

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ СОСТАВА ТЕЛА ДЕТЕЙ

Т. Гурбо¹, Т. Юримяэ², Я. Юримяэ²

¹ Отдел антропологии и экологии, Институт истории
Национальной академии наук Беларуси

² Факультет физической культуры и спорта,
Центр наук о поведении и здоровье Тартуского университета, Эстония

*Цель исследования – сравнить результаты расчетов отдельных компонентов состава тела, полученные при использовании различных методов, таких как антропометрия, биоимпедансный анализ и DEXA. Метод DEXA использован как эталонный. Объект исследования – учащиеся русской гимназии г. Тарту (Эстония). Всего в апреле 2006 г. обследовано 64 ученика 8–11 лет (27 мальчиков и 37 девочек). Методы исследования включали антропометрию (измерено 38 показателей), биоимпедансный анализ и DEXA. Для расчетов компонентов состава тела использованы формулы Л.Б. Хауткупера с соавт., М.Х. Слотер с соавт. и Й. Матейки. Для выявления значимости различий использовался *t*-критерий Стьюдента. Взаимосвязи анализировались с помощью коэффициентов ранговой корреляции Спирмена. Для анализа связи антропометрических показателей с компонентами состава тела, определенными при помощи DEXA был использован множественный регрессионный анализ. Результаты исследования показали сходные данные о составе тела, полученные с использованием DEXA и различных уравнений. Жировая масса тела, рассчитанная согласно формулам Л.Б. Хауткупера с соавт. и М.Х. Слотер с соавт., получается меньше, чем в результате осуществления DEXA, формула Й. Матейки дает несколько завышенные величины. Как у мальчиков, так и у девочек больше всего отличаются от эталонных величин данные по жировой массе тела, рассчитанной при помощи формулы Л.Б. Хауткупера с соавт. (у девушек различия достигают уровня статистической значимости), меньше всего – при помощи формул М.Х. Слотер с соавт. (особенно у мальчиков) и Й. Матейки.*

Ключевые слова: состав тела детей, методы определения компонентов, антропометрия, биоимпедансный анализ, DEXA

Введение

Исследование компонентного состава тела человека – одно из динамично развивающихся направлений в современной антропологии, что связано с появлением новых инструментальных методов, новых формул для расчетов и возможностью более точного определения состава тела. В последнее время, наряду с антропометрией и биоимпедансным анализом, большое распространение, в том числе и при изучении состава тела детей и подростков, получил метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии или DEXA (от англ. dual-energy X-ray absorptiometry).

Для изучения состава тела методом DEXA используются очень слабые рентгеновские лучи.

Особенности взаимодействия рентгеновского излучения с костной, жировой и другими тканями организма обусловлены различиями их физико-химических свойств. Если с одной стороны изучаемого объекта поместить источник рентгеновского излучения, то интенсивность выходящего потока с другой стороны определяется толщиной, плотностью и химическим составом объекта. При этом облучение исследуемого меньше, чем радиационное излучение, получаемое в течение дня. Метод DEXA все чаще используется при изучении состава тела. Он быстр (на сканирование всего тела ребенка уходит 3–5 минут), прост в применении, безопасен, точен и результаты его могут быть воспроизведены [Мартиросов, Николаев, Руднев, 2006; Zemel, Barden, 2004].

Целью нашего исследования было сравнить результаты расчетов отдельных компонентов состава тела, полученные при использовании различных методов, основанных на антропометрии (калиперометрии), биоимпедансном анализе и DEXA. Метод DEXA был использован как эталонный.

Материал и методы

Объектом исследования послужили учащиеся русской гимназии г. Тарту (Эстония). Всего в апреле 2006 г. было обследовано 64 ученика 8–11 лет (27 мальчиков и 37 девочек). Предварительно дети, родители и учителя были проинформированы о целях и содержании исследования; родители учеников дали письменное согласие на обследование их детей. Все учащиеся были здоровы, относились согласно шкалы Дж. Таннера к 1 (мальчики) и 1–2 (девочки) стадиям полового созревания [Marshall, Tanner, 1986].

