

УДК 616-056.527-008.6-053.5/7-092.12+613.25
DOI: 10.56871/CmN-W.2024.29.16.011

ОСОБЕННОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ТЕЛА У ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ОЖИРЕНИЯ

© Анастасия Евгеньевна Кари, Нина Викторовна Евдокимова

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

Контактная информация:

Нина Викторовна Евдокимова — к.м.н., ассистент кафедры пропедевтики детских болезней с курсом общего ухода за детьми.
E-mail: posohova.nina2014@yandex.ru ORCID ID: 0000-0001-9812-6899 SPIN: 6552-7359

Для цитирования: Кари А.Е., Евдокимова Н.В. Особенности композиционного состава тела у детей с различной степенью ожирения // Children's medicine of the North-West. 2024. Т. 12. № 1. С. 107–113. DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.29.16.011>

Поступила: 25.12.2023

Одобрена: 17.01.2024

Принята к печати: 25.01.2024

Резюме. *Введение.* Биоимпедансометрия является одним из методов, описывающих абсолютное и относительное количество мышечной и жировой ткани, водных секторов организма. Определение закономерностей изменения компонентного состава тела в зависимости от степени ожирения у детей позволит повысить эффективность терапевтических мероприятий, направленных на снижение массы тела. *Цель:* оценить особенности композиционного состава тела у детей с различной степенью ожирения. *Материалы и методы.* Проведено одномоментное исследование, в котором приняло участие 152 ребенка в возрасте 7–17 лет с ожирением на базе клиники ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России: 27 человек с I степенью, 50 человек со II степенью, 42 — с III степенью и 33 имели морбидное ожирение. Группу контроля составили 25 здоровых детей без ожирения. Для оценки композиционного состава тела был использован аппарат «ABC-01 МЕДАСС», г. Санкт-Петербург. Оценивали основные показатели: жировая масса тела (ЖМТ) и ее доля, безжировая (тощая) масса (БМТ) тела, активная клеточная масса (АКМ) и ее доля, скелетно-мышечная масса (СММ) и ее доля, удельный основной обмен (УОО), общая вода в организме (ОВО), внеклеточная жидкость (ВКЖ). *Результаты.* Доля ЖМТ при I–II степени не различается и увеличена на 12–16% при III–IV степени. Количество БМТ повышается с увеличением степени ожирения: I степень — превышение на 22,3%; II степень — на 42,1%, III степень — на 51,1%, IV степень (морбидное) — на 73%. Показатель АКМ по мере возрастания степени ожирения снижается: у детей с I степенью ожирения отклонение АКМ по сравнению с группой контроля было ниже на 9,4%, со II степенью — на 11,8%, с III степенью — на 16,6%, с IV степенью (морбидное) — на 21,15%. Частота встречаемости «саркопенического ожирения» (снижение СММ и ее доли): у 25,5% детей с морбидным ожирением, у 20,5% — с III степенью и 10% — со II степенью. Уровень УОО и ВКЖ не зависят от степени ожирения. Показатель ОВО у детей с I–II степенью одинаковый и увеличен на 24,7%, с III степенью — на 44,1%, с IV степенью (морбидное) — на 63%. *Заключение.* Ожирение влияет на изменение параметров композиционного состава тела у детей. Эти изменения различны и зависят от степени ожирения. Наиболее выраженные нарушения наблюдаются у подростков с длительно текущим морбидным ожирением.

Ключевые слова: дети; ожирение; степень ожирения; композиционный состав тела.

