



¹ Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова,
Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский
государственный
педиатрический
медицинский
университет

Взаимосвязь синдрома избыточного бактериального роста в тонкой кишке и липидного обмена у детей и подростков с ожирением различной степени тяжести

А.М. Шабалов, к.м.н.¹, Е.А. Корниенко, д.м.н., проф.², В.Г. Арсентьев, д.м.н.¹, Н.Б. Думова, к.м.н.¹, А.Н. Баранова¹

Адрес для переписки: Александр Михайлович Шабалов, aleks-shabalov2007@yandex.ru

Для цитирования: Шабалов А.М., Корниенко Е.А., Арсентьев В.Г. и др. Взаимосвязь синдрома избыточного бактериального роста в тонкой кишке и липидного обмена у детей и подростков с ожирением различной степени тяжести. Эффективная фармакотерапия. 2025; 21 (18): 6–11.

DOI 10.33978/2307-3586-2025-21-18-6-11

Введение. Наряду с ролью синдрома избыточного бактериального роста (СИБР) в развитии мальабсорбции у детей имеются данные о влиянии СИБР на липидный обмен и более высокий риск развития метаболически ассоциированных поражений печени у пациентов с ожирением, что требует дальнейшего изучения.

Цель – оценить влияние водородогенного варианта течения СИБР (H_2 -СИБР) на липидный обмен и функциональное состояние печени у детей с избыточным весом и ожирением.

Материал и методы. Обследован 51 пациент (36 мальчиков и 15 девочек), в частности 17 с избыточным весом (первая группа), 23 с ожирением 1–2-й степени (вторая группа), 11 с ожирением 3–4-й степени (третья группа). Группу сравнения составили 54 пациента (30 мальчиков и 24 девочки) с 1–2-й группой здоровья. Средний возраст обследованных детей – 11 лет [9,00; 15,00].

Выполнены стандартное обследование, биохимический анализ крови (липидограмма, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза (АСТ), общий билирубин, щелочная фосфатаза, гамма-глутамилтранспептидаза), водородный дыхательный тест «Лактофан» (АМА, Россия). Статистический анализ проведен в программе StatTech v. 4.1.2 (Россия).

Результаты. У детей с избыточным весом и ожирением частота H_2 -СИБР была статистически значимо выше, чем в группе сравнения (30 (58,8%) и 20 (37%) соответственно; $p = 0,026$). Выявлена статистически значимая положительная корреляция между концентрацией водорода в выдыхаемом воздухе в течение 0–90 минут исследования (AUC, H_2 , ррт) и содержанием холестерина в крови ($r_{xy} = 0,325$; $p = 0,013$), а также положительная корреляционная связь между AUC, H_2 , ррт в течение 0–90 минут и печеночным ферментом АСТ ($r_{xy} = 0,279$; $p = 0,030$).

Заключение. Своевременная диагностика и лечение СИБР могут быть одними из возможных направлений профилактики, а также снижения риска более тяжелых метаболических изменений в организме, липидного дисбаланса, нарушения функционального состояния печени у детей с избыточным весом и ожирением.

Ключевые слова: дети, синдром избыточного бактериального роста, СИБР, водород, ожирение, метаболически ассоциированная жировая болезнь печени



Введение

Синдром избыточного бактериального роста (СИБР) – гетерогенное состояние, характеризующееся увеличением содержания микроорганизмов в титре более 10^3 КОЕ в 1 мл аспирата, что может приводить к возникновению ряда неспецифических симптомов, таких как боль в животе, метеоризм, неустойчивый стул, диарея или запор, стеаторея [1, 2].

СИБР может возникать на фоне различных заболеваний органов пищеварения и неинфекционной патологии (эндокринные, метаболические заболевания, избыточный вес, ожирение и др.). В ряде случаев неспецифические симптомы СИБР сопровождают основное заболевание, что утяжеляет клиническую картину [3].

