0,0001$ на III стадии пубертата). Интенсивный рост в период пубертата объясняется активацией гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы, совместно с осью соматотропин/инсулиноподобный фактор роста-I. Средняя величина массы тела у мальчиков от I к IV стадии полового созревания увеличилась от $37,25 \pm 1,37$ кг до $65,19 \pm 2,26$ кг, т. е. на 75,01 %; у девочек – с $35,36 \pm 2,16$ кг (I стадия) до $55,30 \pm 1,87$ кг (V стадия), т. е. на 56,39 %. Однако

достоверные различия по данному показателю между полами наблюдаются только с III стадии пубертата ($p < 0,01$). От допубертатного периода к IV-V стадии полового созревания как у мальчиков, так и у девочек наблюдается достоверное увеличение окружности бёдер (ОБ) ($p < 0,0001$), а значимое увеличение окружности грудной клетки (ОГК) и талии (ОТ) характерно только для мальчиков ($p < 0,001$ и $p < 0,003$, соответственно). От I к IV-V стадии пубертата как у мальчиков, так и у девочек наблюдается снижение отношения ОТ/ОБ ($p < 0,0001$), но значимое различие между полами наблюдается только на III стадии ($p < 0,004$). ИМТ прогрессивно растёт у представителей обоих полов, но различия между ними статистически недостоверны. Проведённый анализ показал, что данные по величине тотальных размеров тела детей и подростков, полученные в настоящем исследовании, согласуются с результатами других авторов [8, 13, 15].

В таблице 2 представлены значения биоэлектрических параметров и компонентов состава тела у детей и подростков 9-15 лет.

Таблица 2

Биоэлектрические параметры и показатели состава тела у детей 9-15 лет разного биологического возраста ($M \pm m$)

показатель	вся группа	стадии полового созревания			
		I	II	III	IV
м а л ь ч и к и					
АС, Ом	620,56±9,10	675,14±8,68	644,68±17,98	583,11±20,02	510,54±12,19
РС, Ом	66,43±0,79	69,60±1,10	69,33±1,19	61,18±1,78	60,42±2,04
ФУ, град.	6,12±0,07	5,90±0,07	6,03±0,08	6,03±0,11	6,78±0,23
ЖМ, кг	9,72±0,55	8,38±0,78	8,34±0,72	11,78±1,84	12,62±1,42
БМТ, кг	36,32±1,03	28,66±0,67	31,44±0,69	43,24±2,40	52,49±1,40
СММ, кг	20,09±0,63	14,87±0,35	17,36±0,44	24,81±1,07	30,27±0,76
АКМ, кг	19,83±0,64	15,22±0,36	16,94±0,43	23,33±1,41	30,08±1,11
ОЖ, кг	26,61±0,76	21,04±0,49	23,02±0,50	31,65±1,76	38,43±1,03
ВКЖ, кг	16,48±0,42	13,44±0,33	14,51±0,31	19,91±1,04	22,42±0,63
д е в о ч к и					
	вся группа	I	II	III	V
АС, Ом	679,17±9,49	727,94±19,11	720,87±19,11	669,33±17,37	639,20±13,00
РС, Ом	71,24±1,07	77,82±2,13	72,54±2,37	66,90±2,04	70,13±1,70
ФУ, град.	6,04±0,09	6,19±0,29	5,81±0,13	5,71±0,09	6,30±0,17
ЖМ, кг	11,14±0,66	9,00±1,38	9,14±1,16	8,99±1,14	14,93±1,06
БМТ, кг	33,29±0,84	26,39±0,92	28,05±1,21	32,21±1,16	40,36±1,01
СММ, кг	16,69±0,41	12,94±0,39	13,94±0,53	16,52±0,58	20,18±0,42
АКМ, кг	17,93±0,50	14,37±0,65	14,83±0,75	16,77±0,59	22,21±0,65
ОЖ, кг	24,25±0,60	19,41±0,68	20,54±0,88	23,59±0,84	29,14±0,76
ВКЖ, кг	15,39±0,38	12,04±0,48	13,29±0,51	15,53±0,58	18,14±0,51

Примечание: биоэлектрические показатели: АС – активное сопротивление, РС – реактивное сопротивление, ФУ – фазовый угол;