FEATURES OF BODY COMPOSITION IN CHILDREN WITH DIFFERENT DEGREES OF OBESITY

© Anastasya E. Kari, Nina V. Evdokimova

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. Lithuania 2, Saint Petersburg, Russian Federation, 194100

Contact information:

Nina V. Evdokimova — Candidate of Medical Sciences, assistant of the Department of Propaedeutics of Children's Diseases with a Course in General Child Care. E-mail: posohova.nina2014@yandex.ru ORCID ID: 0000-0001-9812-6899 SPIN: 6552-7359

For citation: Kari AE, Evdokimova NV. Features of body composition in children with different degrees of obesity. Children's medicine of the North-West (St. Petersburg). 2024; 12(1):107-113. DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.29.16.011>

Received: 25.12.2023

Revised: 17.01.2024

Accepted: 25.01.2024

Abstract. *Introduction.* Bioimpedansometry is one of the methods that describes the absolute and relative amount of muscle and fat tissue, water sectors of the body. Determining the patterns of changes in the component composition of the body depending on the degree of obesity in children will improve the efficiency of therapeutic actions aimed at reducing body weight. *The aim:* to estimate the features of component composition of the body in children with varying degrees of obesity. *Materials and methods.* 152 children 7–17 years of age with obesity took part in one-time research based on the Clinic of Saint Petersburg State Pediatric Medical University: 27 people with I degree, 50 people with II degree, 42 with III degree and 33 had morbid obesity. The control group consisted of 25 healthy children without obesity. For evaluating the composition of the body, the “ABC-01 MEDASS-device” was used, St. Petersburg. The main indicators were estimated: body fat mass and its share, lean body mass, active cell mass and its share, skeletal muscle mass and its share, specific basal metabolic rate, total body water and extracellular water. *Results.* The proportion of body fat mass at I–II degrees is not expressed and increases by 12–16% at III–IV degrees of obesity. The lean body mass increases with increasing the degree of obesity: I degree — 22.3% increasing; II degree — 42.1% increasing, III degree — 51.1% increasing, IV degree (morbid obesity) — 73% increasing. The indicator of Active cell mass decreases as the degree of obesity increases. The deviation of active cell mass in children with I degree of obesity was lower by 9.4% compared to the control group, with II degree — by 11.8%, with III degree — by 16.6%, with IV degree (morbid) — by 21.15%. The incidence of “sarcopenic obesity” (decrease in skeletal muscle mass and its proportion): in 25.5% of children with morbid obesity, in 20.5% with III degree and 10% with II degree. The indicator of total body water in children with I–II degrees of obesity is the same and increased by 24.7%, with III degrees — by 44.1%, with IV degrees (morbid) — by 63%. *Conclusion.* Obesity has an influence on the body composition parameters in children. These changes are different and depend on the degree of obesity. The most expressed disorders are observed in adolescents with long-term morbid obesity.

Key words: children; obesity; degree of obesity; body composition.

ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ожирение относится к числу наиболее распространенных хронических заболеваний в мире. Обеспокоенность медицинского сообщества связана с его прогрессирующим ростом среди детского населения. К 2022 году этот показатель в РФ достиг 27% [1, 2]. Значимость проблемы ожирения в педиатрической практике определяется неблагоприятным прогнозом в виде развития метаболических нарушений и коморбидной патологии [2–4]. В качестве диагностического критерия ожирения у детей рекомендовано определение величины индекса массы тела (ИМТ) [5]. Однако его оценка не всегда является достаточной, так как он не отражает соотношение между составляющими массы тела — тощей и жировой массой. Непосредственно оценить количество жировой ткани в организме сложно, для этого используется биоимпедансный анализ состава тела (БИА). Это неинвазивная и широкодоступная медицинская диагностическая технология для анализа композиционного состава тела (объемы водных секторов, безжировая и жировая массы, активная клеточная масса и др.) и объективной оценки нутритивного статуса человека. Она основана на измерении электрического сопротивления тканей (импеданса) при прохождении через них низкоинтенсивного электрического тока [6]. Применение БИА позволяет создать оптимальный комплекс воздействий по эффективному снижению веса с контролем показателей в динамике [7–10].