Антропометрические измерения проводились в первой половине дня в гимназии. Всего было зафиксировано 38 соматометрических признаков. В соответствии с общепринятой методикой все измерения осуществлялись с правой стороны. Антропометрия проводилась согласно протоколу, рекомендованному Международным обществом развития спортивной антропометрии (ISAK) [Norton, Olds, 1996] квалифицированным специалистом-антропологом. Для исключения ошибок и увеличения достоверности результатов все показатели измерялись 2–3 раза, после чего рассчитывалось среднее значение признака. Для исследования использовались следующие инструменты: металлический антропометр Мартина, электронные весы, сантиметровая лента, калипер (Slim Guide), а также специальные инструменты для измерения отдельных широтных и продольных показателей (Centurion Kit Instrumentation – Ross-craft, Surrey, BC, Canada).

Для расчета доли жировой массы тела (ЖМТ) использовались формулы М.Х. Слотер с соавт. [Slaughter et al., 1988]:

для мальчиков: $ЖМТ (\%) = 0.735 \times (КЖС \text{ на трицепсе} + КЖС \text{ на голени с внутренней стороны}) + 1.0$;

для девочек: $ЖМТ (\%) = 0.610 \times (КЖС \text{ на трицепсе} + КЖС \text{ на голени с внутренней стороны}) + 5.1$,
где КЖС – кожно-жировая складка (мм).

Масса жировой ткани вычислялась также при помощи формулы Й. Матейки [Мартиросов, Николаев, Руднев, 2006; Тегако, Саливон, 1989]:

$$ЖМТ (кг) = d \times S \times k,$$

где S – площадь поверхности тела (m^2); k – константа, равная 1.3; $d = (d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6$

$+ d_7 + d_8)/16$, где d_1, d_2 – толщина КЖС (мм) на плече (спереди и сзади), предплечье, спине, животе, бедре, голени и груди.

Помимо антропометрического обследования проводился биоимпедансный анализ компонентного состава тела тех же детей. Биоимпедансный анализ основан на разной способности тканей организма проводить электрический ток. Метод этот прост в употреблении и получил достаточно широкое распространение из-за своей доступности и возможности использования в полевых условиях для различных групп населения [Houtkooper et al., 1996]. Расчет жировой и безжировой массы тела может осуществляться по различным уравнениям [Мартиросов, Николаев, Руднев, 2006; Николаев, Мартиросов, Руднев, 2006; Zemel, Barden, 2004].

Параметры импеданса всего тела измеряли до обеда сразу же после антропометрии с использованием биоимпедансного анализатора (Multiscan 5000, Bodystat Ltd, UK) по стандартной тетраполярной методике с частотой тока 50 кГц. По результатам исследования рассчитывались безжировой и жировой компоненты массы тела. Безжировая масса тела (БМТ) вычислялась с использованием формулы Л.Б. Хауткупера с соавт. [Houtkooper et al., 1992].

$БМТ (кг) = 0.61 \times (ДТ^2/R) + 0.25 \times МТ + 1.31$,
где $ДТ$ – длина тела (м), R – активное сопротивление (Ом), $МТ$ – масса тела (кг).

Величину ЖМТ определяли как разность между массой тела и безжировой массой ($ЖМТ = МТ - БМТ$), было рассчитано также процентное содержание жирового компонента в составе тела.

Процент ЖМТ, абсолютные значения массы жирового и костного компонентов были измерены также с помощью DPX-IQ денситометра (Lunar Corp., Madison, USA) в лаборатории костной денситометрии больницы Тартуского университета. Процедура DEXA проводилась через 1–3 дня после антропометрии. Перед началом процедуры определяли основные антропометрические показатели обследуемого: длину и массу тела. Затем ребенок располагался на кушетке, где в течение нескольких минут осуществлялось полное сканирование тела обследуемого. Встроенное программное обеспечение автоматически корректировало результаты измерений с учетом плотности мягких тканей.

