

УДК 612.015.3:616-056.25-098]-053.2/.6

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА И ОЦЕНКА ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ИЗБЫТКА МАССЫ ТЕЛА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

*Олейник О. А., Самойлова Ю. Г., Матвеева М. В., Подчиненова Д. В.,
Коваренко М. А., Филимонов А. Е.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск, Российская Федерация

Реферат. Исследование состава тела с помощью биоимпедансометрии (БИМ) — один из высокоинформативных методов, который используется для определения тактики ведения и мониторинга динамики терапевтического воздействия у пациентов с целью снижения массы тела. Применение нормокалорийного рациона является одним из важных методов в лечении пациентов детского возраста с избыточной массой тела и ожирением. Параметры состава тела и их использование для расчета величины основного обмена обеспечивают более индивидуальный, точный и рациональный подход к выбору диетических рекомендаций и дальнейший мониторинг эффективности проводимого лечения.

Целью исследования было изучение компонентного состава тела у детей и подростков в зависимости от пола и SDS-индекса массы тела и выявление оптимальной методики расчета величины основного обмена (ВОО) у пациентов с различной степенью ожирения.

В исследовании были включены данные пациентов: 174 мальчиков и 158 девочек в возрасте 10–17 лет. Исследование компонентного состава тела проводили методом биоимпедансометрии на мультислотном анализаторе InBody 770 (InBody, Южная Корея), который одновременно представляет информацию о величине основного обмена (ВОО). Помимо этого, ВОО рассчитывали по формуле Шофилда по массе тела у детей.

Таким образом, на фоне увеличения степени ожирения у детей и подростков наблюдается задержка жидкости, увеличение площади висцерального жира, причем начиная со стадии избыточной массы тела, и снижение скелетно-мышечной массы в процентном содержании от массы тела. ВОО, рассчитанная по формуле Шофилда, не учитывающей количество тощей массы тела, была выше расчета по формуле Кетч — МакАрдла: у мальчиков с нормальной массой тела — на 155 ккал, с избыточной массой тела и ожирением 1, 2 и 3-й степени соответственно на 500, 598, 538 и на 711 ккал. У девочек ВОО, рассчитанная по формуле Кетч — МакАрдла, на фоне избыточной массы тела была выше на 150 ккал, при ожирении 1-й степени — на 372 ккал, 2-й степени — на 544 ккал, 3-й степени — на 379 ккал.

Ключевые слова: ожирение, состав тела, скелетно-мышечная масса, жировая масса, основной обмен.

Введение. Оценка риска развития алиментарно-зависимых заболеваний с учетом конституциональных особенностей индивидуума и определение тактики ведения пациентов с целью снижения массы тела — современный тренд профилактической медицины, начиная с детского возраста. Согласно действующим в Российской Федерации клиническим рекомендациям, оптимальный подход в диетотерапии избыточной массы тела и ожирения у детей — это применение нормокалорийного рациона по возрасту с

достаточным количеством белков, углеводов, витаминов и микроэлементов и необходимым минимумом жиров, поэтому крайне важно точно оценивать калораж для обеспечения необходимого энергетического баланса [1]. Сегодня антропометрические параметры и показатели состава тела используют для прогнозирования развития неинфекционных заболеваний, таких как сахарный диабет 2-го типа, сердечно-сосудистые заболевания, мочекаменная болезнь [2, 3]. Исследование состава тела с помощью биоимпе-

дансометрии (БИМ) как один из высокоинформативных методов описывает абсолютное и относительное количество мышечной и жировой ткани, водных секторов организма и эти данные используются для определения тактики ведения и мониторинга динамики терапевтического воздействия у пациентов с целью снижения массы тела, а также они могут служить методом скрининга риска развития метаболических нарушений, начиная с младшего детского возраста [4]. Величина основного обмена обязательно учитывается при оценке суточных энергозатрат пациентов. Прямая и непрямая калориметрия являются эталонными методами оценки основного обмена, однако высокая стоимость и сложность выполнения ограничивают их применение в рутинной практике, поэтому для косвенной оценки ВОО используется множество разных формул, как учитывающих, так и не учитывающих особенности компонентного состава тела. В публикациях показано, что такой параметр БИМ как «активная клеточная масса» оказывает наиболее выраженное влияние на ВОО, так как это понятие включает в себя самые энергозатратные ткани организма, например мышечную массу. Ранее в исследованиях ВОО в состоянии покоя продемонстрировано, наиболее близкими к данным, полученным и в ходе выполнения непрямого калориметрии, были результаты расчета по формулам, учитывающим показатели компонентного состава тела, причем как у лиц с нормальной массой тела, так и на фоне наличия избыточной массы тела и ожирения [5, 6].