В последние годы увеличилось количество научных публикаций, связанных с исследованиями состава тела при ожирении у детей [11–13]. Тем не менее не до конца изучен вопрос об изменениях и различиях в содержании костной, жировой и мышечной массы тела в зависимости от степени ожирения.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить особенности композиционного состава тела у детей с различной степенью ожирения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено одномоментное исследование, в котором приняло участие 152 ребенка в возрасте 7–17 лет с ожирением (мальчики: $n=73$; девочки: $n=79$) на базе клиники ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России. За основу разделения пациентов на группы была принята степень ожирения:

- 1-я группа — дети с I степенью ожирения (17,7%; $n=27$);
- 2-я группа — дети со II степенью ожирения (33%; $n=50$);
- 3-я группа — дети с III степенью ожирения (27,6%; $n=42$);
- 4-я группа — дети с IV степенью (морбидным) ожирением (21,7%; $n=33$).

Группу контроля составили 25 детей без ожирения.

Всем пациентам проводилось стандартное клинико-лабораторное обследование. Для оценки композиционного состава тела был использован аппарат

«ABC-01 МЕДАСС» (г. Санкт-Петербург), подключенный к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением. Исследование выполняли в положении пациентов лежа на спине с корректным расположением электродов. Оценивали основные показатели в абсолютных числах и процентах отклонения от нормы: жировая масса тела (ЖМТ, кг), процент отклонения от нормы ЖМТ, доля жировой массы (ЖМТ, %), процент отклонения от нормы доли ЖМТ, безжировая (тощая) масса тела (БМТ, кг), процент отклонения от нормы БМТ, активная клеточная масса (АКМ, кг), доля активной клеточной массы (АКМ, %), процент отклонения от нормы доли АКМ, скелетно-мышечная масса (СММ, кг), процент отклонения от нормы СММ, доля скелетно-мышечной массы (СММ, %), процент отклонения от нормы доли СММ, удельный основной обмен (УОО, ккал/м в сутки), процент отклонения от нормы УОО, основной обмен (ОО, ккал/сут), общая вода в организме (ОВО, кг), процент отклонения от нормы ОВО, внеклеточная жидкость (ВКЖ, кг), процент отклонения от нормы ВКЖ.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., USA). Поскольку большинство изучаемых показателей не имело приближенно-нормального распределения, все данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха. Для оценки достоверности различий между изучаемыми подгруппами использовался критерий Манна–Уитни. Корреляционный анализ проводился с использованием критерия Спирмена. Критический уровень значимости различий принимали $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значения роста в исследуемой группе детей с ожирением составили 159,7 [120;198] см. Физическое развитие выше среднего и высокое было выявлено у 76% подростков. Показатели массы тела в основной группе — 84,3 [40,8;169] кг. Окружность

тали составила 100 [85;115] см, окружность бедер — 98 [91;105] см. Распределение подкожной жировой клетчатки было неравномерным, с акцентом на животе. Половое развитие детей соответствовало II–V стадии по Таннеру.

Жировая масса

У всех детей с ожирением в 100% случаев выявлено превышение показателя жировой массы по сравнению с группой контроля ($p=0,03$) (рис. 1).

Превышение доли ЖМТ по сравнению с группой контроля у детей с I–II степенью составило 8,4%, с III степенью — 12,7%, с IV степенью — 16,2% ($p=0,01$).

ЖМТ в основной исследуемой группе детей с ожирением имела прямую сильную корреляционную связь с ИМТ ($r=0,95$) и БМТ ($r=0,91$). Средней силы корреляция выявлена между показателями ИМТ и БМТ ($r=0,61$), что говорит о том, что рост ИМТ при избытке веса и ожирении происходит преимущественно за счет повышения ЖМТ. В меньшей степени на значение ИМТ у детей с ожирением влияет БМТ.