Нередко СИБР становится причиной развития синдрома мальабсорбции, задержки роста и развития детей, что связано с повышением проницаемости кишечника, преждевременной деконъюгацией желчных кислот, нарушением эмульгирования жиров. Воспалительные изменения в стенке тонкой кишки при СИБР усугубляют эти процессы, нарушая всасывание важных макро- и микронутриентов (витамина B_{12} , железа, холина, жиров, углеводов и белков) [4, 5]. Однако наряду с ролью СИБР в развитии мальабсорбции имеются данные о влиянии СИБР на липидный обмен у взрослых. В немногочисленных исследованиях с участием детей с ожирением СИБР обнаружен в 62,4% случаев. Дети с ожирением и СИБР имели повышенные уровни аспартатаминотрансферазы (АСТ) (53,1 против 6,4%; $p < 0,001$), аланинаминотрансферазы (АЛТ) (59,5 против 7,6%; $p < 0,001$). У них статистически значимо чаще, чем у детей с ожирением и без СИБР, регистрировались артериальная гипертензия (23,4 против 5,1%; $p = 0,002$) и метаболический синдром (44,6 против 9%; $p = 0,002$). Метаболически ассоциированная жировая болезнь печени (МАЗБП) выявлена у 28/47 (59,5%) подростков с ожирением и СИБР и 8/78 (10,2%) подростков с ожирением и без СИБР ($p < 0,001$) [6–8].

Влияние микробиоты тонкой и толстой кишки на липидный обмен рассматривается через несколько ключевых механизмов:

- образование проатерогенных метаболитов. Некоторые представители кишечной микробиоты способны преобразовывать L-карнитин и холин, содержащиеся в пищевых продуктах, в триметил-амин. В дальнейшем это соединение в печени подвергается окислению с образованием триметил-амин-N-оксида, характеризующегося выраженным атерогенным эффектом. Данный процесс представляет собой один из ключевых механизмов, связывающих микробиоту кишечника с развитием липидного дисбаланса и сердечно-сосудистых патологий;
- участие в биотрансформации и энтерогепатической циркуляции желчных кислот и холестерина.

Желчные кислоты занимают центральное место в метаболизме липидов, обеспечивая конъюгацию и всасывание жиров, а также выведение холестерина. При СИБР в тонкой кишке возрастает численность бактерий в проксимальных отделах тонкой кишки, что приводит к преждевременной деконъюгации желчных кислот и снижению их функциональной активности. Кроме того, желчные кислоты взаимодействуют с микробиотой тонкой кишки через ряд сигнальных молекул, что лишь подчеркивает сложность их взаимосвязи;

- регуляция липидного обмена через синтез короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК). Микробиота кишечника (*Bifidobacterium*, *Lactobacterium*, *Faecalibacterium prausnitzii* и др.) ферментирует олигосахариды пищи с образованием КЦЖК, таких как ацетат, бутират и пропионат. Указанные соединения транспортируются через эпителий слизистой оболочки кишечника с помощью специализированных транспортных систем и выполняют регуляторные функции. КЦЖК участвуют в контроле энергетического обмена, пищевого поведения, модуляции иммунного ответа, поддержании нормального уровня артериального давления, что делает их важными участниками метаболических процессов. Дисбиотические изменения в тонкой и толстой кишке, сопровождающиеся ростом условно патогенной флоры, способствуют изменению спектра синтезируемых КЦЖК с увеличением содержания изоформ, что может неблагоприятно влиять на регуляторные функции в организме и липидный обмен [9–11].

Цель – оценить влияние водородогенного варианта течения СИБР на липидный обмен и функциональное состояние печени у детей с избыточным весом и ожирением различной степени тяжести.

Материал и методы

Научно-исследовательская работа представляет собой одноцентровое выборочное кросс-секционное исследование.

Обследован 51 пациент (36 мальчиков и 15 девочек) с избыточным весом и конституционально-экзогенным ожирением, 17 из них с избыточным весом (первая группа), 23 – с ожирением 1–2-й степени (вторая группа), 11 – с ожирением 3–4-й степени (третья группа). Группу сравнения составили 54 пациента (30 мальчиков и 24 девочки) с 1–2-й группой здоровья, без жалоб со стороны органов пищеварения. Средний возраст обследованных детей – 11 лет [9,00; 15,00].

Дети находились на обследовании и лечении в клинике детских болезней Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург) в 2022–2024 гг. Выполнены стандартное клиническое, лабораторное и инструментальное исследования. Биохимический анализ крови включал определение уровней холестерина, липопротеинов высокой



плотности (ЛПВП), липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП), триглицеридов, АЛТ, АСТ, общего билирубина, щелочной фосфатазы, глюкозы, амилазы, гамма-глутамилтранспептидазы, коэффициента атерогенности. Для оценки нутритивного статуса проводилось антропометрическое исследование с оценкой роста, массы, индекса массы тела (ИМТ), окружности талии (ОТ), бедер (ОБ), индексов ОТ/ОБ, ОТ/рост. Наличие избыточного веса и степень тяжести ожирения определяли в соответствии с клиническими рекомендациями «Ожирение у детей» и данными SDS IMT (2024): SDS IMT 1,0–2,0 (избыточная масса тела), SDS IMT 2,0–2,5 (1-я степень), SDS IMT 2,6–3,0 (2-я степень), SDS IMT 3,1–3,9 (3-я степень), SDS IMT $\geq 4,0$ (морбидное ожирение) [12].