Таким образом, оптимизация расчета ВОО у пациентов, начиная с детского возраста, является актуальной задачей, направленной на персонализацию подходов мониторинга и лечения ожирения.

Цель работы — изучение компонентного состава тела у детей и подростков в зависимости от пола, SDS ИМТ и выявление оптимальной методики расчета ВОО при различной степени ожирения.

Материалы и методы. В исследование были включены пациенты: 174 мальчика и 158 девочек в возрасте 10–17 лет, обращавшиеся за медицинской помощью по поводу избыточного веса на базе детской клиники

ФГБОУ ВО СибГМУ (заведующий клиникой Д. В. Козырицкая), эндокринологического отделения ОГАУЗ «Детская больница № 1» г. Томска (главный врач А. П. Балановский, заведующий отделением канд. мед. наук Е. В. Горбатенко), а также для участия в исследовании приглашали здоровых школьников МАУО школы «Перспектива» г. Томска (директор школы И. Е. Сахарова). Сформированы 10 подгрупп в зависимости от половой принадлежности и SDS ИМТ, у которых сравнивали показатели основного обмена и компонентного состава тела у мальчиков и у девочек с нормальной, избыточной массой тела и ожирением 1, 2 и 3-й степени. Критерий исключения: наличие состояний и заболеваний, которые могли бы повлиять на достоверность получаемых результатов (больные с вторичными формами ожирения; дети с наличием тяжелой соматической патологии, заболеваний желудочно-кишечного тракта (холестаз, мальабсорбция), онкологических, гематологических, эндогенных психических заболеваний, сахарного диабета 1-го и 2-го типов, острого воспалительного или обострение хронического заболевания; черепно-мозговые травмы в анамнезе; злоупотребление алкоголем или наркотическими/лекарственными препаратами в анамнезе).

Антропометрические показатели оценивали по стандартным методикам: длину тела (ДТ) измеряли на ростомере МСК-233, массу тела (МТ) определяли с точностью до 0,1 кг во время биоимпедансного анализа состава тела. Соответствие МТ к ДТ оценивали по показателю ИМТ, который рассчитывали по формуле $ИМТ = МТ (кг) / ДТ (м)^2$. В качестве диагностического критерия избыточной массы тела и ожирения у детей использовали определение величины стандартных отклонений индекса массы тела (SDS ИМТ). С учетом рекомендаций ВОЗ ожирение у детей и подростков от 0 до 19 лет следует определять как ИМТ, равный или более +2,0 SDS ИМТ, а избыточную массу тела от +1,0 до +2,0 SDS ИМТ. Нормальная масса тела диагностируется при значениях ИМТ в пределах $\pm 1,0$ SDS ИМТ [1].

Компонентный состав тела оценивали методом биоимпедансометрии с использованием мультисекторного анализатора InBody

770 (InBody, Южная Корея). Определяли количество жировой, скелетно-мышечной массы (СММ) в абсолютных и в относительных величинах, общей, внутриклеточной и внеклеточной жидкости. Проводили сравнение ВОО, учитывающей значение безжировой массы тела, представленной в протоколе исследования состава тела на мультимодальном анализаторе InBody 770 по формуле Кетч — МакАрлда и по формуле Шофилда, рекомендованной для использования в рутинной практике согласно Методическим рекомендациям, утвержденным главным санитарным врачом РФ в 2021 г. [7].

