

# К вопросу об использовании двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии у пациентов с метаболическим синдромом и ассоциированной с ним жировой болезнью печени

Д. Ю. Венидиктова, А. В. Борсуков

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Смоленск

## РЕЗЮМЕ

**Цель.** Продемонстрировать возможности применения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в режиме «Все тело» в алгоритме диагностики и мониторинга метаболически ассоциированной жировой болезни печени у пациентов с метаболическим синдромом.

**Материалы и методы.** Все пациенты обследованы по единому диагностическому алгоритму, состоящему из физикального обследования с антропометрией, двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в режиме «Все тело» и количественной ультразвуковой стеатометрией. Помимо основной исследуемой группы ( $n = 118$ ), набраны две контрольные: первая – с повышенным индексом массы тела, но без признаков метаболически ассоциированной жировой болезни печени ( $n = 101$ ), вторая – с нормальным индексом массы тела, без признаков поражения печени ( $n = 84$ ).

**Результаты.** У большего количества пациентов с подтвержденной метаболически ассоциированной жировой болезнью печени по клиничко-лабораторно-инструментальным данным наблюдалось преобладание висцеральной жировой ткани над подкожной жировой тканью (по сравнению с пациентами без подтвержденной метаболически ассоциированной жировой болезнью печени). При этом процентное содержание жира у пациентов основной исследуемой группы и контрольной группы № 1 находится в нормальных рамках возрастных интервалов. Данные количественной ультразвуковой стеатометрии имеют высокую корреляцию с данными, описывающими компоненты метаболического синдрома по данным двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в режиме «Все тело» с прямой пропорциональной связью.

**Заключение.** Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в режиме «Все тело» может быть использована как для скрининга, так и диагностики компонентов метаболического синдрома ввиду высокой информативности и минимальной лучевой нагрузки. Пациенты, у которых висцеральная подкожная ткань преобладает над подкожной жировой тканью, имеют больший риск возникновения метаболически ассоциированной жировой болезни печени. Количественная ультразвуковая стеатометрия дополняет картину диффузных изменений печени у пациентов с метаболическим синдромом.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, метаболический синдром, ожирение, стеатоз печени.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## On dual-energy X-ray absorptiometry use in patients with metabolic syndrome and associated fatty liver disease

D. Yu. Venidiktova, A. V. Borsukov

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

## SUMMARY

**Objective.** To demonstrate the possibilities of using dual-energy X-ray absorptiometry in the 'Whole-Body' mode in the algorithm for diagnosing and monitoring metabolically associated fatty liver disease in patients with metabolic syndrome.

**Material and methods.** All patients were examined according to a single diagnostic algorithm, consisting of a physical examination with anthropometry, dual-energy X-ray absorptiometry in the 'Whole-Body' mode and quantitative ultrasound steatometry. In addition to the main study group ( $n = 118$ ), two control groups were recruited: the first with an increased body mass index, but without signs of metabolically associated fatty liver disease ( $n = 101$ ), the second with a normal body mass index, without signs of liver damage ( $n = 84$ ).

**Results.** In a larger number of patients with confirmed metabolically associated fatty liver disease, according to clinical, laboratory and instrumental data, a predominance of visceral adipose tissue over subcutaneous adipose tissue was observed (compared to patients without confirmed metabolically associated fatty liver disease). At the same time, the percentage of fat in patients of the main study group and control group No. 1 is within the normal range of age intervals. Quantitative ultrasound steatometry data have a high correlation with data describing the components of the metabolic syndrome according to dual-energy X-ray absorptiometry in the 'Whole-Body' mode with a direct relationship.

**Conclusion.** Dual-energy X-ray absorptiometry in the 'Whole-Body' mode can be used both for screening and for diagnosing the components of the metabolic syndrome due to high information content and minimal radiation exposure. Patients in whom visceral subcutaneous tissue predominates over subcutaneous adipose tissue are at greater risk of developing metabolically associated fatty liver disease. Quantitative ultrasound steatometry complements the picture of diffuse liver changes in patients with metabolic syndrome.

**KEYWORDS:** dual-energy x-ray absorptiometry, metabolic syndrome, obesity, hepatic steatosis.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare no conflict of interest.

## Введение

Ожирение – комплексное и мультифакторное заболевание, представляющее собой глобальную проблему, которая встречается во всех странах у лиц социально активного и трудоспособного возраста [1]. В 2016 году, по данным Всемирной организации здравоохранения, в мире 39 %

мужчин и 40 % женщин старше 18 лет имели избыточную массу тела (более 1,9 млрд человек), 11 и 15 % соответственно страдали ожирением (более 650 млн человек), и их количество стремительно растет [2]. В основе ожирения лежат такие факторы, как генетические, метаболические, эндокринные, малоподвижный образ жизни и т. д. [3, 4].



