

УДК 614.2/616.4/616-7:616-053

3.1.21 Педиатрия

DOI: 10.37903/vsgma.2025.2.6 EDN: DDDSHB

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ
К ДИАГНОСТИКЕ САРКОПЕНИЧЕСКОГО ОЖИРЕНИЯ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА****© Бекезин В.В.¹, Козлова Е.Ю.^{1,2}, Королева А.Е.¹, Короткая Н.Н.², Демина Е.Г.²,
Волкова Е.А.²**¹Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28²Детская клиническая больница г. Смоленска, 214000, Россия, Смоленск, ул. Октябрьской рев., 16*Резюме*

Цель. Провести анализ использования современных подходов к диагностике саркопенического ожирения у детей школьного возраста.

Методика. На первом этапе (катамнестическом) проведен анализ результатов (антропометрия, биоимпедансометрия) профилактических осмотров 1590 школьников г. Смоленска. На втором этапе (проспективном) методом случайной выборки в исследование были включены 100 детей школьного возраста (10-17 лет), которые были разделены на 3 группы в зависимости от индекса массы тела (ИМТ, кг/м²): 1-я группа (n=41) – школьники с ИМТ ± 1 SDS ИМТ; 2-я группа (n=29) (n=30) – дети с ИМТ от + 1 SDS до + 2 SDS ИМТ (дети с избыточной массой тела); 3-я группа – школьники с ИМТ + 2 SDS ИМТ и более с учетом пола и возраста (дети с ожирением).

Результаты. Результаты 1-го этапа свидетельствуют, что частота встречаемости саркопенического ожирения при использовании в его диагностике индекса MFR (по данным биоимпедансного анализа) в общей популяции школьников (вне зависимости от индекса массы тела) составляет у мальчиков 15,74%, а у девочек – 8,04%; частота встречаемости саркопенического ожирения у детей школьного возраста с ожирением, определяемым по данным индекса массы тела, составляет у мальчиков 66,13%, а у девочек – 47,05%. Сравнительный анализ результатов комплексного обследования школьников с использованием критериев саркопении в соответствии с рекомендациями EWGSOP (2019) показал, что у школьников с ожирением имеет место по данным биоимпедансного анализа увеличение мышечной массы (БМТ, СММ, ИБМТ) на фоне отсутствия различий в абсолютных показателях, характеризующих мышечную силу и мышечную функцию. При этом дальнейший сравнительный анализ относительных (скорректированных по ИБМТ) показателей выявил, что эти параметры имели достоверно более низкие значения на единицу измерения индекса БМТ по данным биоимпедансометрии. То есть у школьников с ожирением регистрировалось относительное снижение мышечной силы и мышечной функции на фоне тенденции к увеличению мышечной массы по сравнению с детьми с нормальными показателями индекса массы тела.

Заключение. Таким образом, на сегодняшний день сохраняется актуальным вопрос о необходимости разработки четких диагностических критериев саркопенического ожирения для детей школьного возраста. Дальнейшее изучение саркопенического ожирения у школьников, а также его влияния на кардиоваскулярные и метаболические риски, будут оставаться востребованными для педиатрической практики.

Ключевые слова: саркопеническое ожирение, школьники, критерии диагностики, группа кардиоваскулярного и метаболического рисков

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF MODERN APPROACHES TO THE DIAGNOSIS
OF SARCOOPENIC OBESITY IN SCHOOL-AGE CHILDREN****Bekezin V.V.¹, Kozlova E.Yu.^{1,2}, Koroleva A.E.¹, Korotkaya N.N.², Demina E.G.², Volkova E.A.²**¹Smolensk State Medical University, 28, Krupskoj St., 214019, Smolensk, Russia²Children's Clinical Hospital, 16, Oktyabrskaya rev. St., 214000, Smolensk, Russia*Abstract*

Objective. The article presents an analysis of the use of modern approaches to the diagnosis of sarcopenic obesity in school-age children.

Methods. At the first stage (catamnestic), the results (anthropometry, bioimpedance measurement) of preventive examinations of 1590 schoolchildren in Smolensk were analyzed. At the second stage (prospective), 100 school-age children (10-17 years old) were randomly selected into the study, who were divided into 3 groups depending on body mass index (BMI, kg/m²): group 1 (n=41) – schoolchildren with a BMI of ± 1 SDS BMI; Group 2 (n=29) (n=30) – children with BMI from + 1 SDS to + 2 SDS BMI (overweight children); Group 3 – schoolchildren with a BMI of + 2 SDS BMI or more, taking into account gender and age (obese children).