Были проведены сравнительный и описательный анализы количественных данных. Для показателей, подчиняющихся нормальному закону распределения, использовали средние значения и среднеквадратичное отклонение ($X \pm \sigma$). Для количественных данных, не подчиняющихся нормальному закону распределения, рассчитывали медианы и квартили (Me [Q1; Q3]). Проверку на нормальность распределения признаков осуществляли с использованием критерия Шапиро — Вилка. Сравнение несвязанных выборок проводили с применением *U*-критерия Манна — Уитни. На последнем этапе статистической обработки проводили оценку взаимосвязи между количественными признаками, использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Пациенты мужского и женского пола с различными вариантами ожирения, избыточной массы тела и контроля были сопоставимы по возрасту и росту, так как данные параметры не имели статистически значимых различий. Прогнозируемо, что при этом отмечались статистически значимые отличия при исследовании следующих клинических показателей: масса тела, индекс массы тела (ИМТ) и SDS ИМТ (величина стандартных отклонений индекса массы тела), которые увеличивались по мере роста степени ожирения по сравнению с показателями у детей с нормальной массой тела соответственно. При проведении биоимпедансометрии был оценен композиционный состав тела представителей подгрупп пациентов мальчиков и паци-

ентов девочек с различными степенями ожирения. Анализ проводился по показателям, сгруппированным с точки зрения характеристики водного баланса организма, показателей минерального статуса, компонентов жировой и безжировой массы тела, и основного обмена.

При оценке параметров, характеризующих содержание жидкости в организме, были выявлены статистически значимые различия по сравнению с группой контроля только для такого параметра, как общая вода организма: у мальчиков со 2-й степенью ожирения 26,0 [14,8; 44,9] л и 24,85 [22,30; 29,50] л и у девочек при 1-й 31,00 [24,75; 35,80] л и 3-й степенях ожирения 36,58 [23,30; 43,68] л, с тенденцией большего количества как внутриклеточной, так и внеклеточной воды при избытке веса по всем подгруппам. Полученная информация может свидетельствовать об избыточной задержке жидкости в организме. Показатели содержания минералов в организме не имели значимых различий в группах.

Оценка жировой ткани проводилась с помощью исследования площади висцерального жира (VFA), абсолютного содержания жировой ткани (BFM) в организме и распределение ее по сегментам. Статистически значимые различия отмечались для увеличения VFA у мальчиков начиная с 1-й степени ожирения от 102,85 [76,3; 135,1] см³ до 142,2 [118,1; 229,3] см³ по сравнению с контролем 51,15 [23,60; 69,50] см³ соответственно. У девочек подобные различия отмечались уже на фоне избыточной массы тела и их выраженность нарастала по мере увеличения степени ожирения. Аналогичная картина значимого повышения абсолютного содержания жировой ткани (BFM) по мере изменения степени ожирения отмечалась у пациентов обоего пола и также была статистически значимой ($p = 0,000-0,035$).

Оценка мышечной ткани проводилась с использованием следующих показателей: безжировая масса тела (FFM), тощая масса и распределение ее по сегментам (SLM) скелетно-мышечная масса (SMM), клеточная масса тела (BCM). Показатель SLM был выше у мальчиков с ожирением 2-й и 3-й степенями: 32,6 [27,4; 52,8] и 33,35 [19,0; 57,9] кг соответственно по сравнению с деть-

ми с нормальной массой тела 31,90 [28,70; 37,80] кг ($p < 0,001$), тогда как среди девочек данный показатель статистически значимо был ниже при 1-й степени ожирения 36,70 [24,1; 61,5] кг, и при 3-й степени ожирения 32,6 [27,4; 52,8] кг по сравнению с контролем 37,80 [29,70; 40,50] кг ($p < 0,001$). Показатель SMM по абсолютным показателям статистически значимо между группами не отличался, но наблюдался его постепенный рост по мере увеличения массы тела у обследованных в обеих гендерных подгруппах. При оценке SMM в процентном содержании от массы тела отчетливо наблюдалось уменьшение данного относительного показателя по мере увеличения веса, а статистически значимым оно было зафиксировано при 1-й степени ожирения у мальчиков 34,23 [20,02; 38,22] % по сравнению с мальчиками без нарушений веса — 45,17 [32,05; 48,54] % ($p = 0,36$). Такая же статистически значимая разница в процентном SMM от общей массы наблюдалась у девочек со 2-й и 3-й степенями ожирения (28,90 [23,22; 32,99] % и 26,85 [21,61; 28,19] % соответственно) по сравнению с контролем (40,26 [39,17; 52,56] %, $p = 0,008$ и $p = 0,029$ соответственно).

