

Мультимодальный подход в алгоритме инструментального обследования больных с метаболическим синдромом и сахарным диабетом II типа

О. А. Горбатенко, Д. Ю. Венидиктова, А. В. Борсуков

Проблемная научно-исследовательская лаборатория «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Смоленск

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время метаболический синдром (МС) встречается у 20–30 % населения. Основной возраст больных составляет 20–65 лет. Изучение данного синдрома генетически детерминировано, что указывает на генетическую обусловленность инсулинорезистентности. Полученные факты позволили рассматривать МС как принцип первичной профилактики СД II типа и его осложнений. МС поражает такие жизненно важные органы, как почки, поджелудочная железа, печень и т.д. Поскольку тема развития ХБП у пациентов с метаболическим синдромом остроактуальна, необходима качественная диагностика данного осложнения. На сегодняшний день таким методом является неионизирующее контраст-усиленное ультразвуковое исследование, которое не является нефро- и гепатотоксичным и может применяться у пациентов со сниженной функцией почек.

Цель. Оценка эффективности мультимодального подхода в алгоритме инструментальной диагностики обследования больных с метаболическим синдромом на фоне сахарного диабета II типа.

Материалы и методы. В 2020–2022 гг. было проведено исследование пациентов с метаболическим синдромом ($n = 240$). При сборе и анализе клинико-лабораторных данных у ($n = 67$) обнаружена метаболически ассоциированная жировая болезнь печени: из них 22 (32,8 %) женщины, 45 (67,2 %) мужчин, средний возраст – $51,0 \pm 4,2$ года. Все пациенты были обследованы по единому диагностическому алгоритму, включавшему в себя четыре этапа. Первый этап: осмотр пациентов специалистами, включая клинико-лабораторные данные, с постановлением заключения ($n = 67$). Второй этап: УЗИ печени с проведением количественной ультразвуковой стеатометрии с определением уровня коэффициента затухания ультразвуковой волны ($n = 67$). Третий этап: проведение двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (ДРА) в режиме «Все тело» ($n = 67$). Четвертый этап: пациентам с СД II типа проводилось мультипараметрическое УЗИ почек в В-режиме и режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) ($n = 52$). Пациентам с СД II типа со скоростью клубочковой фильтрации ≤ 59 мл/мин проводился дополнительный, пятый этап: контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек для диагностики почечной перфузии ($n = 14$). Критерии включения в исследование – возраст старше 18 лет, наличие метаболического синдрома.

Выводы. 1. В алгоритм обследования пациентов с метаболически ассоциированной жировой болезнью печени может быть включено расширенное ультразвуковое исследование почек, в том числе контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек как безопасный и эффективный метод оценки хронической болезни почек. 2. Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в режиме «Все тело» – высокочувствительный метод в определении и мониторинге компонентов метаболического синдрома. 3. Мультимодальное инструментальное исследование пациентов с метаболическим синдромом и сахарным диабетом II типа позволяет на ранних стадиях выявлять возможные осложнения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: метаболический синдром, метаболически ассоциированная жировая болезнь печени, стеатоз печени, сахарный диабет, хроническая болезнь почек, контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Multimodal approach in algorithm of instrumental examination of patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus

O. A. Gorbatenko, D. Yu. Venidiktova, A. V. Borsukov

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

SUMMARY

Relevance. Currently, metabolic syndrome (MS) occurs in 20–30% of the population. The main age of patients is 20–65 years. The study of this syndrome is genetically determined, which indicates that insulin resistance is genetically determined. The obtained facts allowed us to consider MS as the principle of primary prevention of type 2 diabetes and its complications. MTS affects such vital organs as kidneys, pancreas, etc. Since the topic of the development of CKD in patients with metabolic syndrome is acute, a qualitative diagnosis of this complication is necessary. To date, such a method is non-ionizing contrast-enhanced ultrasound, which is not nephrotoxic and hepatotoxic and can be used in patients with reduced renal function.