Определение водородогенного варианта (H_2 -СИБР) выполнено всем обследованным неинвазивным методом – с помощью газового анализатора «Лактофан» (АМА, Россия). Водородный дыхательный тест проводился утром натощак, после чистки зубов, гигиенического полоскания полости рта 0,05%-ным раствором хлоргексидина. Пробы выдыхаемого воздуха для определения уровня водорода забирались каждые 30 минут в течение двух часов (0, 30, 60, 90, 120 минут). После базальной (тощаковой) пробы пациент принимал нагрузку – дисахарид лактулозу 1–2 г/кг веса, но не более 10 г, запивая 50 мл воды. Необходимо отметить, что дисахарид лактулоза в организме человека ферментируется с образованием различных метаболитов, в том числе водорода, только при участии бактерий тонкой и толстой кишки. Положительным результатом диагностики СИБР считалось повышение уровня $H_2 \geq 20$ ppm до 60–90-й минут исследования включительно по сравнению с базальными цифрами (ESPGHAN, 2022). Для интегральной оценки уровня водорода в течение 90 минут исследования в выдыхаемом воздухе рассчитывался показатель AUC (Area Under Curve, площадь под кривой, H_2 , ppm) по правилу трапеций. Показатель AUC, H_2 (0–90 минут) без учета 120 минут исследования отражал функциональное состояние и содержание бактерий только в различных отделах тонкой кишки.

Критериями включения в исследование были:

- письменное добровольное согласие пациентов и их законных представителей;
- возраст от 5 до 18 лет;
- конституционально-экзогенное ожирение;
- отсутствие приема антибиотиков за четыре недели до исследования;
- отсутствие приема прокинетики и слабительных за четыре недели до исследования;
- соблюдение диеты (ограничение сложных углеводов, исключение лука, чеснока, капусты, бобовых из рациона, а также жевательной резинки за 12 часов до проведения водородного дыхательного теста);

- отсутствие острых инфекционных заболеваний, в том числе вирусных и бактериальных поражений носо- и ротоглотки;
- проведенная санация полости рта.

Критерии невключения в исследование:

- нежелание пациента и его законных представителей участвовать в исследовании;
- возраст младше пяти лет;
- вторичный генез ожирения (гипоталамическое ожирение, ожирение при нейроэндокринных заболеваниях, ятрогенное ожирение, синдромальное ожирение);
- нежелание пациента следовать требованиям, соблюдать диету, необходимую для получения адекватных результатов обследования при выполнении водородного дыхательного теста;
- прием любых антибактериальных или антисептических лекарственных средств за месяц до момента обращения пациента;
- сопутствующие заболевания и состояния, способные повлиять на формирование СИБР независимо от рациона или привести к неправильной интерпретации водородного дыхательного теста с лактулозой (острые кишечные инфекции, острая респираторная патология, потребовавшая назначения антибактериальных препаратов в течение шести месяцев до включения в исследование);
- заболевания органов пищеварения, протекавшие с клиникой синдрома мальабсорбции (целиакия, дисахаридазная недостаточность, заболевания поджелудочной железы, муковисцидоз и др.);
- атрофические изменения, диагностированные по результатам эзофагогастродуоденоскопии и морфологического исследования желудка и двенадцатиперстной кишки.

Статистический анализ выполнен в программе StatTech v. 4.1.2 (РФ).

Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Категориальные данные сравнивали исходя из критерия Пирсона хи-квадрат. При нормальном распределении сопоставляемых показателей направление и тесноту корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивали на основании коэффициента корреляции Пирсона, при распределении показателей, отличном от нормального, – с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Прогностические модели, характеризующие зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывали методом линейной регрессии.

Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Частота СИБР у детей с избыточным весом и ожирением различной степени тяжести представлена в табл. 1.