Обращает на себя внимание, что соотношение скелетно-мышечной массы (SMM) к жировой массе (BFM), которое при нормальных весо-ростовых показателях составило по медиане 3:1 кг независимо от пола, но по мере нарастания избыточной массы тела у детей начинало выравниваться 1:1 у девочек, уже начиная со стадии избыточной массы тела, а у мальчиков — с 1-й степени ожирения и далее прогрессивно демонстрировало выраженное изменение соотношения мышечной ткани к жировой ткани в пользу жировой (1:1,7 по медиане). Таким образом, если у мальчиков абсолютный показатель SMM начинает преобладать над абсолютным показателем жировой массы тела при ожирении 2-й степени, то у девочек такой перекрест отмечается уже при избыточной массе тела. Описанные различия у мальчиков и девочек можно объяснить исходно более высоким содержанием мышечной массы и положо- посредованным преобладанием определенного типа волокон скелетных мышц у мальчиков и гормональными особенностями

ми, когда физиологически более высокий уровень тестостерона участвует в торможении набора жировой массы, а эстрогены девочек, наоборот, способствуют ее увеличению. Интенсивность увеличения жировой массы при нарастании степени ожирения у девочек выше и составила рост с 16,6 кг жировой массы по медиане до 47,15 кг жировой массы, тогда как у мальчиков от 20,8 кг жировой массы по медиане до 30,65 кг (таблицы 1, 2).

Из показателей общего энергетического состояния организма оценивался фазовый угол тела, фазовый угол туловища (выражающие активность скелетных мышц и состояния клеточных мембран) и величина основного обмена. Фазовый угол тела статистически значимо увеличивался в подгруппе девочек при 2-й и 3-й степенях ожирения 5,3 [4,95; 5,5] и 5,40 [4,88; 5,55] соответственно по сравнению с девочками без отклонений в массе тела 4,90 [4,60; 5,00], $p = 0,037$, $p = 0,015$. В подгруппе мальчиков статистически значимое отличие отмечалось по фазовому углу туловища: на фоне 2-й степени ожирения он уменьшался 6,8 [5,9; 8,5], а на фоне 3-й степени ожирения — увеличивался 7,05 [6,4; 8,5] по сравнению с контролем 6,9 [6,50; 7,20] ($p = 0,002$, $p < 0,001$ соответственно).

Показатели ВОО, предоставленные протоколом БИМ по запрограммированной формуле Кетч — МакАрдла, учитывающей количество безжировой массы, и по формуле Шофилда, не учитывающей ее количество, имели одну общую тенденцию к росту с увеличением SDS ИМТ (рисунок).

Показатель ВОО, рассчитанный по формуле Шофилда, значимо отличался от такового, рассчитанного по формуле Кетч — МакАрдла, в сторону увеличения у мальчиков как с нормальной массой тела на 155 ккал, так и с избыточной массой тела и ожирением 1, 2 и 3-й степенями соответственно на 500, 598, 538 и на 711 ккал. В женской подгруппе рассчитанная по формуле Кетч — МакАрдла ВОО была выше на 150 ккал у девочек с избыточной массой тела, на 372 ккал — у пациенток с ожирением 1-й степени, на 544 ккал — с ожирением 2-й степени, на 379 ккал — с ожирением 3-й степени.

Таблица 1 — Показатели антропометрии и компонентного состава тела мальчиков обследованных групп (Me [Q1; Q3])