Objective. Evaluation of the effectiveness of the multimodal approach in the algorithm of instrumental diagnostics of examination of patients with metabolic syndrome on the background of type 2 diabetes mellitus.

Materials and methods. A study of patients with metabolic syndrome ($n = 240$) was conducted in 2020–2022. When collecting and analyzing clinical and laboratory data, ($n = 67$) had metabolically associated fatty liver disease: 22 of them were women (32.8 %), 45 men (67.2 %), average age 51.0 ± 4.2 . All patients were examined according to a single diagnostic algorithm, which included four stages. Stage 1. Examination of patients by specialists, including clinical and laboratory data, with the resolution of the conclusion ($n = 67$). Stage 2. Ultrasound of the liver with quantitative ultrasound steatometry with determination of the level of the attenuation coefficient of the ultrasonic wave ($n = 67$). Stage 3. Conducting dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) in the 'Whole body' mode (with an assessment of the percentage of adipose tissue, abdominal obesity index) ($n = 67$). Stage 4. Conducting multiparametric ultrasound of the kidneys in B-mode and colour Doppler mapping (CDC) mode in patients with CKD, followed by contrast-enhanced ultrasound ($n = 14$). The criteria for inclusion in the study are age over 18 years, metabolic syndrome.

Conclusions. 1. The algorithm of examination of patients with metabolically associated fatty liver disease may include extended ultrasound examination of the kidneys, including contrast-enhanced ultrasound examination of the kidneys as a safe and effective method of assessing chronic kidney disease. 2. Two-energy X-ray absorptiometry in the 'Whole body' mode is a highly sensitive method in determining and monitoring the components of the metabolic syndrome. 3. A multimodal instrumental study of patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus makes it possible to identify possible complications at an early stage.

KEY WORDS: metabolic syndrome, metabolically associated fatty liver disease, liver steatosis, diabetes mellitus, chronic kidney disease, contrast-enhanced ultrasound examination of the kidneys.

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

Актуальность

В настоящее время во всем мире сохраняет актуальность глобальная проблема XXI века – распространенность метаболического синдрома (МС), затрагивающая 20–40% населения [1–4]. Основной пул пациентов с проявлениями метаболического синдрома приходится на социально активных трудоспособных лиц в возрасте 20–65 лет. В основе данного состояния лежит снижение чувствительности периферических тканей к инсулину, гиперинсулинемия с последующим нарушением углеводного, липидного и пуринового обменов. Формирование данного синдрома генетически детерминировано, что подтверждено множеством исследований, которые пришли к выводу, что инсулинорезистентность может быть генетически обусловлена [1, 5, 6, 8]. У женщин МС встречается реже, чем у мужчин. Доказано влияние МС на сердечно-сосудистую систему, он также влечет патологические изменения в печени, в частности, одним из серьезных осложнений является хроническое заболевание печени метаболического генеза без наличия токсического поражения – метаболически ассоциированная жировая болезнь печени (МАЗБП) [10, 11, 15, 16]. По данным литературы, МС в несколько раз увеличивает риск развития таких заболеваний, как СД II типа и артериальная гипертензия [5, 9, 12, 13, 14], а также поражает другие жизненно важные органы, такие как почки, поджелудочная железа и т.д. Полученные факты позволили рассматривать МС как принцип первичной профилактики СД II типа и его осложнений [2, 3, 4]. Наблюдается также отсутствие полной осведомленности не только пациентов, но и медицинских и научных сотрудников об этиологии, патогенетических механизмах, течении и исходах данного заболевания, что, в свою очередь, делает его еще более социально значимым в условиях отсутствия превентивных мер развития МАЗБП.