компоненты массы тела: ЖМ – жировая масса, БМТ – безжировая масса тела, СММ – скелетно-мышечная масса, АКМ – активная клеточная масса, ОЖ – общая вода организма, ВКЖ – внеклеточная жидкость

Видно, что по мере полового созревания происходит достоверное снижение величины активного сопротивления как у мальчиков, так и у девочек ($p < 0,0001$). При этом величина активного сопротивления у девочек выше, чем у их сверстников ($p < 0,002$). Средние значения реактивного сопротивления у мальчиков на I и II стадии практически одинаковы, а к IV стадии отмечается достоверное снижение ($p < 0,0001$). У девочек от I к III стадии пубертата реактивное сопротивление снижается ($p < 0,001$) с незначительной тенденцией к повышению на V стадии. Величина реактивного сопротивления у девочек выше, чем у их сверстников ($p < 0,05-0,0001$). Важным биоэлектрическим показателем является фазовый угол, который отражает состояние клеточных мембран и скелетных мышц. Его величина у мальчиков на I-III стадиях пубертата практически одинакова, а к IV стадии происходит её достоверный рост ($p < 0,01$). У девочек, напротив, от I к III стадии наблюдается тенденция к снижению с достоверным ростом к V стадии ($p < 0,01$).

Период полового созревания характеризуется не только гормональным взрывом и резким скачком роста, но и изменением компонентного состава массы тела, т. е. увеличением количества жировой, костной и безжировой массы. Результаты анализа компонентов массы тела у детей 9-15 лет разного биологического возраста представлены в таблице 2. Важный компонент состава тела – жировая ткань – является как метаболическим, так и эндокринным органом, продуцирующим и собственными гормонами, и биоактивные пептиды, и взаимодействующим с половыми гормонами. У девочек на допубертатной стадии жировая масса тела составила $9,00 \pm 1,38$ кг, а к V стадии пубертата достигла $14,93 \pm 1,06$ кг, т. е. увеличилась на 65,89 % ($p < 0,002$). У мальчиков также наблюдался рост жирового компонента массы тела от II к III стадии ($p < 0,05$), а потом содержание жира в организме изменялось незначительно. Сравнительный анализ процентного содержания жировой ткани показал, что у мальчиков в процессе полового созревания наблюдается тенденция к снижению доли жира в организме, а у девочек, напротив, происходит увеличение относительного содержания жировой массы. Различия между полами особенно заметны на поздних стадиях пубертата ($p < 0,0001$). Таким образом, в период полового созревания наблюдается рост жировой массы тела у представителей обоих полов, но у мальчиков её увеличение происходит медленнее, чем у девочек, что связано с одновременным быстрым увеличением безжировой массы тела. Сравнительный анализ показал, что скорость прибавки безжировой массы тела в пубертате различается между полами. У девочек тощая масса увеличилась на 52,94 %, а у мальчиков – на 83,15 %. Еще более интенсивно нарастает скелетно-мышечная масса: у девочек она увеличилась на 55,95 %, у мальчиков – на 103,56 %. Такая же закономерность характерна для активной клеточной массы (54,56 % и 97,63 %, соответственно; $p < 0,0001$), объема общей воды (50,13 % и 82,65 %) и внеклеточной жидкости организма (50,66 % и 66,81 %). Стоит отметить, что на допубертатной стадии развития компонентный состав тела у представителей обоих полов примерно одинаковый, за исключением скелетно-мышечной массы и внеклеточной жидкости, количество которых у мальчиков достоверно больше, чем у девочек ($p < 0,003$). Различия начинают проявляться со II стадии пубертата, увеличиваясь по мере роста и развития. Данные, полученные в настоящем исследовании, не противоречат результатам как отечественных [5, 8], так и зарубежных авторов [33]. Половой диморфизм состава тела наиболее сильно проявляется в пубертатном возрасте. У девочек увеличивается, главным образом, жировая масса тела, в то время

как у мальчиков в основном повышается содержание безжировой массы тела [32, 34] и скелетно-мышечной массы [25]. Процентное содержание жира в организме девочек в период полового созревания растёт, а у мальчиков – снижается [3, 7, 21, 29]. Различия в составе тела у представителей разных полов в значительной степени регулируются эндокринными факторами, главным образом, половыми стероидами. Тестостерон у мальчиков способствует увеличению мышечной массы [24], эстрогены у девочек – распределению жира [29, 35].