Results. The results of the 1st stage indicate that the incidence of sarcopenic obesity when using the MFR index in its diagnosis (according to bioimpedance analysis) in the general population of schoolchildren (regardless of body mass index) is 15,74 % in boys and 8,04 % in girls; the incidence of sarcopenic obesity in school-age obese children The body mass index is 66,13 % for boys and 47,05 % for girls. A comparative analysis of the results of a comprehensive examination of schoolchildren using sarcopenia criteria in accordance with the recommendations of EWGSOP (2019) showed that, according to bioimpedance analysis, obese schoolchildren have an increase in muscle mass (FFBW, MKM, IFFBW) against the background of the absence of differences in absolute indicators characterizing muscle strength and muscle function. At the same time, a further comparative analysis of the relative (adjusted for IFFBW) indicators revealed that these parameters had significantly lower values per unit of measurement of the FFBW (fat-free body weight) index according to bioimpedance measurements. That is, obese schoolchildren showed a relative decrease in muscle strength and muscle function against the background of a tendency to increase muscle mass compared with children with normal body mass index.

Conclusion. Thus, the issue of the need to develop clear diagnostic criteria for sarcopenic obesity for school-age children remains relevant today. Further study of sarcopenic obesity in schoolchildren, as well as its effect on cardiovascular and metabolic risks, will remain in demand for pediatric practice.

Keywords: sarcopenic obesity, schoolchildren, diagnostic criteria, cardiovascular and metabolic risk group

Введение

Саркопеническое ожирение (СО) – это синдром, при котором снижение мышечной силы скелетной мускулатуры и общей массы скелетной мускулатуры (саркопения) сочетается с увеличением жировой массы тела [4, 5, 14, 31]. Распространенность саркопении в популяции по разным источникам варьирует от 4,3% до 73,3% и зависит от возрастных критериев включения и особенностей исследуемых групп. Так среди лиц 60-70 лет распространенность саркопении находится в диапазоне 5-13%, а в группе старше 80 лет – на уровне 50%. Распространённость саркопении в Европе в общей популяции в 2016 г. составила около 15,6%, а в российской популяции у пациентов старше 85 лет – 13% [4, 8, 9, 19, 20, 29, 31].

Высокая значимость изучения вопросов диагностики, скрининга, патогенеза, методов лечения саркопении вытекает из ее влияния на клинические исходы – инвалидизация, госпитализация, заболеваемость и смертность; сердечнососудистые и метаболические проблемы особенно усугубляются при саркопеническом ожирении [1, 8, 9, 12, 13, 15, 17-21, 25, 27, 28, 30].

Распространенность саркопенического ожирения увеличивается с возрастом и в педиатрии проблема саркопенического ожирения ранее казалось не так актуальна, как у лиц старшего поколения. Однако, в исследовании Michal Steffl и соавт. (2017) были получены результаты о диагностике саркопенического ожирения у 9,3% мальчиков и 7,2% девочек в общей популяции [26]. В исследовании Ji Hyun Moon и соавт. (2018) большинство детей, страдающих от ожирения, находились в группе с низкой мышечной массой [17]. В исследовании Carolin Sack и соавт. (2022) из 119 участников (средний возраст 12,2 года), страдающих ожирением, включенных в анализ у 83 (69,7%) была саркопения [23]. При этом следует отметить, что в большинстве педиатрических исследований для диагностики СО использовались различные индексы компонентного состава тела, определяемого по данным биоимпедансного анализа [6, 7, 24].

Общепринятых критериев диагностики СО у детей и подростков к настоящему времени не существует. Для выявления СО у детей в различных исследованиях используются разнообразные критерии, позволяющие оценить относительное количество скелетно-мышечной или безжировой массы и их дефицит [6, 11]. Так в рамках первого систематического обзора по теме СО у детей (2022) было проанализировано 11 работ, в которых у детей с ожирением и с нормальной массой тела данное состояние диагностировали с использованием визуализирующих методов (КТ, МРТ, DXA, биоимпедансометрии) и кистевой динамометрии [31]; а в качестве диагностических

критериев СО в исследованиях использовались – отношение скелетно-мышечной массы (СММ, кг) к жировой массе (ЖМ, кг) (muscle-to-fat ratio/ MFR) [16]; индекс ЖМ/БЖМ (безжировая масса) >90-го перцентиля [10]; отношение мышечной силы по данным кистевой динамометрии к индексу массы тела (ИМТ, кг/м²) – мышечная сила/ИМТ <25-го перцентиля [22]; количество скелетно-мышечной массы (СММ) <25-го перцентиля [27].

Клиническое значение СО у пациентов обусловлено не только избытком жировой массы, но и недостаточностью мышечной массы и ее дисфункцией, что сопровождается дисбалансом в выработке миокинов. В соответствии с современной концепцией миокины – специфические цитокины или другие пептиды, которые продуцируются, экспрессируются и реализуют свои функции при непосредственном участии мышечных волокон. Миокины могут оказывать аутокринное, паракринное и эндокринное действие; являются естественными антагонистами адипокинов; обеспечивают защитное протекторное действие физических упражнений в отношении заболеваний, ассоциированных с малоподвижным образом жизни. Мышцы (мышечная ткань) реально производят сотни секретируемых продуктов, большинство из которых действуют лишь локально и не могут считаться эндокринными регуляторами. К выявленным и изученным миокинам относятся миостатин, LIF (Leukemia Inhibitory Factor или фактор подавления лейкемии), IL-6, IL-7, IL-15, иризин, BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor или нейротрофический фактор мозга), IGF-1 (Insulin-like Growth Factor или инсулиноподобный фактор роста I, соматомедин C), FGF-1 (Fibroblast Growth Factor или фактор роста фибробластов), FSTL-1 (лиганд фоллистатиноподобного белка) [8, 9].