Рисунок 1. Распределение пациентов, принимающих участие в исследовании на группы (n = 303).

Метаболически ассоциированная жировая болезнь печени (МАЖБП) (ранее – неалкогольная жировая болезнь печени [НАЖБП] у пациентов без признаков метаболического синдрома) – одна из доминирующих патологий у пациентов с ожирением, метаболическим синдромом (МС) и даже избыточной массой тела, которая требует своевременного выявления, оценки и терапии до возникновения и прогрессирования метаболических расстройств (метаболические нарушения возникают уже при переходе нормальной массы тела в избыточную, что в очередной раз подтверждает необходимость серьезного отношения к избыточной массе тела как к патологическому состоянию, а не «предболезни») [5, 6]. Однако, по данным различных научно-исследовательских групп, в условиях реальной клинической практики более чем у двух третей таких пациентов в картах амбулаторного приема и в историях болезни не приводится информация о наличии ассоциированных с ожирением метаболических заболеваний, что повышает риск отсутствия адекватной терапии в периоде обратимых изменений [7–11]. Вероятные причины подобной ситуации – неясная картина жалоб пациента (по данным опросника WPAI-NASH, в рамках данного исследования лишь 24,6% [n = 29] связывают свои жалобы с заболеванием печени); отсутствие в бесплатном доступе (в том числе по полису обязательного медицинского страхования) высокочувствительных и высокоспецифичных методов обследования, позволяющих проводить количественную оценку диффузных изменений печени; узкая специализация медицинского учреждения (например, обследование и лечение пациента с ожирением в условиях кардиологического отделения с учетом основных жалоб по коморбидной патологии сердечно-сосудистой системы) [12–15].

Таким образом, необходимы поиск и апробация новых или усовершенствование уже известных доступных для широкого населения методов исследования состава тела с высокими уровнями чувствительности и специфичности, позволяющих

формировать группы факторов риска пациентов с избыточной массой тела для своевременной и детальной последующей диагностики МАЖБП [16–19].

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) – неинвазивный метод, используемый преимущественно для динамического контроля состояния костной ткани у пациентов с остеопорозом, остеопенией, остеомалацией, протезами [20]. Однако режим «Все тело» позволяет быстро получить ряд качественных, полуколичественных и количественных характеристик о жировом секторе организма с минимальной лучевой нагрузкой (средняя доза при максимальных настройках – 0,03 мЗв) [21–25].

## Цель работы

Продemonстрировать возможности применения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в режиме «Все тело» в алгоритме диагностики и мониторинга метаболически ассоциированной жировой болезни печени у пациентов с метаболическим синдромом.

## Материалы и методы

На клинической базе проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России в период 2019–2022 годов проведено исследование с участием 303 пациентов, из них – 174 (57,4%) женщины, 129 (42,6%) мужчин. Принцип распределения пациентов на группы представлен на *рисунке 1*.

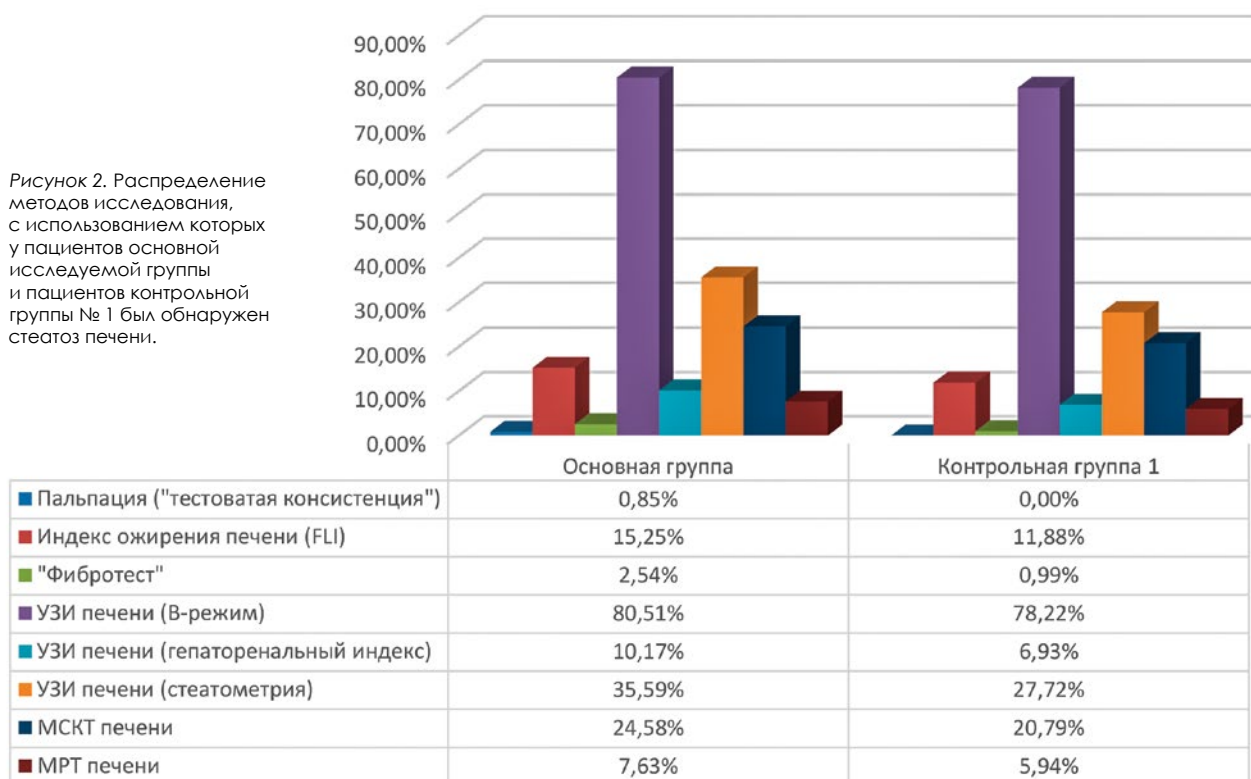
Критерии включения и невключения в исследование, а также критерии исключения из исследования пациентов основной исследуемой группы (n = 118) представлены в *таблице 1*.