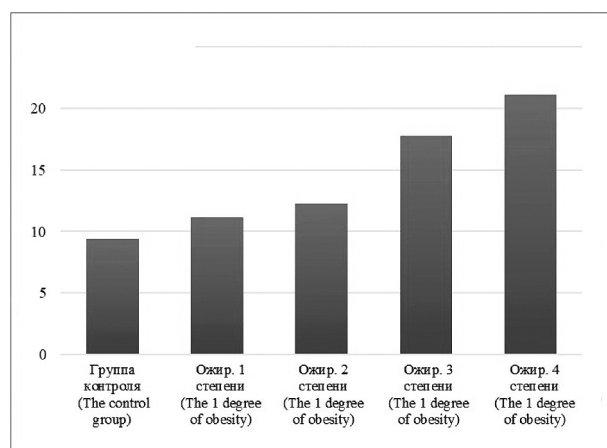


Рис. 1. Средние значения жировой массы (кг) у детей с ожирением и в группе контроля

Fig. 1. Mean values of fat mass (kg) in obese children and in the control group

Таблица 1. Количество тощей массы у детей с различной степенью ожирения

Table 1. Amount of lean mass in children with different degrees of obesity

Исследуемая группа / The study group	Среднее значение количества тощей массы, кг / The mean of lean mass, kg	Превышения БМТ по сравнению с группой контроля, % / The excesses of the lean body mass compared to the control group, %
Группа контроля / The control group	40,25	
Ожирение I степени / The I degree of obesity	49,22	22,3%
Ожирение II степени / The II degree of obesity	57,19	42,1%
Ожирение III степени / The III degree of obesity	60,82	51,1%
Ожирение IV степени / The IV degree of obesity	69,63	73%

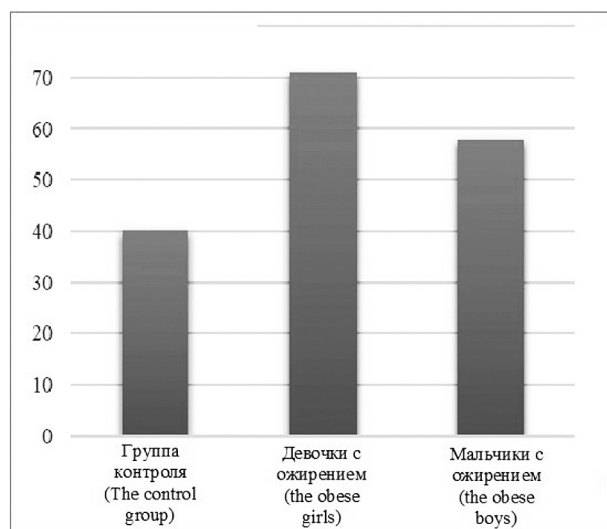


Рис. 2. Средние значения доли тощей массы (кг) у девочек и мальчиков с ожирением и в группе контроля

Fig. 2. Mean values of lean mass percentage (kg) in obese girls and boys and in the control group

Тощая масса (безжировая)

Средние значения БМТ у детей в исследуемых группах представлены в таблице 1.

Статистически значимое превышение БМТ было выявлено у 30% подростков 13–17 лет с ожирением ($p=0,0001$). Отмечалась значительная разница в степени превышения БМТ у девочек — на 72,9% и у мальчиков — на 41,3% ($p=0,02$) (рис. 2).

Процент отклонения БМТ различался в группах с разными степенями ожирения: в 1-й группе — превышение на 22,3%; во 2-й группе — на 42,1%, в 3-й группе — на 51,1%, в 4-й группе — на 73% ($p=0,003$) (рис. 3).

Активно-клеточная масса

Активно-клеточная масса (АКМ) включает активно метаболизирующие мышечные клетки, клетки внутренних органов, нервной ткани. Идеальный показатель доли АКМ составляет 50–56% [6]. Важность поддержания в норме показателя АКМ подтверждена рядом исследований, по данным которых АКМ является «плацдармом для сжигания жиров» в процессе снижения массы тела. Снижение количества метаболически активных клеток приводит к снижению скорости обмена веществ и вызывает чувство постоянного голода, сигнализируя о том, что клетки организма получают недостаточное питание, несмотря на большое количество энергетических запасов в организме [2]. Предполагая, что дети с ожирением испытывают большее чувство голода по сравнению с детьми с нормальной массой тела, можно утверждать, что низкий уровень АКМ является серьезным препятствием в процессе похудения.