По результатам обследования создана компьютерная база данных. Статистическая обработка осуществлена с использованием программы Statistica 6.0. Для выявления значимых различий использовался t -критерий Стьюдента (an unpaired, two-tailed t -test). Взаимосвязи анализировались с

помощью коэффициентов ранговой корреляции Спирмена. Для анализа влияния антропометрических показателей на величины БМТ и ЖМТ, рассчитанные при помощи DEXA, был применен множественный регрессионный анализ. Значимость фиксировалась при $p < 0.05$.

Результаты исследования

Основные антропометрические параметры детей представлены в табл. 1. У обследованных детей препубертатного возраста не обнаружено статистически значимых межполовых различий по возрасту, длине и массе тела, а также по ИМТ.

В табл. 2 представлены основные результаты анализа компонентного состава тела, полученные при помощи DEXA. Достоверные ($p < 0.05$) межполовые различия выявлены только по относительному содержанию жирового компонента, во

всех остальных случаях разница не достигает статистически значимого уровня.

По данным обследованных детей были рассчитаны показатели абсолютного и относительного содержания ЖМТ, определенным на основании антропометрических данных, биоимпедансного анализа и DEXA (табл. 3).

Сравнительный анализ показал, что у мальчиков, в зависимости от примененного метода расчета, абсолютная масса жирового компонента колеблется от 7.45 до 10.04 кг, у девочек – от 8.39 до 11.72 кг. Межполовые различия варьируют в диапазоне от 0.94 (Л.Б. Хауткупер с соавт.) до 2.03 кг (DEXA), не достигая статистического уровня значимости. Используя результаты DEXA как эталонные, установлено, что абсолютная ЖМТ, определенная при помощи калиперометрии и биоимпедансного анализа, отличается от эталонной у мальчиков в пределах от -1.60 (Л.Б. Хауткупер с соавт.) до $+0.99$ кг (Й. Матейко), у де-

Таблица 1. Основные антропометрические показатели у детей русской гимназии г. Тарту (Эстония)

Показатель	Мальчики (n = 27)		Девочки (n = 37)	
	X	S	X	S
Возраст (лет)	10.3	1.0	10.3	1.0
Длина тела (см)	143.4	8.5	143.9	8.8
Масса тела (кг)	38.8	10.5	38.8	9.1
ИМТ	18.6	3.6	18.5	3.0

Таблица 2. Основные результаты анализа компонентного состава тела, полученные с использованием метода DEXA, у детей русской гимназии г. Тарту (Эстония)

Состав тела		Мальчики (n = 27)		Девочки (n = 37)	
		X	S	X	S
Жировой компонент	кг	9.05	5.97	11.08	6.00
	%	22.6	9.6	28.6*	9.4
Безжировая масса тела, кг		27.89	5.18	25.66	4.67
Общая минеральная плотность, g/cm ²		0.92	0.06	0.90	0.06
Минеральная масса костей, кг		1.37	0.28	1.32	0.31

Примечание: межполовые различия – * $p < 0.05$

Таблица 3. Показатели абсолютной и относительной жировой массы, рассчитанные с использованием различных методов, у детей русской гимназии г. Тарту (Эстония)

Состав тела	Мальчики (n = 27)		Девочки (n = 37)	
	X	S	X	S
Жировой компонент, кг:				
DEXA	9.05	5.97	11.08	6.00
Формула Л.Б. Хауткупера с соавт.	7.45	4.88	8.39	4.98
Формула Й. Матейки	10.04	6.99	11.72	6.40
Формула М.Х. Слотер с соавт.	8.56	6.48	9.98	5.15
Жировой компонент, %:				
DEXA	22.6	9.6	28.6*	9.4
Формула Л.Б. Хауткупера с соавт.	17.9	7.5	20.3	8.6
Формула Й. Матейки	23.7	10.1	28.7*	9.7
Формула М.Х. Слотер с соавт.	20.0	9.1	24.5*	7.4

Примечание: межполовые различия – * $p < 0.05$

вочек – от –2.69 (Л.Б. Хауткупер с соавт., $p < 0.05$) до +0.64 кг (Й. Матейко). Минимальные различия характерны для формулы М.Х. Слотер с соавт. у мальчиков (–0.49 кг), для формулы Й. Матейки у девочек (+0.64 кг).