Таблица 1

Критерии включения, невключения, исключения пациентов основной исследуемой группы

| Критерии включения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии невключения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Критерии исключения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Возраст старше 18 лет</li> <li>Способность самостоятельно подписать информированное согласие</li> <li>ИМТ более 25 кг/м<sup>2</sup></li> <li>Метаболический синдром</li> <li>Наличие предварительного заключения «стеатоз печени» по данным одного из клиничко-лабораторно-инструментальных методов обследования: (физикальный метод исследования, оценка результатов неинвазивных тестов, УЗИ, МСКТ, МРТ, др.)</li> <li>Согласие на проведение ультразвукового исследования печени с количественным определением выраженности стеатоза</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Неспособность пациента находиться в положении лежа на спине на протяжении 5 минут</li> <li>Неспособность пациента пройти адекватную подготовку к ультразвуковому исследованию (голод на протяжении 4 часов)</li> <li>Употребление алкоголя выше установленной нормы (более 2 баллов по опроснику CAGE)</li> <li>Установленный диагноз токсического или вирусного гепатита, цирроза печени</li> <li>Установленное диффузное заболевание печени другой этиологии (помимо метаболически опосредованной)</li> <li>Беременность</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отказ от проведения ДРА в режиме «Все тело» после подписания информированного согласия</li> <li>Нарушение со стороны опорно-двигательной системы, затрудняющее проведение ДРА в режиме «Все тело» в положении пациента лежа на спине (перелом, вывих, резкий болевой синдром, др.)</li> <li>Собственное желание пациента быть исключенным из исследования</li> <li>Наступление беременности в период исследования</li> </ul> |

Рисунок 2. Распределение методов исследования, с использованием которых у пациентов основной исследуемой группы и пациентов контрольной группы № 1 был обнаружен стеатоз печени.



Методы исследования, на основании результатов которых у пациентов основной исследуемой группы ( $n = 118$ ) и контрольной группы № 1 ( $n = 101$ ) было установлено заключение «стеатоз печени» до включения пациентов в исследование, представлены на рисунке 2.

Пациенты основной исследуемой группы ( $n = 118$ ), из них – 61 (51,7%) женщина, 57 (48,3%) мужчин, средний возраст – 45 лет (стандартная ошибка 1,84), были распределены на четыре группы с учетом ИМТ, измеренного по стандартной формуле:

- 1-я группа ( $n = 42$ ; 35,6%) – пациенты с избыточным весом (массой тела) (ИМТ в интервале  $[25; 30)$   $\text{кг}/\text{м}^2$ );
- 2-я группа ( $n = 43$ ; 36,4%) – пациенты с ожирением I степени (ИМТ в интервале  $[30; 35)$   $\text{кг}/\text{м}^2$ );
- 3-я группа ( $n = 21$ ; 17,8%) – пациенты с ожирением II степени (ИМТ в интервале  $[35; 40)$   $\text{кг}/\text{м}^2$ );
- 4-я группа ( $n = 12$ ; 10,2%) – пациенты с ожирением III степени (ИМТ в интервале  $[40; \infty)$   $\text{кг}/\text{м}^2$ ).

Все пациенты, участвующие в исследовании ( $n = 303$ ) прошли три этапа диагностического алгоритма:

Первый этап – физикальное обследование пациента с проведением антропометрии: определение роста (см), веса (кг), вычисление ИМТ ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), измерение окружности талии (ОТ) (см), окружности бедер (ОБ) (см), вычисление соотношения ОТ/ОБ.