Показатель	Нормальная масса тела, $-1 < \text{SDS ИМТ} < 1$ $n = 32$	Избыточная масса тела, $1 < \text{SDS ИМТ} < 2$ $n = 34$	Ожирение 1-й степени $2 < \text{SDS ИМТ} < 2,5$ $n = 38$	Ожирение 2-й степени $2,6 < \text{SDS ИМТ} < 3,0$ $n = 38$	Ожирение 3-й степени $3,1 < \text{SDS ИМТ} < 3,9$ $n = 32$
Возраст, лет	14,50 [10,00; 16,00]	12,00 [11,00; 12,00]	11,00 [10,25; 15,25]	11,00 [11,00; 12,75]	13,00 [10,00; 16,00]
Масса тела, кг	43,20 [37,45; 69,00]	57,00 [44,5; 79,0]	64,38 [60,10; 89,61]	68,00 [64,23; 94,35]	95,60 [63,75; 107,00]
Рост, м	1,54 [1,45; 1,76]	1,55 [1,41; 1,44]	1,60 [1,56; 1,77]	1,58 [1,52; 1,72]	1,61 [1,49; 1,71]
ИМТ, кг/м ²	18,45 [17,58; 22,30]	23,70 [22,4; 26,1]*	25,15 [16,93; 28,42]**	28,35 [27,2; 31,6]***	35,70 [28,70; 36,90]****
SDS ИМТ	0,12 [-0,86; 0,61]	1,96 [1,7; 2,0]*	2,33 [2,13; 2,49]**	2,95 [2,89; 2,98]***	3,57 [3,36; 3,69]****
Общая вода (Total Body Water, TBW), кг	24,85 [22,30; 29,50]	41,1 [27,9; 45,4]	28,55 [18,8; 47,8]	26,0 [14,8; 44,9] ***	25,4 [21,4; 41,1]
Внутриклеточная вода (Intracellular Water), кг	15,35 [13,90; 18,10]	25,6 [17,3; 28,6]	17,6 [11,9; 29,9]	16,0 [9,2; 28,3]	15,6 [13,1; 25,3]
Внеклеточная вода (Extracellular Water), кг	9,50 [8,40; 11,40]	15,5 [10,6; 16,8]	10,95 [7,1; 17,9]	9,95 [5,6; 16,6]	9,8 [8,3; 15,5]
Белок (Protein), кг	6,65 [5,90; 7,80]	11,1 [7,4; 12,4]	7,65 [5,0; 12,9]	7,0 [4,0; 12,3]	6,8 [5,6; 11,0]
Минералы (Minerals), кг	2,45 [2,07; 2,79]	3,87 [2,9; 4,5]	2,72 [1,8; 4,6]	2,53 [1,3; 4,4]	2,52 [2,0; 3,8]
Абсолютное содержание жировой ткани (Body Fat Mass, BFM), кг	5,70 [4,80; 7,80]	20,8 [7,0; 23,3]	21,9 [11,8; 33,5]	25,95 [8,8; 42,9]	30,65 [22,6; 51,4]
Скелетно-мышечная масса (Skeletal Muscle Mass, SMM), кг	18,00 [16,10; 21,60]	31,4 [20,6; 35,3]*	21,0 [13,2; 37,1]**	17,8 [10,0; 34,9]	18,3 [15,0; 31,4]
Скелетно-мышечная масса (Skeletal Muscle Mass, SMM), процент от массы тела	45,17 [32,05; 48,54]	39,74 [36,14; 79,33]	34,23 [20,02; 38,22]**	24,91 [14,71; 35,32]	28,57 [15,69; 29,35]
Площадь висцерального жира (Visceral Fat Area, VFA), см ³	51,15 [23,60; 69,50]	96,3 [53,5; 118,1]*	102,85 [76,3; 135,1]**	130,15 [30,09; 206,3]***	142,2 [118,1; 229,3]****
Клеточная масса тела (Body Cell Mass), кг	24,95 [16,50; 29,10]	23,6 [21,3; 28,5]	25,25 [19,6; 28,5]	28,1 [15,5; 29,3]	25,65 [18,7; 36,6]

Примечание — p — значимость различий между группами (Z — критерий Манна — Уитни, различия значимы при $p < 0,05$); Me — медиана, Q1; Q3 — нижний; верхний квартили.

* $p < 0,05$ — значимость различий между группами мальчиков с избыточной массой тела и нормальной массой тела.

** $p < 0,05$ — значимость различий между группами мальчиков с ожирением 1-й степени и нормальной массой тела.

*** $p < 0,05$ — значимость различий между группами мальчиков с ожирением 2-й степени и нормальной массой тела.

**** $p < 0,05$ — значимость различий между группами мальчиков с ожирением 3-й степени и нормальной массой тела.

Таблица 2 — Показатели антропометрии и компонентного состава тела девочек обследованных групп (Me [Q1; Q3])