Относительная ЖМТ у мальчиков варьирует в пределах 17.9–23.7%, у девочек – 20.3–28.7%. При использовании всех рассмотренных методов межполовые различия колеблются от 2.4 до 6.0%, достигая статистически значимого уровня ($p < 0.05$), за исключением результатов биоимпедансного анализа. У мальчиков наибольшие отличия от эталонного характерны для значения, полученного с помощью формулы Л.Б. Хауткупера с соавт. (–4.7%, $t = 1.95$, различия близки к достоверным), наименьшие – для формулы Й. Матейки (+1.1%). У девочек по относительному жировому компоненту максимальные отличия от значений, полученных при помощи DEXA, зафиксированы для формул Л.Б. Хауткупера с соавт. (–8.3%, $p < 0.001$) и М.Х. Слотер с соавт. (–4.1%, $p < 0.05$), минимальные отличия – для формулы Й. Матейки (+0.1%).

Коэффициенты корреляции оценок ЖМТ по DEXA с оценками на основе калиперометрии и биоимпедансного анализа оказались очень высо-

кими: 0.94–0.98 у мальчиков и 0.94–0.99 у девочек (табл. 4). Результаты других исследователей также демонстрируют высокую степень корреляции величин ЖМТ, рассчитанных на основе антропометрических данных, с результатами биоимпедансного анализа, однако степень связи была несколько ниже, чем в нашем случае [Мартирозов и соавт., 2006; Godina et al., 2007]. Сопоставление уровней взаимосвязи между величинами ЖМТ, определенными с помощью различных методов, показывает, что коэффициенты корреляции между данными калиперометрии и DEXA выше (0.97–0.99), чем между результатами биоимпедансного анализа и DEXA (0.94–0.96). Сходные выводы были получены и в других работах: коэффициент корреляции между данными по ЖМТ согласно калиперометрии и биоимпедансного анализа – 0.48, в то время как согласно калиперометрии и DEXA – 0.8 [Eliakim et al., 2000].

Значения БМТ, полученные в результате расчетов по формуле Л.Б. Хауткупера с соавт., представлены в табл. 5. У мальчиков БМТ на 1.16 кг больше, чем у девочек; различия уровня статистической значимости не достигают. Коэффициенты корреляции тощей массы тела, определенной

Таблица 4. Корреляции между оценками абсолютной жировой массы тела у детей русской гимназии г. Тарту (Эстония), полученными с использованием различных методов и формул

Метод	DEXA	М	Сл	Х
DEXA		0.98	0.99	0.96
Формула Й. Матейки (М)	0.98		0.98	0.95
Формула М.Х. Слотер с соавт. (Сл)	0.97	0.98		0.94
Формула Л.Б. Хауткупера с соавт. (Х)	0.96	0.95	0.94	

Примечание: коэффициенты корреляции (r) для мальчиков расположены ниже диагонали, для девочек – выше диагонали

по формуле Л.Б. Хауткупера с соавт., и согласно DEXA весьма велики; у мальчиков несколько выше, чем у девочек.

Для выявления связи величин ЖМТ и БМТ, рассчитанных с помощью DEXA, с комплексом антропометрических характеристик был проведен множественный регрессионный анализ, результаты которого представлены в таблице 6. Полученные данные свидетельствуют о высоком уровне множественной связи ЖМТ и БМТ с набором скелетных, мышечных и жировых размеров тела. Как и ожидалось, как у мальчиков, так и у девочек несколько меньшая степень связи определена для БМТ и КЖС. В меньшей мере по сравнению со всеми остальными антропометрическими показателями ЖМТ определяется вариабельностью скелетных размеров тела.