Мышечная дисфункция повышает кардиоваскулярные и метаболические риски у детей с саркопеническим ожирением. Известно, что инсулинорезистентность, возникающая на фоне саркопенического ожирения, приводит к повреждению эндотелия, ремоделированию гладкой мускулатуры и атеросклеротическим изменениям сосудов [12, 27].

Учитывая выше сказанное, можно сделать вывод, что на сегодняшний день проблема саркопенического ожирения в педиатрии является актуальной проблемой, требующей разностороннего ее изучения уже в детском и подростковом возрасте.

Цель исследования – провести сравнительный анализ современных подходов к диагностике саркопенического ожирения у детей школьного возраста с целью оптимизации этапного скрининга СО у школьников в рамках профилактических осмотров.

Методика

На первом этапе (катамнестическом) был проведен анализ результатов (антропометрия, биоимпедансометрия) профилактических осмотров 1590 школьников г. Смоленска на базе Центра здоровья детей ОГБУЗ ДКБ г. Смоленска. Для диагностики саркопенического ожирения у школьников использовался индекс MFR, равный отношению скелетно-мышечной массы (СММ, кг) к жировой массе (ЖМ, кг), определяемым по результатам биоимпедансного анализа (McCarthy H.D. et. al., 2014). У мальчиков 10-18 лет СО диагностируют при значении индекса СММ/ЖМ ниже 1,25; у девочек 10-18 лет – при значении индекса СММ/ЖМ ниже 0,8 [16]. Биоимпедансометрию проводили на анализаторе состава тела ABC-02 «Медасс» (Россия) с определением соответствующих параметров у школьников [2, 3]. На втором этапе (проспективном) методом случайной выборки в исследование были включены 100 детей школьного возраста (10-17 лет), которые были разделены на 3 группы в зависимости от индекса массы тела (ИМТ, кг/м²): 1-я группа (n=41) – школьники с ИМТ $\pm$ 1 SDS ИМТ; 2-я группа (n=29) (n=30) – дети с ИМТ от + 1 SDS до + 2 SDS ИМТ (дети с избыточной массой тела); 3-я группа – школьники с ИМТ + 2 SDS ИМТ и более с учетом пола и возраста (дети с ожирением). На втором этапе исследования использовали методы оценки мышечных массы, силы и функции в соответствии с рекомендациями Европейской рабочей группы по саркопении у пожилых людей (EWGSOP, 2019): биоимпедансный анализ для определения мышечной массы; для оценки мышечной силы – сила сжатия кисти с помощью кистевого динамометра; мышечная функция определялась с помощью теста оценки скорости ходьбы на короткое расстояние (4 м) и пиковой скорости выдоха (ПСВ) по результатам пикфлоуметрии [9]. В дальнейшем учитывали диагностические критерии СО в соответствии с консенсусом Европейского общества клинического питания и метаболизма (ESPEN) и Европейской ассоциации по изучению ожирения (EASO) с участием международной группы экспертов (2022) [14].

Клинико-лабораторная характеристика обследованных школьников на 2-м этапе в зависимости от индекса массы тела (1-я, 2-я и 3-я группы) представлена в табл. 1. Достоверных различий между группами по полу и возрасту не регистрировалось.

Таблица 1. Клинико-лабораторная характеристика обследованных школьников

Показатели (M±SD)	1-я группа (n=41)	2-я группа (n=29)	3-я группа (n=30)
Возраст (годы)	12,65±2,25	11,62±1,82	12,26±1,72
Пол:			
мал. (абс., (%));	27 (65,9 %)	20 (68,9 %)	21 (70,0 %)
дев. (абс., (%))	14 (34,1 %)	9 (31,1 %)	9 (30,0 %)
Масса (кг)	46,04±7,65	48,9±6,57*	63,4±14,7*^
Рост (м)	1,56±0,132	1,52±0,100	1,57±0,104
ИМТ (кг/м ²)	18,76±0,65	21,05±0,71*	25,28±3,30*^
ЖМТ (кг)	9,27±4,21	10,99±3,38*	15,96±8,58*^
% ЖМТ (%)	19,73±26,4	22,3±7,61*	25,71±11,51*^
Холестерин (ммоль/л)	4,21±1,64	4,52±0,24	4,34±0,33
Глюкоза нат. (ммоль/л)	4,54±0,43	4,47±0,47	4,49±0,56

Примечания: * – достоверность различий (P<0,05) между параметрами детей 1-й группы и параметрами детей 2-й и 3-й групп;

^ – достоверность различий (P<0,05) между параметрами детей 2-й группы и параметрами детей 3-й группы

Статистический анализ результатов исследования проводился с использованием программы Microsoft Excel 2013. Описательная статистика для количественных данных приведена в виде СКО, для качественных данных – в виде абсолютных значений и относительных частот (n, %). Сравнение групп по количественным признакам проводилось с использованием U-критерия Манна-Уитни, по качественным признакам – критерия χ^2 . Различия считались статистически значимыми при p<0,05.