Показатель	Нормальная масса тела, -1 < SDS ИМТ < 1 n = 30	Избыточная масса тела, 1 < SDS ИМТ < 2 n = 32	Ожирение 1-й степени 2 < SDS ИМТ < 2,5 n = 34	Ожирение 2-й степени 2,6 < SDS ИМТ < 3,0 n = 32	Ожирение 3-й степени 3,1 < SDS ИМТ < 3,9 n = 30
Возраст, лет	14,00 [10,75; 16,00]	12,00 [10,00; 14,00]	14,00 [11,50; 14,00]	14,00 [11,00; 15,00]	14,50 [13,00; 16,00]
Масса тела, кг	47,20 [40,55; 57,78]	53,70 [50,38; 68,00]*	71,40 [58,18; 84,30]**	83,85 [72,55; 97,75]***	104,60 [82,98; 125,45]****
Рост, м	1,54 [1,49; 1,66]	1,61 [1,52; 1,65]*	1,60 [1,48; 1,70]**	1,62 [1,53; 1,71]***	1,66 [1,56; 1,72]****
ИМТ, кг/м ²	19,65 [18,00; 21,93]	22,50 [21,8; 23,8]*	28,80 [25,9; 29,3]**	32,10 [30,90; 33,40]***	36,35 [30,85; 45,05]****
SDS ИМТ	0,50 [-0,39; 0,59]	1,28 [1,21; 1,76]	2,19 [2,00; 2,35]	2,90 [2,55; 2,97]	3,27 [3,09-4,26]
Общая вода TBW (Total Body Water), кг	29,50 [23,10; 31,60]	27,40 [24,78; 30,00]	31,00 [24,75; 35,80]**	28,60 [24,65; 41,95]	36,05 [23,30; 43,68]****
Внутриклеточная вода (Intracellular Water), кг	18,10 [14,30; 19,60]	16,80 [15,18; 18,70]	19,40 [15,20; 22,10]	17,70 [15,25; 26,30]	22,30 [14,60; 27,00]
Внеклеточная вода (Extracellular Water), кг	11,40 [8,80; 12,00]	10,55 [9,6; 11,33]	11,60 [9,55; 13,70]	10,90 [9,40; 15,65]	13,75 [8,88; 16,68]
Белок (Protein), кг	7,80 [6,20; 8,50]	7,30 [6,63; 8,10]	8,30 [6,65; 9,55]	7,60 [6,60; 11,40]	9,70 [6,03; 11,63]
Минералы (Minerals), кг	2,79 [2,37; 3,11]	2,60 [2,40; 3,19]	3,00 [2,46; 3,69]	2,67 [2,36; 4,14]	3,39 [2,20; 3,96]
Абсолютное содержание жировой ткани BFM (Body Fat Mass), кг	6,60 [4,60; 13,10]	16,6 [12,55; 27,10]	28,30 [21,85; 34,75]	35,30 [24,50; 39,009]	47,15 [26,15; 66,45]
Скелетно-мышечная масса (SMM (Skeletal Muscle Mass), кг	21,60 [16,60; 23,60]	19,95 [17,85; 22,40]	23,20 [17,85; 26,80]	21,10 [17,95; 32,30]	27,10 [16,33; 33,20]
Скелетно-мышечная масса (Skeletal Muscle Mass, процент от массы тела	40,26 [39,17; 52,56]	35,40 [32,94; 36,37]	32,49 [28,93; 33,80]	28,90 [23,22; 32,99]**	26,85 [21,61; 28,19]****
Площадь висцерального жира, (Visceral Fat Area), см ²	39,45 [30,70; 65,30]	72,80* [66,68; 122,48]	135,10** [64,55; 165,95]	167,10*** [109,25; 189,80]	142,35**** [79,95; 219,9]
Клеточная масса тела (Body Cell Mass), кг	22,6 [18,30; 27,30]	22,00 [20,20; 25,28]	19,60** [15,40; 31,50]	27,7 [24,00; 31,65]	28,50**** [19,03; 38,13]

Примечание — p — значимость различий между группами (Z — критерий Манна — Уитни, различия значимы при $p < 0,05$); Me — медиана, Q1; Q3 — нижний; верхний квартили.

* $p < 0,05$ — значимость различий между группами девочек с избыточной массой тела и нормальной массой тела.