Основное влияние МС на почки заключается в снижении их функции, появлении микроальбуминурии, повышении жесткости сосудистых стенок, воспалении, что может привести к развитию хронической болезни почек [7]. В работах J. Chen *et al.* [14, 15] привели доказательства, что МС является независимым фактором риска ХБП. В зависимости от роста количества критериев МС у пациентов в возрастной группе старше 20 лет вероятность развития ХБП увеличивается в 2,6 раза [16]. M. Kurella *et al.* при обследовании 10096 пациентов среднего возраста выявили, что у пациентов с МС продолжительностью более 9 лет отмечается увеличение риска развития ХБП примерно на 50% [17]. Поскольку тема развития ХБП у пациентов с метаболическим синдромом остроактуальна, необходима качественная диагностика данного осложнения. На сегодняшний день таким методом служит неинионизирующее контраст-усиленное ультразвуковое исследование, которое не является нефро- и гепатотоксичным и может применяться у пациентов со сниженной функцией почек.

Таким образом, метаболический синдром у лиц с СД II типа – не узконаправленная, а мультидисциплинарная проблема, которая решается с привлечением консилиума врачей – гастроэнтерологов, эндокринологов и нефрологов в вопросах диагностики, лечения, прогнозирования, а также профилактики данного заболевания.

Цель исследования: оценка эффективности мультимодального подхода в алгоритме инструментальной диагностики обследования больных с метаболическим синдромом на фоне сахарного диабета II типа.

Материалы и методы

На базе проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России в 2020–2022 годах было обследовано 240 пациентов многопрофильного стационара гастроэнтерологического, хирургического отделений. В исследование были включены 67 пациентов, из них 22 (32,8%) женщины, 45 (67,2%) мужчин, средний возраст – $51,0 \pm 4,2$ года.

Критерии включения: возраст старше 18 лет, соответствие критериям метаболического синдрома – согласно клиническим рекомендациям по ведению больных с МС 2013 года (утверждены Российским медицинским обществом по АГ и профильной комиссией по кардиологии) имеются определенные критерии наличия у пациента МС. Основной – окружность талии (на 1 см выше пупка) > 94 см у мужчин и > 80 см у женщин и дополнительные – АГ $\geq 140/90$ мм рт. ст., наличие дислипидемии (ТГ $> 1,7$ ммоль/л, ХС ЛПВП $< 1,0$ ммоль/л у мужчин и $< 1,2$ ммоль/л у женщин, ХС ЛПНП $> 3,0$ ммоль/л), нарушенная толерантность к глюкозе (повышенный уровень глюкозы плазмы через 2 ч после нагрузки 75 г безводной глюкозы при ПГТТ $\geq 7,8$ и $< 11,1$ ммоль/л при условии, что уровень глюкозы плазмы натощак составляет менее 7,0 ммоль/л), нарушенная гликемия натощак (повышенный уровень глюкозы плазмы натощак $\geq 6,1$ и $< 7,0$ ммоль/л при условии, что глюкоза плазмы через 2 ч при ПГТТ составляет менее 7,8 ммоль/л) и комбинация двух последних критериев. Наличие основного и как минимум двух дополнительных критериев свидетельствует о наличии у пациента МС.

Все пациенты были исследованы по единому диагностическому алгоритму, который включал в себя четыре этапа.

Первый этап. Физикальный осмотр (с определением массы тела), клиничко-лабораторные данные – клинический и биохимический анализы крови (с включением коагулограммы и липидограммы), общий анализ мочи ($n = 67$).

Второй этап. Ультразвуковая количественная стеатометрия с определением уровня коэффициента затухания ультразвуковой волны в дБ/см ($n = 67$). Ультразвуковая стеатометрия проводилась в положении пациента на спине с максимальным отведением правой руки, движение датчика осуществлялось по *l. axillaris media* и *l. axillaris anterior* с перемещением вдоль VII–X межреберьев. В случае нахождения оптимальной зоны визуализации в размере 5×10 мм (менялся при изменении глубины исследования) в сегментах IV, V, а также во фрагментах VIII и I датчик располагался по *l. medioclavicularis* с последующим перемещением вдоль IV–VI межреберьев или же с УЗ-датчиком под реберной дугой при увеличении печени, висцероптозе, особенностях конституции пациента.

Третий этап. Проведение двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (ДРА) в режиме «Все тело» ($n = 67$). ДРА обладает высокой чувствительностью в опосредованном определении наличия стеатоза печени у пациентов с избыточной массой жира и ожирением (как фактора риска развития МС) с оценкой качественных, полуколичественных и количественных результатов как для всего тела, так и локальных отделов (в том числе ПКЖ и ВЖТ).