Второй этап – ДРА в режиме «Все тело» (Stratos DR, Франция) с оценкой следующих показателей: общий вес тела (кг), индекс массы тела ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), индекса массы жира ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), скорость метаболизма (ккал/день), общее количество жировой ткани (%), процентное соотношение жира в андройдной и гиноидной областях, площадь висцеральной и подкожной жировой ткани ( $\text{см}^2$ ), их масса (кг), объем ( $\text{см}^3$ ), соотношение подкожной и висцеральной

жировой ткани (структура абдоминального ожирения). Технические характеристики исследования: разрешение по осям X и Y – 2 мм, напряжение 90 кВ, сила тока 0,1 мА, скорость движения 280 мм/с.

Третий этап – УЗИ («БИОСС Ангиодин-Соно/П-Ультра», Россия) с количественной оценкой коэффициента затухания ультразвуковой волны в тканях (дБ/см) с последующим определением выраженности стеатоза печени (S0 – стеатоз отсутствует; S1 – минимально выраженный стеатоз; S2 – умеренно выраженный стеатоз; S3 – максимально выраженный стеатоз). С учетом высокой корреляции данных, получаемых с использованием УЗ – количественной стеатометрии и данных гистологического исследования микропрепаратов печени по шкале SAF ( $r = 0,89-0,95$ ), а также с массовым категорическим отказом пациентов от проведения биопсии печени, было принято решение об использовании УЗ – количественной стеатометрии в качестве референтного метода (для подтверждения или опровержения наличия стеатоза печени по предварительному заключению физикального метода исследования, оценки показателей неинвазивных тестов, УЗИ, МСКТ, МРТ, др.).

Статистический анализ был проведен с использованием программ Microsoft Office Excel 2017. Уровень значимости  $p < 0,05$ . Данные отражены в формате: среднее  $\pm$  стандартное отклонение для непрерывных переменных и как частоты для категориальных переменных. Различия в описательных характеристиках между пациентами основной исследуемой группы и контрольной группы № 1 сравнивались с использованием независимого t-критерия, критерия Манна – Уитни или критерия хи-квадрат для непрерывных и категориальных переменных. Были исследованы различия в параметрах: показатель ИМТ, окружность талии, окружность бедер, ОТ/ОБ, общая жировая



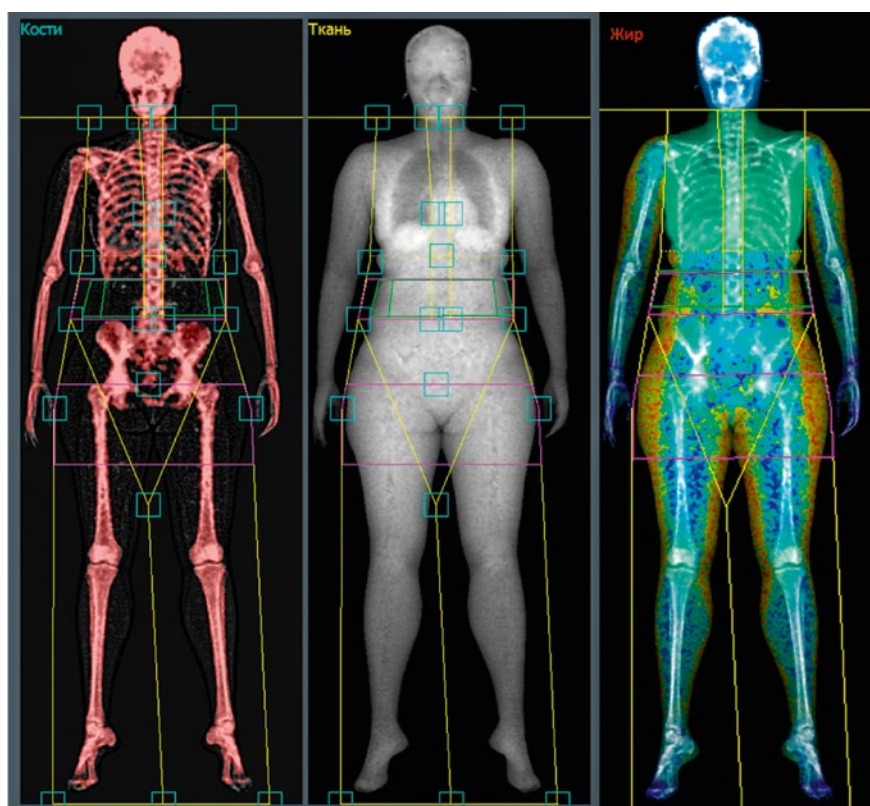


Рисунок 3. Общий вид экрана ручной обработки данных, полученных с использованием ДРА в режиме «Все тело».