Известно, что дегидроэпиандростерон, продуцируемый как корой надпочечников, так и гонадами, является предшественником половых стероидов. На рис. 1 показано изменение уровня ДГЭА в зависимости от степени пубертата. У допубертатных девочек уровень ДГЭА в слюне достоверно выше, чем у их сверстников ($106,72 \pm 6,68$ пг/мл против $62,80 \pm 7,78$ пг/мл; $p > 0,04$). Ко II стадии уровень надпочечного стероида у девочек значимо снижается, а затем прогрессивно растёт, достигая уровня $302,55 \pm 48,28$ пг/мл к V стадии пубертата. Аналогичную закономерность наблюдали А. Vlogowska и др. [18]: сначала снижение уровня ДГЭА-С, а затем значительное повышение к возрасту menarche. У мальчиков, напротив, происходит прогрессивное повышение уровня ДГЭА во время полового созревания ($p > 0,04-0,002$). Однако связь между стадией пубертата и уровнем ДГЭА в слюне у мальчиков и девочек практически одинакова ($r = 0,52-0,51$; $p < 0,01$). Также выявлена взаимосвязь между ДГЭА и тотальными размерами тела – ростом ($r = 0,48$ у мальчиков и $r = 0,42$ у девочек) и весом ($r = 0,51$ и $r = 0,35$, соответственно) и компонентами массы тела: БМТ ($r = 0,56$ и $r = 0,39$), СММ ($r = 0,52$ и $r = 0,41$) и АКМ ($r = 0,57$ и $r = 0,43$) при $p > 0,01$.

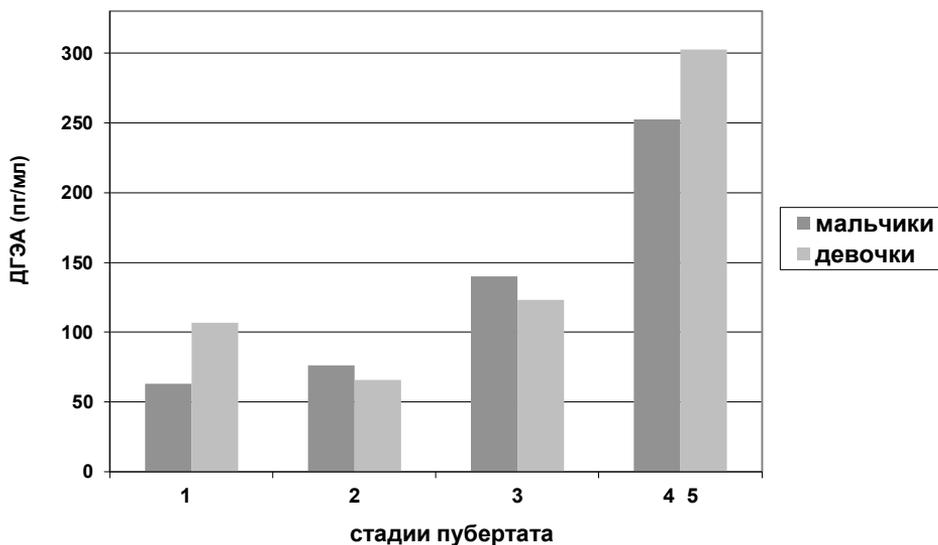


Рис. 1. Уровень ДГЭА у детей 9-15 лет разного биологического возраста.

Для изучения связей между показателями физического развития и состава тела был проведён корреляционный анализ. Как и следовало ожидать у представителей обоих полов тесные связи наблюдаются между длиной тела и безжировой массой ($r=0,92$ у мальчиков и $r=0,85$ у девочек), скелетно-мышечной массой ($r=0,96$ и $r=0,90$) и активной клеточной массой ($r=0,89$ и $r=0,79$) при $p<0,01$, а индекс массы тела с жировой массой ($r=0,92$ и $r=0,92$; $p<0,01$). Такую же взаимосвязь наблюдали у 10-16-летних детей [8] и у 16-21-летних юношей и девушек [9].