Таблица 1. Частота диагностирования СИБР у детей с избыточным весом и ожирением различной степени тяжести (n = 105)

Показатель	Первая группа (избыточный вес, n = 17)	Вторая группа (ожирение 1–2-й степени, n = 23)	Третья группа (ожирение 3–4-й степени, n = 11)	Четвертая группа (группа сравнения; n = 54)	p*
СИБР, H ₂	11 (64,7%)	14 (60,9%)	5 (45,5%)	20 (37%)	p _{1,4} = 0,045 p _{2,4} = 0,054 p _{3,4} = 0,601 p _{2,3} = 0,398
	30 (58,8%)				p _{избыт. вес и ожирен. – гр. сравн.} = 0,026

* Различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Таблица 2. Корреляционная взаимосвязь между уровнем водорода в выдыхаемом воздухе (AUC, H₂, 0–90 мин) и показателями липидограммы у детей с избыточным весом и ожирением (n = 51)

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	r _{xy}	теснота связи по шкале Чеддока	p*
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – холестерин, ммоль/л	0,325	Умеренная	0,013*
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – ЛПВП, ммоль/л	0,128	Слабая	0,612
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – ЛПНП, ммоль/л	0,149	Слабая	0,556
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – ЛПОНП, ммоль/л	0,471	Умеренная	0,056
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – триглицериды, ммоль/л	0,348	Умеренная	0,244
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – коэффициент атерогенности, ед	0,236	Слабая	0,485

* Различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Таблица 3. Корреляционная взаимосвязь между уровнем водорода в выдыхаемом воздухе (AUC, H₂, 0–90 мин) и биохимическими показателями, отражающими функциональное состояние печени у детей с избыточным весом и ожирением различной степени тяжести (n = 51)

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	r _{xy}	теснота связи по шкале Чеддока	p*
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – АЛТ, МЕ/л	0,148	Слабая	0,267
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – АСТ, МЕ/л	0,279	Слабая	0,030*
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – общий билирубин, мкмоль/л	0,164	Слабая	0,231
AUC, H ₂ (0–90 мин), ppm – щелочная фосфатаза, МЕ/л	0,471	Умеренная	0,056

* Различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Как видно из табл. 1, у детей с избыточным весом и ожирением различной степени тяжести частота диагностирования СИБР была статистически значимо выше, чем в группе сравнения (p = 0,026). При этом у детей с избыточным весом этот показатель также был статистически значимо выше (p = 0,045). Частота диагностирования СИБР у детей с ожирением 1–2-й степени и 3–4-й степени на 23,9 и 8,5% соответственно превышала аналогичный показатель в группе сравнения.

Корреляция между уровнем водорода в выдыхаемом воздухе и показателями липидограммы у детей с избыточным весом и ожирением различной степени тяжести представлена в табл. 2.

На основании анализа корреляционной взаимосвязи между уровнем водорода в выдыхаемом воздухе и показателями липидограммы у детей с избыточным весом и ожирением (табл. 2) выявлена статистически достоверная прямая корреляционная связь умеренной силы между

концентрацией водорода под кривой в течение 0–90 минут исследования и содержанием холестерина в крови (r_{xy} = 0,325; p = 0,013). Между уровнем AUC, H₂ (0–90 минут) и показателями липидограммы, такими как ЛПВП, ЛПНП, ЛПОНП, триглицериды, коэффициент атерогенности, получены положительные корреляционные связи умеренной или слабой силы (p > 0,05).

Зависимость уровня водорода в выдыхаемом воздухе на 90-й минуте исследования и содержания холестерина в крови описывалась в виде линейного уравнения регрессии:

$$Y_{\text{холестерин}} = 0,008 \times X_{\text{уровень H}_2, 90 \text{ мин}} + 3,739.$$

При увеличении показателя «уровень H₂, 90 мин» на 1 следует ожидать увеличения показателя «холестерин» на 0,008. Полученная модель объясняет 12,1% наблюдаемой дисперсии значений показателя «холестерин» в данном исследовании.



Корреляционная взаимосвязь между уровнем водорода в выдыхаемом воздухе и биохимическими показателями, отражающими функциональное состояние печени у детей с избыточным весом и ожирением, показана в табл. 3.

Как видно из табл. 3, у детей с избыточным весом и ожирением выявлены прямые корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой силы между концентрацией водорода под кривой в течение 0–90 минут исследования и уровнями АЛТ, АСТ, общего билирубина и щелочной фосфатазы. При этом получена статистически значимая прямая корреляционная связь между AUC, H₂ (0–90 минут) и уровнем печеночного фермента АСТ в сыворотке крови ($r_{xy} = 0,279$; $p = 0,030$).