Обсуждение

В настоящее время применяются различные модели состава тела – от двух- до пятикомпонентных, используется большое количество методов, формул для расчетов [Мартиросов, Николаев,

Руднев, 2006; Zemel, Barden, 2004]. В своем исследовании для определения компонентов в составе тела мы ограничились только формулами Й. Матейки и М.Х. Слотер с соавт., основанными на антропометрических показателях, и формулой Л.Б. Хауткупера с соавт., использующей результаты биоимпедансного анализа, как наиболее употребимыми и рекомендуемыми для использования в практике [Rodriguez et al., 2005; Wong et al., 2000].

При рассмотрении степени эффективности использования методов, в которых компоненты состава тела определяются на основе данных антропометрии, мнения исследователей неоднозначны. Некоторые считают, что определение состава тела в целом и жирового компонента в частности с использованием результатов измерения КЖС не соответствует новым стандартам, его следует заменить более современными методами, а калиперометрию необходимо применять в частных случаях (например, в фитнесе) [Clarys et al., 1987; Reilly, Wilson, Durnin, 1995]. Такая точка зрения все же встречается редко. В большинстве работ обсуждаются достоинства тех или иных уравнений, по которым рассчитываются компоненты состава тела у различных контингентов исследуемых в зависимости от пола, возраста, этнической принадлежности, рода занятий и т.п. [Peterson, Czerwinski, Siervogel, 2003]. В статьях, посвященных анализу различных методик расчета состава тела, все же признается целесообразность использования антропометрических показателей (длина, масса тела, ряд КЖС, обхват талии и т. д.) для разнообразных прикладных целей [Lohman et al., 2000; Lohman, Going, 2006; Rodriguez et al., 2005 и др.]. Такие неоспоримые достоинства антропометрии, как дешевый и легкий для транспортировки инструментарий, доступная для освоения

Таблица 5. Характеристика абсолютной безжировой массы у детей русской гимназии г. Тарту (Эстония), рассчитанной с использованием формулы Л.Б. Хауткупера с соавт. и ее корреляции с данными DEXA

Пол	X	S	Коэффициент корреляции с БМТ (DEXA)
Мальчики	31.67	6.97	0.97
Девочки	30.51	5.82	0.93

Таблица 6. Результаты множественного регрессионного анализа компонентов состава тела, определенных при помощи DEXA, и антропометрических показателей

Показатели	Жировая масса тела				Безжировая масса тела			
	Мальчики		Девочки		Мальчики		Девочки	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Обхваты тела (13)	0.955	<0.000	0.924	<0.000	0.915	<0.000	0.851	<0.000
КЖС (9)	0.982	<0.000	0.952	<0.000	0.474	0.01	0.575	<0.000
Широтные и длиннотные размеры (16)	0.828	0.001	0.815	<0.000	0.895	<0.000	0.870	<0.000
Длина и масса тела, ИМТ	0.926	<0.000	0.920	<0.000	0.894	<0.000	0.816	<0.000
Все антропометрические показатели	0.970	<0.000	0.980	<0.000	0.970	<0.000	0.958	<0.000

Примечание: цифры в скобках обозначают количество использованных показателей

методика измерений сочетаются с некоторыми ограничениями, вызванными необходимостью постоянной калибровки инструментов, наличием различных их вариантов, а также в связи с проблемой точности и воспроизводимости измерений, выполненных разными авторами.

В отдельных случаях при создании регрессионных уравнений для расчета компонентов состава тела данные калиперометрии используются наряду с другими показателями, например, биоимпедансного анализа, что характерно для рассмотренного нами уравнения Л.Б. Хауткупера с соавт. [Lohman et al., 2000] или плотности тела, полученной при помощи гидроденситометрии [Sarría et al., 1998].