Также был проведён корреляционный анализ между степенью полового созревания и показателями физического развития, установленными антропометрическим и биоимпедансным методами. Оказалось, что стадия пубертата у мальчиков коррелирует с длиной и массой тела ($r=0,87$ и $r=0,71$; $p<0,01$) и со всеми компонентами массы тела: БМТ, СММ и АКМ ($r=0,81-0,88$ при $p<0,01$). У девочек стадия полового созревания коррелирует с длиной и массой тела ($r=0,84$ и $r=0,67$ при $p<0,01$), а также со всеми компонентами массы тела ($r=0,73-0,80$ при $p<0,01$). Примечательно, что корреляция между стадией пубертата и жировой массой тела у девочек теснее, чем у мальчиков ($r=0,43$ против $r=0,29$; при $p<0,01$).

В последние годы наблюдается значительный рост детей и подростков, страдающих избыточным весом или ожирением. Около 80 % таких детей становятся тучными взрослыми. Как известно, ожирение является фактором риска, способствующим развитию гипертонии и сахарного диабета [28]. В педиатрической практике для оценки ожирения обычно используют ИМТ. Данный показатель у 9-15-летних мальчиков и девочек был примерно одинаковым ($19,58\pm 0,36$ кг/м² и $19,29\pm 0,41$ кг/м², соответственно). Согласно величине ИМТ 11 мальчиков и 14 девочек имели избыточную массу тела, а ожирением страдали 10 детей (равное число мальчиков и девочек). Методом биоимпедансометрии определили относительную жировую массу, величина которой у девочек была больше, чем у их сверстников ($23,44\pm 0,80$ % против $20,14\pm 0,70$ %; $p<0,001$). Оказалось, что 17 мальчиков и 12 девочек имели высокие значения относительной жировой массы (от 28,10 % до 36,10 % и от 32,20 % до 39,50 %; соответственно). Несмотря на значимую корреляцию между ИМТ и относительным содержанием жировой ткани в организме ($r=0,68$ у мальчиков и $r=0,81$ у девочек; $p<0,01$), количество детей с ожирением, выявленное с помощью БИА в 2,8 раза выше, чем по величине ИМТ. Избыточное содержание жировой ткани при нормальных значениях ИМТ является скрытым ожирением, выявлять которое предпочтительнее биоимпедансным методом, что подтверждают не только наши результаты, но и другие многочисленные исследования [16, 17, 20, 24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Период полового созревания является одним из ответственных этапов развития организма. У детей 9-15 лет в течение пубертата происходит изменение тотальных размеров тела, которое в большей степени выражено у мальчиков. Главным компонентом массы тела у школьников является безжировая масса, со II стадии начинается её прогрессивное увеличение. Содержание в организме тощей массы тела, также как и жирового компонента зависит от половой принадлежности. У мальчиков, по сравнению с девочками, быстрее происходит прибавка безжировой массы

тела. Относительная жировая масса у мальчиков в пубертате снижается, а у их сверстниц увеличивается.

Уровень надпочечного андрогена – ДГЭА в слюне растёт от I к IV-V стадии полового созревания. Между компонентным составом тела, физическим развитием и содержанием ДГЭА в слюне, а также стадией полового созревания выявлена тесная корреляционная взаимосвязь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолова, Е.С. Физическое развитие современных школьников Нижнего Новгорода / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Т.В. Бадеева [и др.] // Медицинский альманах. – 2012. – Т. 22, № 3. – С. 193-198.

2. Дедов, И.И. Руководство по детской эндокринологии / И.И. Дедов. – М.: Универсум Паблишинг. – 2006. – 600 с.

3. Ермакова, И.В. Физическое развитие и стероидный статус московских школьников / И.В. Ермакова, Т.И. Бурая, Н.Б. Сельверова // Новые исследования. – 2012. – Т. 33, № 4. – С. 78-87.

4. Иванов, Г.Г. Биоимпедансный метод определения состава тела / Г.Г. Иванов, Э.П. Балувев, А.Б. Петухов [и др.] // Вестник РУДН, сер. "Медицина". – 2000. – № 3. – С. 66-73.