Зависимость уровня водорода в выдыхаемом воздухе на 90-й минуте исследования и содержания печеночного фермента АСТ в сыворотке крови описывалась в виде линейного уравнения регрессии:

$$Y_{\text{АСТ}} = 0,039 \times X_{\text{уровень H}_2, 90 \text{ мин}} + 18,503.$$

При увеличении показателя «уровень H₂, 90 мин» на 1 следует ожидать увеличения показателя АСТ на 0,039. Полученная модель объясняет 5,2% наблюдаемой дисперсии значений показателя АСТ в данном исследовании.

Обсуждение

Проблема ожирения у детей и подростков крайне актуальна для мирового здравоохранения. Обращает на себя внимание тот факт, что в последнее время рост числа детей с избыточным весом и ожирением обусловлен преимущественно увеличением доли детей раннего и дошкольного возраста [13].

Продолжается совершенствование подходов к профилактике, своевременной диагностике, разработке новых медикаментозных методов лечения, а также определению показаний к бариатрической хирургии у детей и подростков с ожирением.

Согласно данным литературы и результатам проведенного исследования, СИБР в тонкой кишке может быть одним из факторов риска нарушения липидного обмена у детей и подростков. Это связано с тем, что избыточная бактериальная колонизация тонкой кишки с изменением спектра микробных метаболитов может приводить к нарушению барьерной функции желудочно-

кишечного тракта, изменению метаболических процессов, включая расщепление желчных кислот, нарушение всасывания жиров и увеличение синтеза атерогенных липопротеинов. В результате у пациентов с СИБР наблюдается дислипидемия, повышение уровней холестерина и триглицеридов, что увеличивает риск более тяжелого течения ожирения, развития МАЖБП и сердечно-сосудистых заболеваний.

Наряду с ролью высококалорийного питания в развитии ожирения у детей и подростков немаловажное значение в развитии и поддержании СИБР как фактора риска липидного дисбаланса имеет недостаточно разнообразный рацион, особенно в отношении молочной продукции, овощей и фруктов, что достаточно часто встречается у пациентов данной группы. Высокий риск развития СИБР также отмечается у пациентов, которые длительное время находятся на однообразном рационе [14].

Одним из ограничений проведенного исследования является небольшое количество пациентов в группах. Для более высокой статистической мощности и доказательного уровня результатов, особенно при оценке корреляционных взаимосвязей между уровнем водорода в выдыхаемом воздухе и отдельными параметрами липидограммы у детей с ожирением, необходимы более масштабные исследования. Дальнейшего изучения также требуют взаимосвязь и роль разных вариантов течения СИБР (метаногенный, с избыточным синтезом сероводорода и смешанных форм) в развитии липидного дисбаланса и метаболических нарушений.

Заключение

Своевременная диагностика и лечение СИБР могут быть одними из возможных направлений профилактики, а также снижения риска более тяжелых метаболических изменений в организме, липидного дисбаланса, нарушения функционального состояния печени у детей с избыточным весом и ожирением. *

Прозрачность финансовой деятельности.

Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Ивашкин В.Т., Маев И.В., Абдулганиева Д.И. и др. Синдром избыточного бактериального роста. Клинические рекомендации. Межрегиональная общественная организация «Научное сообщество по содействию клиническому изучению микробиома человека», Российская гастроэнтерологическая ассоциация, Российское общество профилактики неинфекционных заболеваний. М., 2023.
2. Hammer H.F., Fox M.R., Keller J., et al. European guideline on indications, performance, and clinical impact of hydrogen and methane breath tests in adult and pediatric patients: European Association for Gastroenterology, Endoscopy and Nutrition, European Society of Neurogastroenterology and Motility, and European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus. United European Gastroenterol. J. 2022; 10 (1): 15–40.