Результаты исследования

Анализ результатов, полученных на 1-м этапе, показал, что частота встречаемости саркопенического ожирения при использовании в его диагностике индекса MFR (McCarthy H.D. et al., 2014) в общей популяции школьников (вне зависимости от индекса массы тела) составляет у мальчиков 15,74%, а у девочек – 8,04%. При этом частота встречаемости саркопенического ожирения у детей школьного возраста с ожирением, определяемым по данным индекса массы тела, составляет у мальчиков 66,13%, а у девочек – 47,05% (табл. 2).

Таблица 2. Частота встречаемости СО по индексу MFR (BIA) у детей и подростков по результатам профилактических осмотров в школах (2022)

Популяция	Количество обследованных	Методы диагностики	Частота встречаемости СО (%)
Дети 10-17 лет (школьники, общая популяция)	1590	BIA (индекс MFR), ИМТ (кг/м ²)	мальчики: 15,74%; девочки: 8,04%
Дети 10-17 лет (школьники с ожирением 1-3 степени)	189	BIA (индекс MFR), ИМТ (кг/м ²)	мальчики: 66,13%; девочки: 47,05%

Полученные результаты свидетельствуют о высокой частоте встречаемости СО у школьников (практически у каждого второго с ожирением) при использовании в диагностике индекса MFR, определяемого по данным биоимпедансного анализа (McCarthy H.D. et al., 2014).

В дальнейшем (на 2-м этапе) был проведен сравнительный комплексный анализ абсолютных и относительных показателей, характеризующих мышечную силу, мышечную массу и мышечную функцию у школьников в зависимости от их индекса массы тела (табл. 3-6). Было выявлено, что достоверные различия регистрируются по средним значениям показателей безжировой массы тела (БМТ, кг) и индекса безжировой массы тела (ИБМТ, кг/м²) между детьми 3-й группы (дети с ожирением), с одной стороны и детьми 1-й (дети контрольной группы) и 2-й групп – с другой стороны (табл. 3). При этом достоверных различий по средним значениям скелетно-мышечной массы (СММ, кг) и индекса скелетно-мышечной массы (ИСММ, кг/м²) между обследованными группами не диагностировались (отмечалась только тенденция к их нарастанию).

Таблица 3. Показатели мышечной массы у обследованных школьников по данным биоимпедансометрии

Группы	Показатели биоимпедансометрии (M±SD)			
	БМТ (кг)	СММ (кг)	ИБМТ кг/м ²	ИСММ кг/м ²
1-я группа (n=41)	35,73±9,5	22,5±7,81	15,78±4,61	9,73±3,63
2-я группа (n=29)	37,87±7,89*	22,34±6,91	16,47±1,80	9,55±2,18
3-я группа (n=30)	48,44±14,39*^	25,22±7,29*^	18,90±4,65*^	9,82±2,87

Примечания: * – достоверность различий (P<0,05) между параметрами детей 1-й группы и параметрами детей 2-й и 3-й групп;

^ – достоверность различий (P<0,05) между параметрами детей 2-й группы и параметрами детей 3-й группы

Анализ персонализированных показателей ИБМТ и ИСММ у обследованных детей показал, что у детей 3-й группы высокие значения ИБМТ ($\uparrow + 2$ SD ИБМТ по номограммам с учетом пола и возраста ребенка) регистрировались достоверно чаще (40,0%), чем у детей 1-й и 2-й групп, у которых высокие значения ИБМТ вообще не определялись (табл. 4). Аналогичная тенденция отмечалась у детей 3-й группы по частоте встречаемости высоких значений ИСММ по отношению к детям 1-й и 2-й групп (табл. 4).

Таблица 4. Сравнительный анализ мышечной массы у обследованных школьников по данным биоимпедансометрии

Группы	Заключение по ИБМТ (кг/м ²)			Заключение по ИСММ (кг/м ²)		
	понижен (абс., %)	норма (абс., %)	повышен (абс., %)	понижен (абс., %)	норма (абс., %)	повышен (абс., %)
1-я группа (n=41)	1 (2,4%)	39 (97,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	29 (70,7%)	12 (29,3%)
2-я группа (n=29)	0 (0,0%)	29 (100%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	19 (65,5%)	10 (34,5%)
3-я группа (n=30)	0 (0,0%)	18 (60,0%)*^	12 (40,0%)*^	0 (0,0%)	17 (56,7%)	13 (43,3%)

Примечания: * – достоверность различий (P<0,05) между параметрами детей 1-й группы и параметрами детей 2-й и 3-й групп;

^ – достоверность различий (P<0,05) между параметрами детей 2-й группы и параметрами детей 3-й группы