5. Козлов, В.А. Состояние физического развития детей г. Чебоксары по данным биоимпедансометрии / В.А. Козлов, Н.Н. Строгонова, А.А. Павлов [и др.] // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. – 2012. – Т. 74, № 2. – С. 78-84.

6. Коновалова, М.В. Нутритивный статус детей с онкологическими заболеваниями в состоянии ремиссии по данным биоимпедансного исследования / М.В. Коновалова, А.В. Анисимова, А.Ю. Вашура [и др.] // Онкогематология. – 2012. – № 2. – С. 42-50.

7. Корнеева, И.Т. Тренированность и компонентный состав массы тела подростков, занимающихся спортом / И.Т. Корнеева, С.Д. Поляков, Д.В. Николаев [и др.] // «Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи 2011» / Мат. II-й Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, 16-18 июня 2011 года / Под. общ. ред. С.Е. Павлова. – Сочи, 2011. – С. 137-139.

8. Мартиросов, Э.Г. Биоимпедансная оценка состава тела у детей 10-16 лет с использованием анализатора ABC-01 «Медасс» / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, Н.Д. Николаева [и др.]. – 2006. [http:// www.medass.ru](http://www.medass.ru)

9. Мишкова, Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития. Автореф. дис. ... к. б. н. – М., 2010. – 24 с.

10. Муравьева, В.Н. Значение отдельных показателей репродуктивного потенциала в комплексной оценке состояния здоровья подростков / В.Н. Муравьева, А.Б. Ходжаян, Н.А. Федько [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2012. – № 1. – С. 18-21.

11. Николаев Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д.В. Николаев, А.В. Смирнов, И.Г. Бобринская [и др.] // М.: Наука. – 2009. – 392 с.

12. Прасолова, О.В. Показатели роста и развития, как маркеры безопасности среды для учащихся инновационных образовательных учреждений / О.В. Прасолова, Л.И. Губарева // Вектор науки ТГУ. – 2012. – Т. 19, № 1. – С. 40-42.
13. Скоблина, Н.А. Результаты изучения физического развития московских и киевских школьников / Н.А. Скоблина, А.Г. Платонова // Гігієна населених місць. – 2010. – № 56. – С. 282-287.
14. Смирнов, А.В. ABC-01 «Медасс»: анализатор оценки баланса водных организма с программным обеспечением (руководство пользователя) / А.В. Смирнов, В.А. Колесникова, Д.В. Николаев [и др.] – М.: НТИЦ Медасс, 2009. – 38 с.
15. Ямпольская, Ю.А. Физическое развитие школьников – жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика скрининг-оценки: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. – М., 2000. – 76 с.
16. Aeberli, I. Waist circumference and waist-to-height ratio percentiles in a nationally representative sample of 6-13 year old children in Switzerland / I. Aeberli, M. Gut-Knabenhans, R.S. [et al.] // Swiss. Med. Wkly. – 2011. – № 1. – w13227.
17. Antal, M. Prevalence of underweight, overweight and obesity on the basis of body mass index and body fat percentage in Hungarian schoolchildren: representative survey in metropolitan elementary schools / M. Antal, S. Péter, L. Biró [et al.] // Ann. Nutr. Metab. – 2009. – V. 54. № 3. – P. 171-176.
18. Błogowska, A. Body composition, dehydroepiandrosterone sulfate and leptin concentrations in girls approaching menarche / A. Błogowska, I. Rzepka-Górska, B. Krzyzanowska-Swiniarska // J. Pediatr. Endocrinol. Metab. – 2005. – V. 18, № 10. – P. 975-983.
19. Danubio, M.E. Age at menarche and age of onset of pubertal characteristics in 6-14-year-old girls from the Province of L'Aquila (Abruzzo, Italy) / M.E. Danubio, M. De Simone, F. Vecchi [et al.] // Am. J. Hum. Biol. – 2004. – V. 16, № 4. – P. 470-478.
20. Drozd, D. Correlation between fat mass and blood pressure in healthy children / D. Drozd, P. Kwinta, P. Korohoda [et al.] // Pediatr. Nephrol. – 2009. – V. 24, № 9. – P. 1735-1740.
21. Fujii, K. Change with age in regression construction of fat percentage for BMI in school-age children / K. Fujii, T. Mishima, E. Watanabe [et al.] // J. Physiol. Anthropol. – 2011. V. 30, № 2. – P. 69-76.
22. Hernández, M. Normal physiological variations of pubertal development: starting age of puberty, menarcheal age and size / M. Hernández, R. Benítez, I. Medranda [et al.] // An. Pediatr. (Barc). – 2008. – V. 69, № 2. – P. 147-153.
23. Juul, A. Pubertal development in Danish children: comparison of recent European and US data / A. Juul, G. Teilmann, T. Scheike [et al.] // Int. J. Androl. – 2006. – V. 29, № 1. – P. 247-255.
24. Li, L. Measuring the percent body fat of overweight and obese schoolchildren in Beijing – bioimpedance analysis (BIA) / L. Li, S. Li, J. Li [et al.] // Wei. Sheng. Yan. Jiu. – 2007. – V. 36, № 2. – P. 213-215.
25. Loomba-Albrecht, L.A. Effect of puberty on body composition / L.A. Loomba-Albrecht, D.M. Styne // Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes. Obes. – 2009. – V. 16, № 1. – P. 10-15.
26. Mok, E. Assessing change in body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: anthropometry and bioelectrical impedance analysis versus dual-energy