масса, процент жировой массы, соотношение андроидной и гиноидной жировой массы, коэффициент затухания ультразвуковой волны в тканях. Связь между выраженностью стеатоза печени и параметрами распределения жира в организме исследовали с помощью регрессионного анализа.

### Результаты и их обсуждение

При использовании ДРА в режиме «Все тело» имеется возможность проведения предварительной разметки, выделения андроидной и гиноидной областей, ручной коррекции костных структур для корректной постобработки

изображения, выбора оптимальной границы зоны подкожного и висцерального жира (рис. 3), что позволяет получить более точные данные (табл. 2) по сравнению с полностью автоматической оценкой.

Так, на примере конкретного пациента (рис. 4) мы можем разоб- рать преимущество использования показателя ИМЖ (по сравнению с ИМТ). Вес пациента – 68 кг при росте 164 см. ИМТ, измеренный автоматически по стандартной формуле, составляет 25,28 кг/м<sup>2</sup> (избыток веса – нижняя граница интервала). При этом ИМЖ, измеренный автоматически по стандартной формуле (но уже с учетом определенного инструментально процента жирового сектора), составляет 9,47 (избыток массы жира – нижняя граница интервала). Однако в рамках интервала «избыток веса / избыток жира» избыток веса составляет 5,6%, а избыток жира – 11,75%, то есть пациент, по данным оценки ИМЖ, находится выше по шкале наличия (градации) ожирения и имеет больший риск развития МАЖБП, нежели чем по данным оценки ИМТ.

Так, по данным ИМЖ, 66 (55,93%) пациентов основной исследуемой группы находились выше по шкале наличия (градации) ожирения (по сравнению с учетом их показателей ИМТ) 43 пациентов исследуемой группы № 1 (42,57%),

Таблица 2  
Распределение показателей-индексов структуры тела по данным ДРА в режиме «Все тело» у пациентов, принимающих участие в исследовании

| Измерение                                   | Основная исследуемая группа (n = 118) | Контрольная группа 1 (n = 101) | Контрольная группа 2 (n = 84) |
|---------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Скорость метаболизма, ккал/день             | 1598,0 ± 84,2                         | 1494,0 ± 71,5                  | 1422,0 ± 52,3                 |
| Жир всего тела, %                           | 48,0 ± 4,1                            | 44,0 ± 3,2                     | 32,0 ± 2,6                    |
| Индекс массы жира, кг/м <sup>2</sup>        | 14,8 ± 2,4                            | 13,4,0 ± 2,1                   | 7,8 ± 1,2                     |
| Отношение жира Android / Gynoid, %          | 0,98 ± 0,20                           | 0,87 ± 0,40                    | 0,94 ± 0,30                   |
| Площадь висцерального жира, см <sup>2</sup> | 211,0 ± 14,4                          | 179,0 ± 16,2                   | 57,0 ± 6,2                    |
| Площадь подкожного жира, см <sup>2</sup>    | 282,0 ± 18,2                          | 218,0 ± 14,4                   | 101,0 ± 9,3                   |

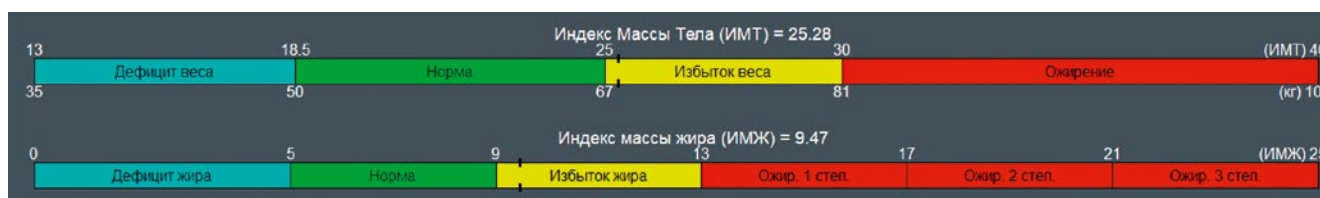


Рисунок 4. Пример представления информации об ИМТ и ИМЖ с использованием ДРА в режиме «Все тело» [26].

что ставит под вопрос целесообразность использования показателя ИМТ в случае наличия возможности оценки ИМЖ.

По структуре абдоминального жира (рис. 5) пациенты распределились следующим образом: пациенты основной исследуемой группы: 69 (58,47%) пациентов с преобладанием подкожной жировой ткани (ПЖТ); 49 (41,52%) пациентов с преобладанием висцеральной жировой ткани (ВЖТ); пациенты контрольной группы № 1 (без признаков МАЖБП по клинко-лабораторно-инструментальным данным): 86 (85,15%) пациентов с преобладанием ПЖТ, 15 (14,85%) пациентов с преобладанием ВЖТ; у всех пациентов контрольной группы № 2 (с нормальным ИМТ и без признаков МАЖБП) ПЖТ преобладала над ВЖТ в 100% случаев.