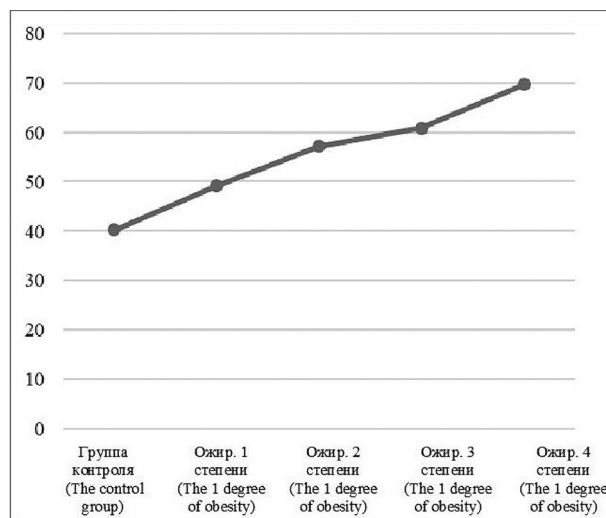


Рис. 3. Уровень отклонения доли тощей массы (%) у детей с различной степенью ожирения

Fig. 3. Level of deviation of lean mass percentage (%) in children with different degrees of obesity

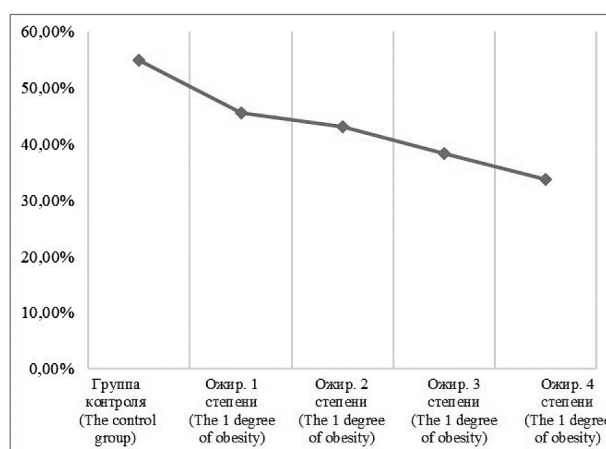


Рис. 4. Зависимость уровня АКМ от степени ожирения

Fig. 4. Dependence of ACM level on the degree of obesity

Наблюдается тенденция к снижению АКМ по мере возрастания степени ожирения: у детей с I степенью ожирения отклонение АКМ по сравнению с группой контроля было ниже на 9,4%, со II степенью — на 11,8%, с III степенью — на 16,6%, с IV степенью — на 21,15% ($p=0,003$) (рис. 4).

Скелетно-мышечная масса

У 56% исследуемых детей с ожирением выявлено снижение уровня СММ и ее доли ($p \leq 0,05$). Нормальная доля СММ — у 29% и у 15% — повышение доли СММ ($p \leq 0,05$). Состояние прогрессирующей потери мышечной массы наиболее изучено у пациентов пожилого возраста и детей с онкологическими заболеваниями, детским церебральным параличом, в послеоперационном периоде и носит название

«саркопения» [9, 10]. «Саркопения» на фоне ожирения у детей является малоизученной проблемой и заслуживает отдельного внимания [10]. Частота «саркопении» увеличивалась с ростом степени ожирения: 25,5% исследуемых из пациентов со сниженной долей СММ имели IV степень ожирения (морбидное), 20,5% — III степень и 10% — III степень (рис. 5). У 88,1% исследуемых детей с низкой долей СММ отмечалось затяжное (>5 лет) течение ожирения, диагностированное в раннем возрасте, прогрессирующее в пубертатном периоде.

Удельный основной обмен

При оценке УОО обнаружено, что в группе пациентов с ожирением показатели превышали таковые в группе контроля. Корреляционное исследование демонстрирует наличие прямой связи между уровнем АКМ в основной группе детей с ожирением и уровнем УОО в этой группе ($r=0,84$). Между уровнем УОО и ЖМТ обнаружена слабая прямая корреляционная связь ($r=0,27$), что говорит об увеличении УОО при ожирении за счет увеличения количества метаболизирующих клеток, а не

жировой ткани. Статистически значимых различий в уровне УОО в зависимости от степени ожирения не обнаружено.