Таблица 5. Показатели мышечной силы у обследованных школьников по данным кистевой динамометрии (КД) и пиковой скорости выдоха (ПСВ)

Группы	Показатели мышечной силы (МС, M±SD) (кистевая динамометрия (КД))				ПСВ (л/мин) (M±SD)
	Правая рука (кг)	Левая рука (кг)	ИМС _{пр. р.} (кг/м ²)	ИМС _{лев. р.} (кг/м ²)	
1-я группа (n=41)	23,05±5,81	21,52±5,76	9,18±1,93	8,58±1,89	4,75±1,12
2-я группа (n=29)	22,12±8,52	20,11±7,99	9,28±2,57	8,49±2,61	4,54±1,50
3-я группа (n=30)	24,83±7,84	22,82±8,83	9,98±2,65	9,12±2,81	4,56±1,19

Таблица 6. Показатели мышечной функции (тест ходьбы на короткое расстояние) у обследованных школьников

Группы	Показатели мышечной функции (скорость ходьбы на короткое расстояние, 4 м) (M±SD)		Скорость ниже 0,8 м/с (абс., %)
	Время, затраченное при ходьбе на 4 метра (сек.)	Скорость ходьбы (м/с)	
1-я группа (n=41)	5,04±0,09	0,794±0,18	18 (43,9%)
2-я группа (n=29)	5,12±0,19	0,781±0,029	16 (55,2%)
3-я группа (n=30)	5,04±0,13	0,794±0,021	14 (46,7%)

Достоверных различий между средними значениями показателей мышечной силы по данным ручной динамометрии (МС (кг), ИМС (кг/м²)) и пиковой скорости выдоха (ПСВ) по данным пикфлоуметрии; а также мышечной функции (скорость ходьбы на короткое расстояние (м/с)) у детей 1-й, 2-й и 3-й групп выявлено не было (табл. 5, 6). Проведенный комплексный анализ показал, что у детей школьного возраста с ожирением (3-я группа) регистрировалось достоверное повышение показателей, характеризующих мышечную массу (БМТ, СММ, ИБМТ), на фоне

отсутствия различий между параметрами мышечной силы и функции. В дальнейшем в исследовании были оценены показатели мышечной силы/мышечной функции, скорректированные по индексу безжировой массы тела. Скорректированный показатель мышечной силы (СПМС) рассчитывали по формулам: $СПМС_1 = ИМС (кг/м^2) / ИБМТ (кг/м^2) (усл. ед.)$; $СПМС_2 = КД (кг) / ИБМТ (кг/м^2) (усл. ед.)$. Скорректированный показатель мышечной функции (СПМФ) рассчитывали по формуле: $СПМФ = \text{скорость ходьбы (м/с)} / ИБМТ (кг/м^2) (усл. ед.)$.

Полученные результаты свидетельствуют о достоверном снижении скорректированных показателей мышечной силы ($СПМС_1$, $СПМС_2$) и мышечной функции (СПМФ) у детей 3-й группы по сравнению с детьми 1-й группы (табл. 7, табл. 8). Аналогичная, но менее выраженная тенденция регистрировалась по данным показателям и у детей 2-й группы по сравнению с детьми 1-й группы (табл. 7, табл. 8).

Таблица 7. Скорректированные показатели мышечной силы ($СПМС_1$) и мышечной функции у обследованных школьников

Группы	Скорректированные показатели мышечной силы/ функции (M±SD)		
	СПМС ₁ , усл. ед. (правая рука)	СПМС ₁ , усл. ед. (левая рука)	СПМФ
1-я группа (n=41)	0,65±0,19	0,61±0,17*	0,053±0,009
2-я группа (n=29)	0,56±0,15	0,51±0,14	0,048±0,005
3-я группа (n=30)	0,53±0,15^	0,49±0,16^	0,042±0,007^

Примечания: * – достоверность различий ($P<0,05$) между параметрами детей 1-й группы и параметрами детей 2-й группы;

^ – достоверность различий ($P<0,05$) между параметрами детей 1-й группы и параметрами детей 3-й группы

Таблица 8. Скорректированные показатели мышечной силы ($СПМС_2$) у обследованных школьников

Группы	Скорректированные показатели мышечной силы (M±SD)	
	СПМС ₂ , усл.ед. (правая рука)	СПМС ₂ , усл. ед. (левая рука)
1-я группа (n=41)	1,60±0,70*	1,49±0,65*
2-я группа (n=29)	1,34±0,49^	1,21±0,44^
3-я группа (n=30)	1,27±0,35	1,14±0,31

Примечания: * – достоверность различий ($P<0,05$) между параметрами детей 1-й группы и параметрами детей 2-й и 3-й групп;

^ – достоверность различий ($P<0,05$) между параметрами детей 2-й группы и параметрами детей 3-й группы