Так, у большего количества пациентов с подтвержденной МАЖБП по клинко-лабораторно-инструментальным данным наблюдалось преобладание ВЖТ над ПЖТ (по сравнению с пациентами без подтвержденной МАЖБП);  $p < 0,05$ . При этом процентное содержание жира у пациентов основной исследуемой группы и контрольной группы № 1 (с разным соотношением ПЖТ и ВЖТ) находится в нормальных рамках возрастных интервалов (рис. 6).

После проведения третьего этапа исследования – УЗИ с количественной оценкой коэффициента затухания ультразвуковой волны в тканях (дБ/см) с последующим определением выраженности стеатоза печени – были получены данные, представленные на рисунке 7.

Обращает на себя внимание факт наличия стеатоза печени у всех пациентов основной исследуемой группы (что подтверждает корректность их набора в исследование), у части пациентов контрольной группы № 1 был обнаружен стеатоз печени минимальной (17,8%) и умеренной (3,0%) выраженности, который не был выявлен с использованием других методов исследования. Также у части пациентов контрольной группы № 2 (16,7%) выявлен стеатоз печени, несмотря на отсутствие избыточной массы тела. Данные количественной



Рисунок 5. Основные типы структуры абдоминального жира: А – с преобладанием подкожной жировой ткани (ПЖТ); Б – с преобладанием висцеральной жировой ткани (ВЖТ).

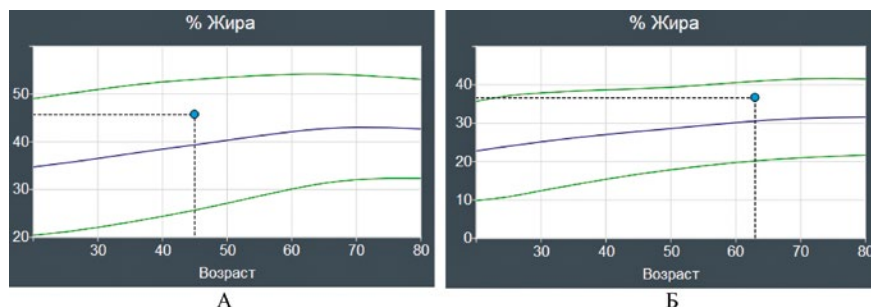


Рисунок 6. Пример отсутствия статистически значимого различия ( $p < 0,05$ ) между процентным содержанием жира у пациентов основной исследуемой группы и контрольной группы № 1.



Рисунок 7. Распределение стеатоза печени (выраженности) у пациентов основной исследуемой, контрольных групп № 1, 2.

ультразвуковой стеатометрии у пациентов основной исследуемой группы имеют высокую корреляцию с данными, описывающими компоненты МС (ИМЖ,% жира), по данным ДРА в режиме «Все тело» с прямой пропорциональной связью ( $p < 0,05$ ).

## Заключение

1. Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в режиме «Все тело» может быть использована как для скрининга, так и диагностики компонентов метаболического синдрома ввиду высокой информативности и минимальной лучевой нагрузки.

2. Пациенты, у которых висцеральная подкожная ткань преобладает над подкожной жировой тканью, имеют больший риск возникновения метаболически ассоциированной жировой болезни печени.
3. Количественная ультразвуковая стеатометрия, дополняя данные, полученные при использовании двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в режиме «Все тело», позволяет получить более полную картину диффузных изменений в печени у пациентов с метаболическим синдромом.