Общая вода в организме

В 100% случаев выявлено превышение количества ОВО у детей с ожирением по сравнению с детьми контрольной группы (табл. 2).

С увеличением степени ожирения отмечалось увеличение ОВО, при этом у девочек больше, чем у мальчиков (на 70,2 и 41% соответственно) ($r=0,91$, $p=0,001$). У детей с I–II степенью — на 24,7%, с III степенью — на 44,1%, с IV степенью — на 63% ($r=0,92$, $p=0,002$). Интерес представляет разница в степени превышения уровня ОВО между мальчиками и девочками с IV степенью ожирения на 39,7 и 67,3% соответственно ($p=0,0002$).

По данным ряда исследователей, удельный вес воды в жировой ткани значительно меньше, чем в мышечной [6]. Таким образом, наибольший вклад в повышение уровня ОВО вносит именно мышечная масса, а не жировая, что подтверждается данными корреляционной взаимосвязи АКМ и ОВ ($r=0,9$).

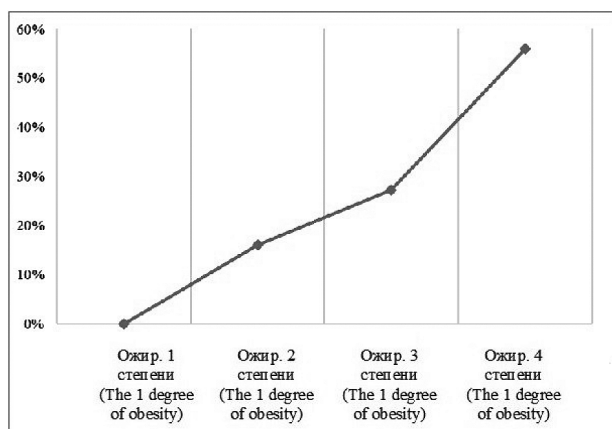


Рис. 5. Частота «саркопении» среди детей с различной степенью ожирения

Fig. 5. Frequency of «sarcopenia» among children with different degrees of obesity

Внеклеточная жидкость

Изменение значений ВКЖ обнаружено у детей с ожирением только старшего школьного возраста (15–17 лет). Снижение количества ВКЖ выявлено у 26% детей с ожирением III–IV степени, повышение — у 6,2% ($p=0,001$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ожирение вносит весомый вклад в изменение параметров композиционного состава тела у детей. Они различны и зависят от степени ожирения. Наиболее выраженные нарушения наблюдаются у подростков с длительно текущим морбидным ожирением.

ВЫВОДЫ

1. Доля ЖМТ при I–II степени не различается и увеличена на 12–16% при III–IV степени.

Таблица 2. Средние значения ОВО у детей с ожирением по сравнению с группой контроля

Table 2. Mean values of total body water in obese children compared to the control group

Исследуемая группа / The study group	Среднее значение уровня ОВО, кг / Mean values of total body water, kg	Превышения по сравнению с группой контроля, % / The excesses compared to the control group, %
Группа контроля / The control group	44,3	
Ожирение I степени / The I degree of obesity	54,75	23,61
Ожирение II степени / The II degree of obesity	55,24	24,7
Ожирение III степени / The III degree of obesity	63,84	44,11
Ожирение IV степени / The IV degree of obesity	72,21	63

2. Количество БМТ повышается с увеличением степени ожирения: I степень — превышение на 22,3%; II степень — на 42,1%, III степень — на 51,1%, IV степень (морбидное) — на 73%.

3. Показатель АКМ по мере возрастания степени ожирения снижается: у детей с I степенью ожирения отклонение АКМ по сравнению с группой контроля было ниже на 9,4%, со II степенью — на 11,8%, с III степенью — на 16,6%, с IV степенью (морбидное) — на 21,15%.