Обсуждение результатов исследования

Сравнительный анализ результатов комплексного обследования школьников с использованием критериев саркопении в соответствии с рекомендациями EWGSOP (2019) показал, что у школьников с ожирением имеет место по данным биоимпедансного анализа увеличение мышечной массы (БМТ, СММ, ИБМТ) на фоне отсутствия различий в абсолютных показателях, характеризующих мышечную силу и мышечную функцию. При этом дальнейший сравнительный анализ относительных (скорректированных по ИБМТ) показателей выявил, что эти параметры имели достоверно более низкие значения на единицу измерения индекса БМТ по данным биоимпедансометрии. То есть у школьников с ожирением регистрировалось относительное снижение мышечной силы и мышечной функции на фоне тенденции к увеличению мышечной массы по сравнению с детьми 1-й группы. На сегодняшний день для оценки состояния, характеризующегося снижением мышечной силы и/или мышечной функции по отношению к сохраненной мышечной массе, используют термин динопении. По результатам проведенного исследования у детей школьного возраста с ожирением регистрируются высокие риски развития на начальном этапе «относительной» динопении, которая в последующем, несомненно, может трансформироваться в саркопеническое ожирение. Школьники с ожирением и дисфункцией мышечной ткани, о чем свидетельствуют более низкие скорректированные показатели мышечной силы и мышечной функции, должны относиться в группу высокого риска по развитию у них саркопенического ожирения и по выявлению повышенных кардиоваскулярных и метаболических рисков (рис.).

Результаты показали, что при использовании в качестве диагностических критериев саркопении рекомендаций EWGSOP (2019) у школьников с ожирением по сравнению с рекомендуемыми для применения в педиатрической практике индексами, рассчитанными по данным биоимпедансного анализа, имеются расхождения в количественном выявлении саркопенического ожирения. Это

позволяет, с одной стороны, высказать пожелание о разработке диагностических критериев саркопении для детей школьного возраста, а с другой – выразить сомнения, что использование в педиатрии предлагаемых индексов, рассчитанных с учетом компонентного состава тела по данным биоимпедансометрии, даст истинное представление о распространенности саркопенического ожирения у школьников.

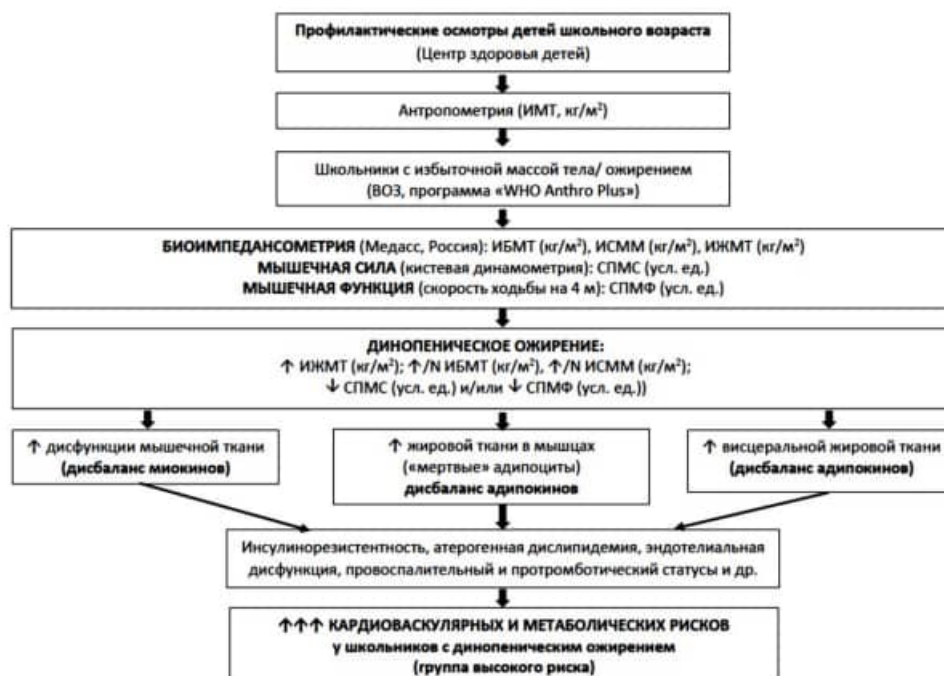


Рис. Диагностический алгоритм выявления в рамках профилактических осмотров динопенического ожирения у школьников (группа высокого кардиоваскулярного и метаболического рисков)

Заключение

Таким образом, результаты исследования показали, что на сегодняшний день сохраняется актуальным вопрос о необходимости разработки четких диагностических критериев СО для детей школьного возраста. Наиболее часто рекомендуемые для использования в педиатрии с целью диагностики СО индексы компонентного состава тела, которые учитывают только один параметр саркопении – мышечную массу, очевидно, завышают данные о распространенности СО в детском и подростковом возрасте. В то же время, учитывая важную биологическую роль мышечной ткани в организме (особенно в организме растущего ребенка) – аутокринное, паракринное и эндокринное действие миокинов (многие являются естественными антагонистами адипокинов), дальнейшее изучение саркопенического ожирения у школьников, а также его влияния на кардиоваскулярные и метаболические риски, будут оставаться востребованными для педиатрической практики.