В исследованиях, посвященных изучению состава тела человека и созданию уравнений для расчета отдельных его компонентов, авторами конкретизируются возраст и пол обследованных, их этническая принадлежность, род занятий, физическая активность, так как эти групповые характеристики существенным образом влияют на корректность результатов [Eckerson et al., 1997; Lohman, 1986]. Стали появляться также публикации по оценке динамики во времени компонентов состава тела у различных групп населения с использованием разных методик [Elberg et al., 2004].

В ряде публикаций рассматривается влияние различных антропометрических показателей на характеристики состава тела, выделяются наиболее информативные признаки. Так, как и ожидалось, ЖМТ, определенная при помощи DEXA, значительным образом зависит от толщины различ-

ных КЖС (59–92%) [Leppik, Jurimäe, Jurimäe, 2004; Jurimäe et al., 2003].

Для выявления наиболее адекватных (для разных групп населения) регрессионных уравнений расчета состава тела исследователи проводят сравнение данных о составе тела, полученных с использованием показателей антропометрии, а также эталонных методов, которыми в разных случаях выступают результаты биоимпедансного анализа, DEXA, гидростатической денситометрии, воздушной плетизмографии и т. д. [De Lorenzo et al., 1998; Goran et al., 1996; Jurimäe et al., 2003].

Используя в качестве эталона результаты DEXA, мы можем констатировать следующее. Жировой компонент массы тела, рассчитанный согласно формулам Л.Б. Хауткупера с соавт. и М.Х. Слотер с соавт., получается меньше, чем в результате осуществления DEXA. Формула Й. Матейки дает несколько завышенные величины ЖМТ, что может быть связано с методикой расчета (ЖМТ включает как вес подкожного жира, так и кожи). Согласно нашему исследованию, как у мальчиков, так и у девочек наиболее отличаются от эталонных величин данные ЖМТ, рассчитанные при помощи формулы Л.Б. Хауткупера с соавт. (у девушек различия достигают уровня статистической значимости), наименее – при помощи формул М.Х. Слотер с соавт. (особенно у мальчиков) и Й. Матейки.

Отметим, что несмотря на целый ряд видимых преимуществ, метод DEXA имеет также значительные ограничения. Оборудование для рабо-

ты дорогое, не мобильное, требует достаточно большого пространства для своего размещения и специально обученного специалиста. Технология DEXA исходит из предпосылки, что костная ткань – гомогенная. Костная минеральная плотность, полученная при помощи DEXA, – это плоскостная плотность, что следует из двухпространственной модели тела, в отличие от объемной плотности, получаемой при помощи компьютеризированного томографа. Отсюда также могут происходить ошибки [Мартиросов, Николаев, Руднев, 2006; Zemel, Barden, 2004].

В то же время, полученные нами и другими авторами результаты [Godina et al., 2007; Leppik, Jurimae, Jurimae, 2004; Jurimae et al., 2003] свидетельствуют о том, что уровень взаимосвязи между данными DEXA и комплексом антропометрических показателей, а также характеристиками состава тела, рассчитанными по различным формулам, чрезвычайно высок. Это говорит об их значительной ценности при изучении состава тела.

Выводы

Сравнительный анализ расчетов отдельных компонентов состава тела, полученных при использовании различных формул, основанных на антропометрических показателях, биоимпедансном анализе и DEXA, показал относительную близость результатов и их значительную взаимосвязь. Это позволяет использовать при массовых популяционных исследованиях наряду с более точными методами определения состава тела (DEXA и др.) и методы, основанные на антропометрии, биоимпедансном анализе, которые мобильны, достаточно точны и более доступны. Однако в исследованиях, где необходимо оценивать тонкие и не такие очевидные изменения в составе тела (в спортивной практике, где важны изменения соотношения компонентов состава тела в процессе тренировок и др.), целесообразно применять стационарные эталонные методы.