4. Частота встречаемости «саркопенического ожирения» (снижение СММ и ее доли): у 25,5% детей с морбидным ожирением, у 20,5% — с III степенью и 10% — со II степенью.

5. Уровень УОО и ВКЖ не зависят от степени ожирения.

6. Показатель ОВО у детей с I–II степенью одинаковый и увеличен на 24,7%, с III степенью — на 44,1%, с IV степенью (морбидное) — на 63%.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient's legal representatives for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грицинская В.Л., Новикова В.П., Хавкин А.И. К вопросу об эпидемиологии ожирения у детей и подростков (систематический обзор и мета-
2. Хавкин А.И., Новикова В.П., Евдокимова Н.В. Питание как способ контроля хронического воспаления низкой интенсивности через коррекцию кишечной микробиоты. Вопросы детской диетологии. 2022; 20(1): 32–41. DOI: 10.20953/1727-5784-2022-1-32-41.
3. Мильнер Е.Б., Евдокимова Н.В., Новикова В.П., Хавкин А.И. Кардиоваскулярные риски подросткового ожирения. Вопросы практической педиатрии. 2022; 17(5): 83–9. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-5-83-89.
4. Болотова Н.В., Посохова Н.В., Дронова Е.Г. Риск артериальной гипертензии у детей с метаболическим синдромом в возрастном аспекте. Лечащий врач. 2015; 1: 32.
5. Петеркова В.А., Безлепкина О.Б., Болотова Н.В. и др. Ожирение у детей. Клинические рекомендации. Проблемы Эндокринологии. 2021; 67(5): 67–83. DOI: 10.14341/probl12802.
6. Николаев Д.В., Щелыкалина С.П. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека. М.: РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ; 2016: 152.
7. Кари А.Е. Оценка композиционного состава тела у детей с ожирением. Forcipe. 2022; 5(S3): 922–3.
8. Герасимчик О.А., Гирш Я.В. Композиционный состав тела у детей и подростков с ожирением. Трансляционная медицина. 2019; 6(1): 51–7. DOI: 10.18705/2311-4495-2019-6-1-51-57.
9. Павловская Е.В., Строкова Т.В., Таран Н.Н. и др. Характеристика состава тела у детей с ожирением в зависимости от коморбидной патологии. Children's Medicine of the North-West. 2022; 10(1): 62–9.
10. Окорочков П.Л., Калинин А.Л., Стребкова Н.А. и др. Сравнительная оценка энергетического обмена, особенностей композиционного состава тела и метаболических нарушений у детей с гипоталамическим и конституционально-экзогенным ожирением. Ожирение и метаболизм. 2020; 17(3): 249–56. DOI: doi.org/10.14341/omet12552.
11. De-Mateo-Silleras B., de-la-Cruz-Marcos S., Alonso-Izquierdo L. et al. Bioelectrical impedance vector analysis in obese and overweight children. PLoS One. 2019; 14(1): e0211148. DOI: 0.1371/journal.pone.0211148.
12. Gutiérrez-Marín D., Escribano J., Closa-Monasterolo R. et al. Validation of bioelectrical impedance analysis for body composition assessment in children with obesity aged 8–14y. Clin Nutr. 2021; 40(6): 4132–9. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.02.001.
13. Leskinen T., Eloranta A.M., Tompuri T. et al. Changes in body composition by age and obesity status in

preschool-aged children: the STEPS study. *Eur J Clin Nutr.* 2021; 75(1): 57–65. DOI: 10.1038/s41430-020-0678-4.