Литература (references)

1. Бекезин В.В., Дружинина Т.В., Волкова Е.А., Путимцева А.Л. и др. Место комплексного скринингового обследования детей подросткового возраста в Центре здоровья в ранней диагностике высокого риска первичной артериальной гипертензии // Российский кардиологический журнал. – 2020. – Т.25, №S2. – С. 5-6. [Bekezin V.V., Druzhinina T.V., Volkova E.A., Putimtseva A.L. i dr. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal*. Russian Journal of Cardiology. – 2020. – V.25, NS2. – P. 5-6. (in Russian)]
2. Бекезин В.В., Дружинина Т.В., Олейникова В.М., Цветная И.Н. и др. Результаты лонгитудинального исследования состава тела детей школьного возраста по данным центра здоровья г. Смоленска // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2019. – Т.64, №4. – С. 309-310. [Bekezin V.V.,

- Druzhinina T.V., Oleinikova V.M., Tsvetnaya I.N. i dr. *Rossiiskij vestnik perinatologii i pediatrii*. Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics. – 2019. – V.64, N4. – P. 309-310. (in Russian)]
3. Бекезин В.В., Дружинина Т.В., Пересецкая О.В., Цветная И.Н. и др. Некоторые аспекты результатов биоимпедансного анализа в рамках ретроспективного лонгитудинального исследования детей школьного возраста г. Смоленска // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2019. – Т.18, №3. – С. 183-188. [Bekezin V.V., Druzhinina T.V., Peresetskaya O.V., Tsvetnaya I.N. i dr. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2019. – V.18, N3. – P. 183-188. (in Russian)]
 4. Бернс С.А., Шептулина А.Ф., Мамутова Э.М., Киселев А.Р., Драпкина О.М. Саркопеническое ожирение: эпидемиология, патогенез и особенности диагностики // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2022. – Т.22, №6. – С.78-85. [Berns S.A., Sheptulina A.F., Mamutova E.M., Kiselev A.R., Drapkina O.M. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. Cardiovascular Therapy and Prevention. – 2023. – V.22, N6. – P. 78-85. (in Russian)]
 5. Завьялова А.Н., Трошкина М.Е., Щербак Л.А., Новикова В.П. Саркопеническое ожирение у детей// Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2023. – Т.209, №1. – С. 134-141. [Zav'yalova A.N., Troshkina M.E., Shcherbak L.A., Novikova V.P. *E'ksperimental'naya i klinicheskaya gastroe'nterologiya*. Experimental and Clinical Gastroenterology. – 2023. – V.209, N1. – P. 134-141. (in Russian)]
 6. Buckinx F., Landi F., Cesari M., Fielding R.A., Visser M., Engelke K., et al. Pitfalls in the measurement of muscle mass: a need for a reference standard // Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle. – 2018. – V.9, N2. – P. 269-278.
 7. Chien M.Y., Huang T.Y., Wu Y.T. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan // Journal of the American Geriatrics Society. – 2008. – V.56, N9. – P. 1710-1715.
 8. Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M., Boirie Y., Cederholm T., Landi F., et al. Sarcopenia: European Consensus on Definition and Diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People // Age Ageing. – 2010. – V.39, N4. – P. 412-423.
 9. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J., Boirie Y., Bruyère O., Cederholm T., et al. Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis // Age Ageing. – 2019. – V.48, N1. – P. 16-31.
 10. Gättjens I., Schmidt SCE, Plachta-Danielzik S., Bosy-Westphal A., Müller M.J. Body Composition Characteristics of a Load-Capacity Model: Age-Dependent and Sex-Specific Percentiles in 5- to 17-Year-Old Children // Obesity Facts. – 2021. – V.14, N6. – P. 593-603.
 11. Guo B., Wu Q., Gong J., Xiao Z., Tang Y., Shang J., et al. Relationships between the lean mass index and bone mass and reference values of muscular status in healthy Chinese children and adolescents // Journal of bone and mineral metabolism. – 2016. – V.34, N6. – P. 703-713.
 12. Hong S.H., Choi K.M. Sarcopenic obesity, insulin resistance, And their implications in cardiovascular consequences // International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – V.21, N2. – 494 (P. 1-17).
 13. Joffe L., Shen W., Shadid G., Jin Z., Ladas E.J. Skeletal Muscle and Adipose Tissue Changes in the First Phase of Treatment of Pediatric Solid Tumors // Cancer Medicine. – 2021. – V.10, N1. – P. 15-22.
 14. Lorenzo M., Donini, Luca Busetto, Stephan Bischoff et. al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement // Obesity Facts. – 2022. – V.15, N3. – P. 321-335.
 15. Mangus R.S., Bush W.J., Miller C., Kubal C.A. Severe Sarcopenia and Increased Fat Stores in Pediatric Patients with Liver, Kidney, or Intestine Failure // Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. – 2017. – V.65, N5. – P. 579-583.
 16. McCarthy H.D., Samani-Radia D., Jebb S.A., Prentice A.M. Skeletal Muscle Mass Reference Curves for Children and Adolescents // Pediatric Obesity. – 2014. – V.9, N4. – P. 249-259.
 17. Moon J.H., Kong M.H., Kim H.J. Low Muscle Mass and Depressed Mood in Korean Adolescents: A Cross-Sectional Analysis of the Fourth and Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys // Journal of Korean Medical Science. – 2018. – V.33, N50. – e320.
 18. Mueske N.M., Mittelman S.D., Wren TAL, Gilsanz V., Orgel E. Myosteatorsis in Adolescents and Young Adults Treated for Acute Lymphoblastic Leukemia // Leukemia & Lymphoma. – 2019. – V.60, N13. – P. 3146-3153.
 19. Ooi P.H., Hager A., Mazurak V.C., Dajani K., Bhargava R., Gilmour S.M., Mager D.R. Sarcopenia in Chronic Liver Disease: Impact on Outcomes // Liver transplantation. – 2019. – V.25, N9. – P. 1422-1438.
 20. Orgel E., Mueske N.M., Sposto R., Gilsanz V., Freyer D.R., Mittelman S.D. Limitations of Body Mass Index to Assess Body Composition Due to Sarcopenic Obesity During Leukemia Therapy // Leukemia & Lymphoma. – 2018. – V.59, N1. – P. 138-145.
 21. Pacifico L., Perla F.M., Andreoli G., Grieco R., Pierimarchi P., Chiesa C. Nonalcoholic Fatty Liver Disease Is Associated With Low Skeletal Muscle Mass in Overweight/Obese Youths // Frontiers in Pediatrics. – 2020. – N8. – 158 (P. 1-8).
 22. Palacio-Agüero A., Díaz-Torrente X., Quintiliano Scarpelli Dourado D. Relative handgrip strength, nutritional status and abdominal obesity in Chilean adolescents // PLoS One. – 2020. – V.15, N6. – e0234316 (P. 1-13).