** $p < 0,05$ — значимость различий между группами девочек с ожирением 1-й степени и нормальной массой тела.

*** $p < 0,05$ — значимость различий между группами девочек с ожирением 2-й степени и нормальной массой тела.

**** $p < 0,05$ — значимость различий между группами девочек с ожирением 3-й степени и нормальной массой тела.

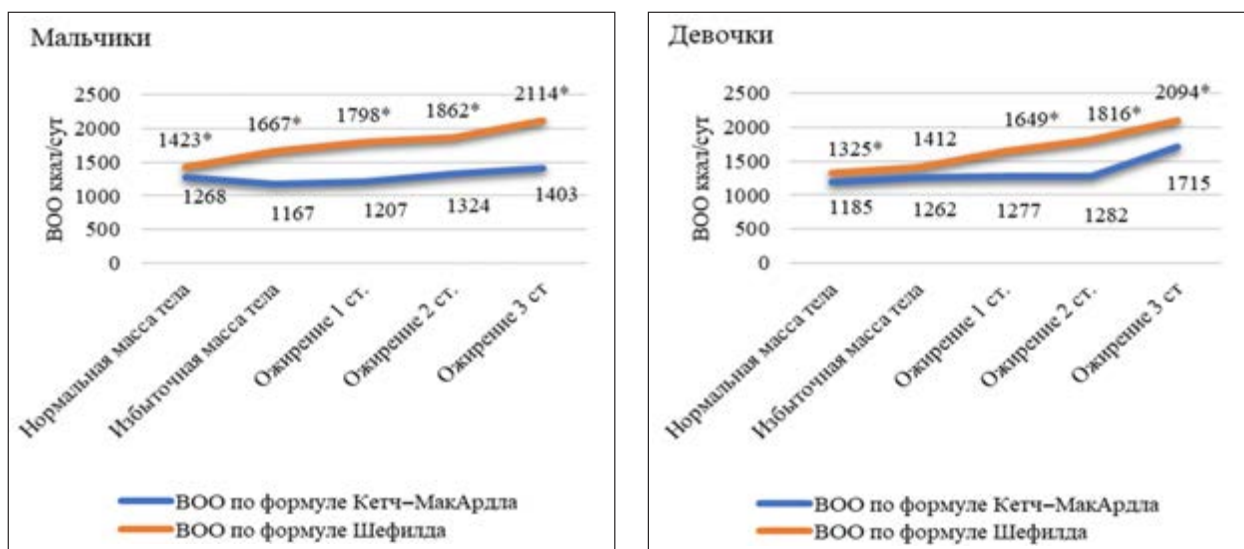


Рисунок — Различия величины основного обмена (Me) у обследованных пациентов с учетом SDS ИМТ в зависимости от способа расчета величины основного обмена (*Статистическая значимость различий между значениями ($p < 0,05$), рассчитанными с использованием средних значений (M) по разным формулам в группах мальчиков и девочек >10 лет с различной степенью избытка массы тела.)

Удельный основной обмен веществ дает возможность сопоставления интенсивности обменных процессов у людей различного телосложения, что может быть с успехом применено у детей с учетом их меняющихся антропометрических характеристик. Медиана удельного основного обмена, характеризующего значение основного обмена,

находящееся на 1 м² площади поверхности тела (ППТ) (ккал/м²/сут) или на 1 кг тощей массы, снижалась по мере увеличения степени ожирения и составила у мальчиков от 925,55 до 562,31 ккал/м²/сут, а у девочек от 832,39 до 813,03 ккал/м²/сут по мере увеличения степени ожирения (таблица 3).

Таблица 3 — Показатели медианы (Me) удельного основного обмена с учетом площади поверхности тела (ППТ) детей обследованных групп

Пациент	Нормальная масса тела -1 < SDS ИМТ < 1	Избыточная масса тела 1 < SDS ИМТ < 2	Ожирение 1-й степени 2 < SDS ИМТ < 2,5	Ожирение 2-й степени 2,6 < SDS ИМТ < 3,0	Ожирение 3-й степени 3,1 < SDS ИМТ < 3,9
Мальчики (ккал/м ² /сут)	925,55	669,68	724,55	615,88	562,31
Девочки (ккал/м ² /сут)	832,39	832,90	752,57	640,74	813,03

Данная тенденция была прогнозируема, учитывая то, что при ожирении происходило увеличение именно жировой массы тела, которая не является энергозатратной.