REFERENCES

1. Gritsinskaya V.L., Novikova V.P., Khavkin A.I. K voprosu ob epidemiologii ozhireniya u detey i podrostkov (sistematicheskii obzor i meta-analiz nauchnykh publikatsiy za 15-letniy period). [Epidemiology of obesity in children and adolescents (systematic review and meta-analysis of publications over a 15-year period)]. *Problems of practical pediatrics.* 2022; 17(2): 126–35. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-2-126-135. (in Russian).
2. Khavkin A.I., Novikova V.P., Evdokimova N.V. Pitaniye kak sposob kontrolya khronicheskogo vospaleniya nizkoy intensivnosti cherez korrektsiyu kishechnoy mikrobioty. [Dietary control of low-grade chronic inflammation by correcting gut microbiota]. *Problems of pediatric nutritiology.* 2022; 20(1): 32–41. DOI: 10.20953/1727-5784-2022-1-32-41. (in Russian).
3. Mil'ner E.B., Evdokimova N.V., Novikova V.P., Khavkin A.I. Pitaniye kak sposob kontrolya khronicheskogo vospaleniya nizkoy intensivnosti cherez korrektsiyu kishechnoy mikrobioty. [Cardiovascular risks in obese adolescents]. *Problems of practical pediatrics.* 2022; 17(5): 83–9. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-5-83-89. (in Russian).
4. Bolotova N.V., Posokhova N.V., Dronova E.G. Risk arterial'noy gipertenzii u detey s metabolicheskimi sindromom v vozrastnom aspekte. [The risk of hypertension in children with metabolic syndrome in the age aspect]. *The Practitioner.* 2015; 1: 32. (in Russian).
5. Peterkova V.A., Bezlepina O.B., Bolotova N.V. i dr. Ozhirenie u detey. [Obesity in children]. *Klinichesk- ie rekomendatsii.* *Problems of Endocrinology.* 2021; 67(5): 67–83. DOI: 10.14341/probl12802. (in Russian).
6. Nikolaev D.V., Shchelykalina S.P. Lektsii po bioimpedansnomu analizu sostava tela cheloveka. [Lectures on bioimpedance analysis of human body composition]. Moskva: RIO TsNIOIZ MZ RF; 2016: 152. (in Russian).
7. Kari A.E. Otsenka kompozitsionnogo sostava tela u detey s ozhireniem. [Body composition evaluation in children with obesity]. *Forcipe.* 2022; 5(53): 922–3. (in Russian).
8. Gerasimchik O.A., Girsh Ya.V. Kompozitsionnyy sostav tela u detey i podrostkov s ozhireniem. [Composition of the body in obese children and adolescents]. *Translyatsional meditsine.* 2019; 6(1): 51–7. DOI: 10.18705/2311-4495-2019-6-1-51-57. (in Russian).
9. Pavlovskaya E.V., Strokova T.V., Taran N.N. i dr. Kharakteristika sostava tela u detey s ozhireniem v zavisimosti ot komorbidnoy patologii. [Characterization of body composition in obese children depending on comorbid pathology]. *Children's Medicine of the North-West.* 2022; 10(1): 62–9. (in Russian).
10. Okorokov P.L., Kalinin A.L., Strebkova N.A. i dr. Sravnitel'naya otsenka energeticheskogo obmena, osobennostey kompozitsionnogo sostava tela i metabolicheskikh narusheniy u detey s gipotalamicheskimi i konstitutsional'no-ekzogennymi ozhireniem. [Comparative assessment of energy metabolism, body composition and metabolic features in children with hypothalamic and simple obesity]. *Obesity and metabolism. Ozhirenie i metabolism.* 2020; 17(3): 249–56. DOI: doi.org/10.14341/omet12552. (in Russian).
11. De-Mateo-Silleras B., de-la-Cruz-Marcos S., Alonso-Izquierdo L. et al. Bioelectrical impedance vector analysis in obese and overweight children. *PLoS One.* 2019; 14(1): e0211148. DOI: 10.1371/journal.pone.0211148.
12. Gutiérrez-Marín D., Escribano J., Closa-Monasterolo R. et al. Validation of bioelectrical impedance analysis for body composition assessment in children with obesity aged 8-14y. *Clin Nutr.* 2021; 40(6): 4132–9. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.02.001.
13. Leskinen T., Eloranta A.M., Tompuri T. et al. Changes in body composition by age and obesity status in preschool-aged children: the STEPS study. *Eur J Clin Nutr.* 2021; 75(1): 57–65. DOI: 10.1038/s41430-020-0678-4.