23. Sack C., Ferrari N., Friesen D., et al. Health Risks of Sarcopenic Obesity in Overweight Children and Adolescents: Data from the CHILT III Programme (Cologne) // Journal of Clinical Medicine. – 2022. – V.11, N1. – 277 (P. 1-12).
24. Schmidt S.C., Bosy-Westphal A., Niessner C., Woll A. Representative body composition percentiles from bioelectrical impedance analyses among children and adolescents. The MoMo study // Clinical Nutrition. – 2019. – V.38, N6. – P. 2712-2720.
25. Snijder M.B., Henry R.M., Visser M., et al. Regional body composition as a determinant of arterial stiffness in the elderly: The Hoorn Study // Journal Hypertension. – 2004. – V.22, N12. – P. 2339-2347.
26. Steffl M., Chrudimsky J., Tufano J. J. Using relative handgrip strength to identify children at risk of sarcopenic obesity // PLoS One. – 2017. – V.12, N5. – e0177006 (P. 1-9).
27. Videira-Silva A., Fonseca H. Skeletal Muscle and Metabolic Risk in Overweight Adolescents. An Indicator of Premature Sarcopenic Obesity // International journal of health sciences. – 2017. – N7. – P. 34-43.
28. Wannamethee S.G., Atkins J.L. Muscle loss and obesity: the health implications of sarcopenia and sarcopenic obesity // Proceeding of Nutrition Society. – 2015. – V.74, N4. – P. 405-412.
29. Webber C.E., Barr R.D. Age- and gender-dependent values of skeletal muscle mass in healthy children and adolescents // Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle. – 2012. – V.3, N1. – P. 25-29.
30. Xia M.F., Chen L.Y., Wu L., et al. Sarcopenia, sarcopenic overweight/obesity and risk of cardiovascular disease and cardiac arrhythmia: A cross-sectional study // Clinical Nutrition. – 2021. – V.40, N2. – P. 571-580.
31. Zembura M., Matusik P. Sarcopenic Obesity in Children and Adolescents: A Systematic Review // Frontiers in Endocrinology. – 2022. – V.13. – P. 1-11.

Информация об авторах

Бекезин Владимир Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: smolenskbvv@yandex.ru

Козлова Елена Юрьевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: keu83smol@rambler.ru

Королева Анна Евгеньевна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: anna.ochkurenko@gmail.com

Короткая Наталья Николаевна – врач-педиатр стационара №1, педиатрического отделения №1 ОГБУЗ «Детская клиническая больница» г. Смоленска. E-mail: natalisoul.85@rambler.ru

Демина Елена Геннадьевна – главный врач ОГБУЗ «Детская клиническая больница» г. Смоленска. E-mail: smoldkb@gmail.com

Волкова Елена Александровна – заведующая межмуниципальным Центром здоровья для детей ОГБУЗ «Детская клиническая больница» г. Смоленска. E-mail: smoldkb@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 13.02.2025

Принята к печати 06.06.2025