#### Список литературы / References

1. Dhurandhar N.V. What is obesity? N.V. Dhurandhar. *International Journal of Obesity*. 2022. No. 46. P. 1081–1082. doi.org/10.1038/s41366-022-01088-1
2. Smith K.B. Obesity statistics. K.B. Smith, M.S. Smith. *Primary care: Clinics in office practice*. 2016. V. 43. No. 1. P. 121–135.
3. Пиголкин Ю.И. Судебно-медицинская диагностика внезапной смерти при метаболическом синдроме. Ю.И. Пиголкин, Ж.В. Дорошева, Н.С. Оганесян, Д.В. Горностаев. Судебно-медицинская экспертиза. 2018. Т. 61. № 1. С. 60–64. Pigolkin Yu.I. Forensic medical diagnosis of sudden death in metabolic syndrome. Yu.I. Pigolkin, Zh. V. Dorosheva, N. S. Oganessian, D. V. Gornostaev. *Forensic-Medical Examination*. 2018. V. 61. No. 1. P. 60–64.
4. Соколов Е.И. Взаимосвязь ожирения с характером питания. Е.И. Соколов, В.В. Сушич. *Кардиология*. 2015. Т. 55. № 5. С. 54–58. Sokolov E.I. The relationship of obesity with the nature of nutrition. E.I. Sokolov, V. V. Sushchik. *Cardiology*. 2015. V. 55. No. 5. P. 54–58.
5. Lin S.U. Comparison of MAFLD and NAFLD diagnostic criteria in real world. S. U. Lin et al. *Liver international*. 2020. T. 40. No. 9. P. 2082–2089.
6. Lim S. Links between metabolic syndrome and metabolic dysfunction-associated fatty liver disease. S. Lim, J. W. Kim, G. Targher. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2021. V. 32. No. 7. P. 500–514.
7. Тихонов С.В. Пациенты с избыточным весом и ожирением на приеме у гастроэнтеролога. С.В. Тихонов, Н.В. Бакулира, В.И. Симаненков. Медицинский алфавит. 2022. № 12. С. 7–11. doi.org/10.33667/2078-5631-2022-12-7-11 Tikhonov S. V. Patients with overweight and obesity at the reception of a gastroenterologist. S. V. Tikhonov, N. V. Bakulira, V. I. Simanenkova. *Medical Alphabet*. 2022. No. 12. P. 7–11. doi.org/10.33667/2078-5631-2022-12-7-11
8. Mainous A.G. Body composition among adults at a healthy body mass index and association with undetected non-alcoholic fatty liver. A. G. Mainous et al. *International Journal of Obesity*. 2022. P. 1–3.
9. Unalp-Arida A. Transient elastography measures of hepatic steatosis and fibrosis are associated with body composition among US adolescents. A. Unalp-Arida, C. E. Ruhl. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2022. T. 75. No. 4. P. 497–505.
10. Pelusi S. Building mass to prevent non-alcoholic fatty liver disease? S. Pelusi, L. Valenti. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*. 2019. V. 8. No. 2. P. 173–176.
11. Ramírez-Vélez R. Liver fat content and body fat distribution in youths with excess adiposity. R. Ramírez-Vélez et al. *Journal of Clinical Medicine*. 2018. V. 7. No. 12. P. 528–540.
12. Борсуков А.В. Оценка сравнительной эффективности методов инструментальной диагностики стеатоза печени у пациентов с метаболическим синдромом. А.В. Борсуков, Д.Ю. Венидиктова. *Практическая медицина*. 2018. Т. 16. № 2. С. 16–21. Borsukov A. V. Evaluation of the comparative effectiveness of methods for instrumental diagnosis of liver steatosis in patients with metabolic syndrome. A. V. Borsukov, D. Yu. Venidiktov. *Practical Medicine*. 2018. V. 16. No. 2. P. 16–21.
13. Венидиктова Д.Ю. Ультразвуковая количественная стеатометрия печени у пациентов с избыточной массой жира: возможности усовершенствованной методики. Д.Ю. Венидиктова, А.В. Борсуков. *Лучевая диагностика и терапия*. 2020. Т. 11. № 1. С. 64–69. Venidiktova D. Yu. Ultrasound quantitative liver steatometry in patients with overweight fat: The possibilities of an improved technique. D. Yu. Venidiktova, A. V. Borsukov. *Radiation Diagnostics and Therapy*. 2020. V. 11. No. 1. P. 64–69.
14. Савастеева И.Г. Ранние предикторы развития неалкогольной жировой болезни печени при сахарном диабете. И.Г. Савастеева, А.В. Рожко, Т.И. Евдокимова [и др.]. *Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал*. 2018. № 4 (62). С. 19–24. Savasteeva I. G. Early predictors of the development of non-alcoholic fatty liver disease in diabetes mellitus. I. G. Savasteeva, A. V. Rozhko, T. I. Evdochikova et al. *Medical Business: Scientific and Practical Therapeutic Journal*. 2018. No. 4 (62). P. 19–24.
15. Тарасова Л.В. Обзор методов лабораторной диагностики, применяемых при неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) и алкогольной болезни печени (АБП) на современном этапе. Л.В. Тарасова, Ю.В. Цыганова, И.В. Опалинская, А.А. Иванова. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2019. № 4 (164). С. 72–77. Tarasova L. V. Review of laboratory diagnostic methods used in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and alcoholic liver disease (ALD) at the present stage. L. V. Tarasova, Yu. V. Tsyganova, I. V. Opalinskaya, A. A. Ivanova. *Experimental and clinical gastroenterology*. 2019. No. 4 (164). P. 72–77.
16. Касаткина Е.А. Методы лучевой диагностики в оценке состава тела человека. Е.А. Касаткина [и др.]. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2013. № 2. С. 59–64. Kasatkina E. A. Methods of radiation diagnostics in assessing the composition of the human body. E. A. Kasatkina [et al.]. *Bulletin of Radiology and Radiology*. 2013. No. 2. P. 59–64.
17. Самойлов А.С. Современные методы анализа композиционного состава тела. А.С. Самойлов [и др.]. *Практическая медицина*. 2022. Т. 20. № 1. С. 21–26. Samoilov A. S. Modern methods of body composition analysis. A. S. Samoilov [et al.]. *Practical medicine*. 2022. V. 20. No. 1. P. 21–26.
18. Kohrt W. M. Body composition by DXA: tried and true? W. M. Kohrt. *Medicine and science in sports and exercise*. 1995. T. 27. No. 10. P. 1349–1353.
19. Achamrah N. Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures. N. Achamrah et al. *PLoS one*. 2018. V. 13. No. 7. P. e0200465.
20. Захаров И.С. Лучевая диагностика остеопороза-современное состояние проблемы. И.С. Захарова. *Политравма*. 2015. № 1. С. 69–73. Zakharov I. S. Radiation diagnosis of osteoporosis – the current state of the problem. I. S. Zakharov. *Politrauma*. 2015. No. 1. P. 69–73.
21. Мисникова И.В. Оценка мышечной и жировой массы у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа по результатам двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. И.В. Мисникова [и др.]. *Альманах клинической медицины*. 2018. Т. 46. № 3. С. 222–232. Misnikova I. V. Assessment of muscle and fat mass in patients with type 2 diabetes mellitus by dual-energy x-ray absorptiometry. I. V. Misnikova [et al.]. *Almanac of Clinical Medicine*. 2018. V. 46. No. 3. P. 222–232.
22. Никитинская О.А. Торопцова Н.В. Определение содержания жира в составе тела методом биоэлектрического импеданса и двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. О.А. Никитинская, Н.В. Торопцова. *Медицинский алфавит*. 2021. № 16. С. 30–34. doi.org/10.33667/2078-5631-2021-16-30-34 Nikitinskaya O. A. Toroptsova N. V. Determination of fat content in body composition by bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry. O. A. Nikitinskaya, N. V. Toroptsova. *Medical Alphabet*. 2021. No. 16. P. 30–34. doi.org/10.33667/2078-5631-2021-16-30-34
23. Яковенко А.А. Сравнительный анализ двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии и биоимпедансометрии в оценке компонентного состава тела пациентов на программном гемодиализе. А.А. Яковенко [и др.]. *Лучевая диагностика и терапия*. 2018. № 4. С. 89–93. Yakovenko A. A. Comparative analysis of dual-energy X-ray absorptiometry and bioimpedancemetry in the assessment of the body composition of patients on program hemodialysis. A. A. Yakovenko [et al.]. *Radiation Diagnostics and Therapy*. 2018. No. 4. P. 89–93.
24. Водянова О.В. Диагностические возможности применения двойной рентгеновской абсорбциометрии в клинической практике. О.В. Водянова [и др.]. *Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал*. 2020. № 2. С. 87–94. Vodyanova O. V. Diagnostic possibilities of using double X-ray absorptiometry in clinical practice. O. V. Vodyanova [et al.]. *Medical Business: Scientific and Practical Therapeutic Journal*. 2020. No. 2. P. 87–94.
25. Toombs R. J. The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. R. J. Toombs et al. *Obesity*. 2012. T. 20. No. 1. P. 30–39.
26. www.dms-imaging.com/en/stratos-2 (электронный ресурс).