Библиография

Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Пушкин С.В., Романова Т.Ф., Руднев С.Г., Семенов М.М. Сравнительный анализ состава тела у московских детей 10–16 лет на основе калиперометрии и биоимпедансного анализа // Актуальные проблемы спортивной морфологии и интегративной антропологии: Мат. 2-й междунауч. конф. М., 2006. С. 148–152.
Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М., 2006.

Николаев Д.В., Мартиросов Э.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела в спортивной медицине // Актуальные проблемы спортивной морфологии и интегративной антропологии: Мат. 2-й междунауч. конф. М., 2006. С. 21–22.

Тезако Л.И., Саливон И.И. Основы современной антропологии. Минск, 1989.

Clarys J.P., Martin A.D., Drinkwater D.T., Marfell-Jones M.J. The skinfold: myth and reality // J. Sports Sci. 1987, Spring, 5 (1). P. 3–33.

De Lorenzo A., Bertini I., Candeloro N., Iacopino L., Andreoli A., Van Loan M.D. Comparison of different techniques to measure body composition in moderately active adolescents // Br. J. Sports Med. 1998. Sep. 32 (3). P. 215–219.

Eckerson J.M., Evetovich T.K., Stout J.R., Housh T.J., Johnson G.O., Housh D.J., Ebersole K.T., Smith D.B. Validity of bioelectrical impedance equations for estimating fat-free weight in high school female gymnasts // Med. Sci. Sports Exerc. 1997. Jul. 29 (7). P. 962–968.

Elberg J., McDuffie J.R., Sebring N.G., Salaita C., Keil M., Robotham D., Reynolds J.C., Yanovski J.A. Comparison of methods to assess change in children's body composition // Am. J. Clin. Nutr. 2004. Jul. 80 (1). P. 64–69.

Eliakim A., Ish-Shalom S., Giladi A., Falk B., Constantini N. Assessment of body composition in ballet dancers: correlation among anthropometric measurements, bio-electrical impedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry // Int. J. Sports Med. 2000. Nov. 21 (8). P. 598–601.

Godina E., Khomyakova I., Purundzan A., Tretyak A., Zadorozhnaya L. Effect of physical training on body composition in Moscow adolescents // J. Physiol. Anthropol. 2007. Mar. 26 (2). P. 229–234.

Goran M.I., Driscoll P., Johnson R., Nagy T.R., Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children // Am. J. Clin. Nutr. 1996. Mar. 63 (3). P. 299–305.

Houtkooper L.B., Going S.B., Lohman T.G., Roche A.F., Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study // J. Appl. Physiol. 1992. Jan; 72 (1). P. 366–373.

Houtkooper L.B., Lohman T.G., Going S.B., Howell W.H. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity // Am. J. Clin. Nutr. 1996. Sep. 64 (3 Suppl). P. 436S–448S.

Leppik A., Jurimae T., Jurimae J. Influence of anthropometric parameters on the body composition measured by bioelectrical impedance analysis or DXA in children // Acta Paediatr. 2004. Aug. 93(8). P.1036–1041.

Lohman T.G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths // Exerc. Sport Sci. Rev. 1986. 14. P. 325–357.

Lohman T.G., Caballero B., Himes J.H., Davis C.E., Stewart D., Houtkooper L., Going S.B., Hunsberger S., Weber J.L., Reid R., Stephenson L. Estimation of body fat from anthropometry and bioelectrical impedance in Native American children // Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 2000. Aug. 24 (8). P. 982–988.

Lohman T.G., Going S.B. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children // Food Nutr. Bull. 2006. Dec. 27 (4 Suppl Growth Standard). P. 314–325.