3. Avelar Rodriguez D., Ryan P.M., Toro Monjaraz E.M., et al. Small intestinal bacterial overgrowth in children: a state-of-the-art review. *Front. Pediatr.* 2019; 7: 363.
4. Кляритская И.Л., Мошко Ю.А., Кривой В.В. и др. Современные представления о синдроме избыточного бактериального роста. *Крымский терапевтический журнал.* 2021; 2: 39–50.
5. Efremova I., Maslennikov R., Poluektova E., et al. Epidemiology of small intestinal bacterial overgrowth. *World J. Gastroenterol.* 2023; 29 (22): 3400–3421.
6. Belei O., Olariu L., Dobrescu A., et al. The relationship between non-alcoholic fatty liver disease and small intestinal bacterial overgrowth among overweight and obese children and adolescents. *J. Pediatr. Endocrinol. Metab.* 2017; 30 (11): 1161–1168.
7. Kuang L., Zhou W., Jiang Y. Association of small intestinal bacterial overgrowth with nonalcoholic fatty liver disease in children: a meta-analysis. *PLoS One.* 2021; 16 (12): e0260479.
8. Paediatric steatotic liver disease has unique characteristics: a multisociety statement endorsing the new nomenclature. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 2024; 78 (5): 1190–1196.
9. Gudan A., Kozłowska-Petriczko K., Wunsch E., et al. Small intestinal bacterial overgrowth and non-alcoholic fatty liver disease: what do we know in 2023? *Nutrients.* 2023; 15 (6): 1323.
10. Ойноткинова О.Ш., Никонов Е.Л., Гиоева И.З. Роль микробиоты кишечника в патогенезе дислипидемии и ассоциированных метаболических нарушений. *Доказательная гастроэнтерология.* 2017; 6 (2): 29–34.
11. Cai J., Jingwei B., Changtao J., et al. Bile acid metabolism and signaling, the microbiota, and metabolic disease. *Pharmacol. Ther.* 2022; 237: 108238.
12. Васюкова О.В., Окорочков П.Л., Малиевский О.А. и др. Ожирение у детей. Клинические рекомендации. Ожирение и метаболизм. 2024; 21 (4): 439–453.
13. Васюкова О.В. Ожирение у детей и подростков: критерии диагноза. Ожирение и метаболизм. 2019; 16 (1): 70–73.
14. Пилипенко В.И., Исаков В.А., Власова А.В. и др. Роль пищевого разнообразия рациона в формировании синдрома избыточного бактериального роста в тонкой кишке. *Вопросы питания.* 2020; 1: 54–62.

The Relationship Between Small Intestinal Bacterial Overgrowth and Lipid Metabolism in Children and Adolescents with Obesity of Varying Severity

A.M. Shabalov, PhD¹, E.A. Kornienko, PhD, Prof.², V.G. Arsentiev, PhD¹, N.B. Dumova, PhD¹, A.N. Baranova¹

¹ Military Medical Academy named after S.M. Kirov, St. Petersburg

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University

Contact person: Aleksandr M. Shabalov, aleks-shabalov2007@yandex.ru

Introduction. The role of small intestinal bacterial overgrowth (SIBO) in the development of malabsorption in children includes some evidence of the impact of SIBO on lipid metabolism and a higher risk of developing metabolically associated affected populations in obese patients, which requires further study.

The aim is to evaluate the influence of the hydrogenogenic variant of the course of the small intestinal bacterial overgrowth (H₂-SIBO) on the characteristics of lipid metabolism and the functional state of the liver in children with overweight and obesity.

Material and methods. 51 patients (36 boys and 15 girls) were examined, of whom 17 were overweight (group 1), 23 were obese (group 2), 11 were obese (group 3), and the children of the comparison group were 54 (30 boys and 24 girls) with first or second health group. The average age of the examined children – 11 years [9.00; 15.00].

A standard examination, a biochemical blood test (lipidogram, ALT, AST, total bilirubin, alkaline phosphatase, GGTP), and a hydrogen breath test 'Lactophan' (AMA, Russian Federation) were performed. The statistical analysis was carried out in the StatTech program v. 4.1.2 (Russian Federation).

Results. In overweight and obese children, the incidence of H₂-SIBR was significantly higher than in the comparison group (30/58.8% and 20/37%; $p = 0.026$). A statistically significant positive correlation was found between the concentration of hydrogen in exhaled air for 0–90 minutes of the study (AUC, H₂, ppm) and blood cholesterol ($r_{xy} = 0.325$; $p = 0.013$), as well as a positive correlation between AUC, H₂, ppm 0–90 min and liver enzyme – AST ($r_{xy} = 0.279$; $p = 0.030$).

Conclusion. Timely diagnosis and treatment of SIBO may be one of the possible directions in prevention, as well as in reducing the risk of more severe metabolic changes in the body, lipid imbalance, and liver dysfunction in overweight and obese children.

Keywords: children, small intestinal bacterial overgrowth, SIBO, hydrogen, obesity, metabolic associated fatty liver disease