X-ray absorptiometry / E. Mok, G. Letellier, J.M. Cuisset [et al.] // Clin. Nutr. – 2010. – V. 29, № 5. – P. 633-638.

27. Ong, K.K. Genetic variation in LIN28B is associated with the timing of puberty / K.K. Ong, C.E. Elks, S. Li [et al.] // Nat. Genet. – 2009. – V. 41, № 6. – P. 729-733.

28. Pietrzak, I. Blood pressure in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus--the influence of body mass index and fat mass / I. Pietrzak, B. Mianowska, A. Gadzicka [et al.] // *Pediatr. Endocrinol. Diabetes. Metab.* –2009. – V. 15, № 4. – P. 240-245.

29. Rogol, A.D. Sex steroids, growth hormone, leptin and the pubertal growth spurt / A.D. Rogol // *Endocr. Dev.* – 2010. – V. 17. – P. 77-85.

30. Siervogel, R.M. Puberty and body composition / R.M. Siervogel, E.W. Demerath, C. Schubert [et al.] // *Horm. Res.* – 2003. – V. 60 (Supple 1). – P. 36-45.

31. Susman, E.J. Longitudinal development of secondary sexual characteristics in girls and boys between ages 9 1/2 and 15 1/2 years / E.J. Susman, R.M. Houts, L. Steinberg [et al.] // *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* – 2010. – V. 164, № 2. – P. 166-173.

32. Syme, C. Sex differences in blood pressure and its relationship to body composition and metabolism in adolescence / C. Syme, M. Abrahamowicz, G.T. Leonard [et al.] // *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* – 2009. – V. 163, № 9. – P. 818-825.

33. Van der Sluis, I.M. Reference data for bone density and body composition measured with dual-energy x ray absorptiometry in white children and young adults / I.M. Van der Sluis, M.A.J. Ridder, A.M. Boot [et al.] // *Arch. Dis. Child.* – 2002. – V. 87. – P. 341-347.

34. Veldhuis, J.D. Endocrine control of body composition in infancy, childhood, and puberty / J.D. Veldhuis, J.N. Roemmich, E.J. Richmond [et al.] // *Endocr. Rev.* – 2005. – V. 26, № 1. – P. 114-146.

35. Wells, J.C. Sexual dimorphism of body composition / J.C. Wells // *Best. Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2007. – V. 21, № 3. – P. 415-430.

36. World Health Organization Expert Committee. Physical Status, the Use and Interpretation of Anthropometry. Geneva, Switzerland: World Health Organization. – 1995. – P. 263–311.

37. Wu, T. Ethnic differences in the presence of secondary sex characteristics and menarche among US girls: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994 / T. Wu, P. Mendola, G.M. Buck // *Pediatrics.* – 2002. – V. 110, № 4. – P. 752-757.