Заключение. При проведении первичной диагностики у детей и подростков с избыточной массой тела и ожирением в амбулаторных условиях, наряду с простой антропометрией,

необходимо исследование состава тела методом биоимпедансного анализа, являющегося неинвазивным, экономически оправданным и безопасным способом определения абсолютного и процентного содержания мышечной и жировой ткани, распределения водных сегментов и минеральных компонентов. Полученные в результате про-

веденного исследования данные показали, что по мере прогрессирования степени увеличения массы тела у детей и подростков происходит задержка жидкости, увеличение площади висцерального жира, причем начиная со стадии предожирения, и снижение мышечной массы, что является предикторами формирования метаболических нарушений и свидетельствует о возможном развитии саркопенического ожирения даже в детском возрасте. Количество жировой массы у детей и подростков начинает преобладать над мышечной у девочек, уже начиная со стадии избыточной массы тела, а у мальчиков — с 1-й степени ожирения. По научным литературным данным, связанные с избыточным накоплением жировой ткани нарушения процесса аутофагии, регулирующие клеточный энергетический метаболизм, обмен аминокислот, глюкозы и липидов в свою очередь способствуют апоптозу и атрофии мышц.

Данные о параметрах тела, полученные в ходе биоимпедансного обследования помо-

гают точнее, чем расчетные формулы с использованием антропометрических данных, проводить расчет величины основного обмена с учетом особенностей компонентного состава тела, а именно количества метаболически активных компонентов состава тела, для определения суточных энергозатрат с целью формирования рекомендаций по питанию. Величина основного обмена как важная составляющая суточных энергозатрат должна учитываться не только при первоначальном формировании рекомендаций по питанию, но и для динамического наблюдения за пациентами, соблюдающими рекомендации по диетотерапии. Изменения компонентного состава тела в ходе соблюдения диеты, а именно увеличение или снижение мышечной массы как основного метаболически активного компонента состава тела человека, будут оказывать влияние на величину основного обмена, что необходимо учитывать при разработке диетологических рекомендаций во время амбулаторного лечения пациентов с избыточной массой тела и ожирением.

Список цитированных источников

1. Клинические рекомендации «Ожирение у детей» / В. А. Петеркова [и др.] // Проблемы эндокринологии. — 2021. — Т. 67, № 5. — С. 67–83.
2. Никитюк, Д. Б. Антропонутрициология: развитие идей основоположников нового научного направления / Д. Б. Никитюк // Вопросы питания. — 2020. — Т. 89, № 4. — С. 82–88.
3. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality / K. A. Britton [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. — 2013. — Vol. 62, № 10. — P. 921–925.
4. Биоимпедансный анализ как перспективная скрининговая технология у детей / Ю. Г. Самойлова [и др.] // Врач. — 2021. — Т. 32, № 7. — С. 32–37.
5. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis / I. Janssen [et al.] // J. Appl. Physiol. (1985). — 2000. — Vol. 89, № 2. — P. 465–471.
6. Компонентный состав тела и величина основного обмена у пациентов с избыточной массой тела и ожирением / Е. А. Бурляева [и др.] // Вопросы питания. — 2022. — Т. 91, № 5. — С. 78–86.
7. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 / В. А. Тутельян [и др.]. — М. : Роспотребнадзор, 2021. — 72 с.

Body composition and assessment of basal metabolism with varying degrees of excess body weight in children and adolescents

*Oleynik O. A., SamoiloVA Yu. G., Matveeva M. V., Podchinenova D. V.,
Kovarenko M. A., Filimonov A. E.*

*Siberian State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Tomsk, Russian Federation*

The study of body composition using bioimpedance measurement is one of the highly informative methods. The aim was to study the component of the body in children and adolescents,

depending on gender and SDS body mass index, and to identify the optimal method for calculating the value of basal metabolism. Material and methods. The study included 174 boys and 158 girls aged 10–17 years. The bioimpedance method was carried on analyzer “InBody 770” (Korea), calculation of basal metabolic rate using the Schofield and Ketch–McArdle formulas. Results. With an increase in the degree of obesity in children and adolescents, fluid retention, an increase in the area of visceral fat and a decrease in musculoskeletal mass as a percentage of body weight are observed. The basal metabolic rate calculated according to the Schofield formula was higher than the calculation according to the Ketch–McArdle formula: in boys and girls.

Keywords: obesity; body composition; musculoskeletal mass; fat mass; basal metabolism.

Поступила 13.06.2023