Статья поступила / Received 22.03 2023

Получена после рецензирования / Revised 10.04.2023

Принята в печать / Accepted 24.04.2023

#### Сведения об авторах

**Венидиктова Дарья Юрьевна**, к.м.н., с.н.с. проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малонивазивные технологии». E-mail: daria@venidiktova.ru. ORCID: 0000-0001-5497-1476

**Борсуков Алексей Васильевич**, д.м.н., проф., директор проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малонивазивные технологии». E-mail: bor55@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4047-7252

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Смоленск

Автор для переписки: Венидиктова Д. Ю. E-mail: daria@venidiktova.ru

#### About authors

**Venidiktova Daria Yu.**, PhD Med, senior researcher at Fundamental Research Laboratory 'Diagnostic research and minimally invasive techniques'. E-mail: daria@venidiktova.ru. ORCID: 0000-0001-5497-1476

**Borsukov Aleksei V.**, DM Sci (habil.), professor, head of Fundamental Research Laboratory 'Diagnostic research and minimally invasive techniques'. E-mail: bor55@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4047-7252

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

Corresponding author: Venidiktova D. Yu. E-mail: daria@venidiktova.ru

**For citation:** Venidiktova D. Yu., Borsukov A. V. On dual-energy X-ray absorptiometry use in patients with metabolic syndrome and associated fatty liver disease. *Medical alphabet*. 2023; (11): 25–30. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-11-25-30.

**Для цитирования:** Венидиктова Д. Ю., Борсуков А. В. К вопросу об использовании двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии у пациентов с метаболическим синдромом и ассоциированной с ним жировой болезнью печени. *Медицинский алфавит*. 2023; (11): 25–30. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-11-25-30.