- Marshall W.A., Tanner J.M. Puberty // Human Growth: A Comprehensive Treatise. New York, 1986. P. 171–209.
- Jurimae T., Sudi K., Payerl D., Leppik A., Jurimae J., Muller R., Tafeit E. Relationships between bioelectric impedance and subcutaneous adipose tissue thickness measured by LIPOMETER and skinfold calipers in children // Eur. J. Appl. Physiol. 2003. Sep; 90 (1–2). P. 178–184.
- Norton K, Olds T. Anthropometrica. Sydney: UNSW Press, 1996.
- Peterson M.J., Czerwinski S.A., Siervogel R.M. Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model // Am. J. Clin. Nutr. 2003. May. 77 (5). P. 1186–1191.
- Reilly J.J., Wilson J., Durnin J.V. Determination of body composition from skinfold thickness: a validation study // Arch. Dis. Child. 1995. Oct. 73 (4). P. 305–310.
- Rodriguez G., Moreno L.A., Blay M.G., Blay V.A., Fleta J., Sarria A., Bueno M. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry // Eur. J. Clin. Nutr. 2005. Oct. 59 (10). P. 1158–1166.
- Sarria A., Garcia-Llop L.A., Moreno L.A., Fleta J., Morel-lon M.P., Bueno M. Skinfold thickness measurements are better predictors of body fat percentage than body mass index in male Spanish children and adolescents // Eur. J. Clin. Nutr. 1998. Aug. 52 (8). P. :573–576.
- Slaughter M., Lohman T.G., Boileau R.A., Horswill C.A., Stillman R.J., Van Loan M.D., Bembien D.A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth // Hum. Biol., 1988, 60. P. 709–723.
- Wong W.W., Stuff J.E., Butte N.F., Smith E.O., Ellis K.J. Estimating body fat in African American and white adolescent girls: a comparison of skinfold-thickness equations with a 4-compartment criterion model // Am. J. Clin. Nutr. 2000. Aug. 72 (2). P. 348–354.
- Zemel B., Barden E. Measuring body composition // Methods in Human Growth Research. Cambridge, 2004. P. 141–76.

Контактная информация:
 Гурбо Т. Л. E-mail: hurbo@mail.ru,
 Юримьяэ Т. E-mail: toivo.jurimae@ut.ee,
 Юримьяэ Я. E-mail: jaakj@ut.ee.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOME OF THE METHODS OF DETERMINING BODY MASS COMPONENTS IN CHILDREN

T. Hurbo¹, T. Jurimae², J. Jurimae²

¹ Department of Anthropology and Ecology, Institute of History of National Academy of Sciences of Belarus

² Faculty of Exercise and Sport Sciences, Centre of Behavioural and Health Sciences, University of Tartu, Estonia

Aim of the research is to compare the results of estimation of body mass components obtained by various methods, such as anthropometry, the bioimpedance analysis and DEXA. DEXA was used as a criterion method. Object – students of Russian Grammar School of Tartu (Estonia). In April of 2006, 64 children aged 8–11 years (27 boys and 37 girls) were investigated. Methods. Anthropometry (38 parameters were measured), the bioimpedance analysis and DEXA were carried out. Equations developed by L.B. Houtkooper et al., M.H. Slaughter et al. and J. Matiegka were used to calculate body mass components. An unpaired, two-tailed t-test was used to assess differences between the groups. Associations were analyzed with Spearman rank correlation coefficients. Multiple regression analysis was used to analyze the effect of different anthropometrical parameters to body mass components (DEXA). The results indicate similar trends between body mass components obtained by DEXA and different equations. Calculations according to the formulas of L.B. Houtkooper et al. and M.H. Slaughter et al. produce considerably low estimates of fat percentage than DEXA results, J. Matiegka equation gives higher percentage of fat content. The results based on the equations of L.B. Houtkooper et al. are markedly different from those obtained by criterion method both in boys, and in girls (in girls the differences are statistically significant). Equations of M.H. Slaughter et al. (especially in boys) and J. Matiegka give estimates approximating DEXA results.

Key words: body composition, methods for the estimation of body mass components, anthropometry, the bioimpedance analysis, DEXA