Четвертый этап. Пациентам с СД II типа проводилось УЗИ почек в В-режиме и режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) пациентам ($n = 52$).

Ультразвуковое исследование почек аппаратом Aloka Hitachi Arietta 850 (Hitachi Medical Corporation, Япония) в В-режиме с оценкой: длины, толщины и ширины правой и левой почек (мм); эхогенности в сравнении с печенью или селезенкой соответственно; звукопроводимости. В области данного метода для визуализации сосудов различного калибра было использовано цветовое доплеровское картирование (ЦДК). УЗИ почек проводилось полипозиционно. Каждое исследование проводилось из трансабдоминального доступа, используя продольные, поперечные и косые срезы в положении пациента лежа на правом или левом боку соответственно. При исследовании правой почки для более комфортного введения контрастного препарата пациента укладываем на левый бок. При исследовании левой почки просим пациента сделать тоже самое, но в противоположном варианте. Для изображения сосудов почки в режимах ЦДК проводилась качественная оценка кровотока почек по продольной оси. Для оценки васкуляризации паренхимы почек по данным ЦДК у пациентов с СД II типа в исследовании применялась пятибалльная шкала М. Bertolotto, усовершенствованная А. В. Борсуковым и соавт. [17, 25]. Исследование ангиоархитектоники почек проводилось в положении пациента лежа на спине путем поперечного сканирования для лучшей оценки устьев артерий. Для оценки дистальных сегментов почечных артерий и интратенальных сосудов исследование проводилось в заднелатеральном доступе в положении пациента лежа на боку с последующей оценкой УЗ-семиотики.

Пациентам с СД II типа со скоростью клубочковой фильтрации (СКФ) ≤ 59 мл/мин проводился дополнительный, *пятый этап* – контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек для диагностики почечной перфузии ($n = 14$).

Контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек (КУУЗИ) проводилось в соответствии с Европейскими рекомендациями для клинической практики по контраст-усиленному

ультразвуковому исследованию [20]. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек проводили на УЗ-аппарате Aloka Hitachi Arietta 850 (Hitachi Medical Corporation, Япония) в компетентном режиме с низкоамплитудным механическим индексом 0,06 и конвексным датчиком 3–6 МГц. Для проведения настоящего исследования использовался эхоконтрастный препарат SonoVue (Bracco Swiss, Швейцария). Данный препарат представляет собой лиофилизированный порошок гексафторида серы, 1,5 мг, который необходимо растворить в 5,0 мл растворителя 0,9%-ного раствора натрия хлорида. Свежеприготовленный раствор вводили внутривенно струйно через локтевую вену (*v. ulnaris*), используя двухпортовый периферический венозный катетер G19 (диаметр 0,9 мм). Для достижения более эффективного и быстрого результата болюсного введения эхоконтраста дополнительно вводили 5,0 мл 0,9%-ного раствора натрия хлорида. Перед началом контрастирования на монитор УЗ-аппарата выводят почку, почечную артерию, сегментарные артерии, междольковые артерии, дуговые артерии и междольковые артерии. При получении устойчивой УЗ-картины определяют зоны для оценки количественных параметров КУУЗИ. Предпочтительными вариантами для проведения исследования являются верхний передний сегмент, нижний передний сегмент или задний сегмент почки. Во время исследования оценивали качественные показатели, где оценивали однородность и неоднородность контрастирования, симметричность и асимметричность накопления эхоконтрастного препарата в корковом и мозговом слоях, однородность и неоднородность вымывания ультразвукового контрастного препарата и симметричность и асимметричность вымывания контрастного препарата. Данные показатели необходимо просматривать в режиме офлайн для более детальной оценки исследования путем анализа записанных ранее видеопетель. Также оценивались количественные показатели: время поступления контрастного препарата (time of arrival, TAO), время достижения пиковой интенсивности контрастного препарата (time to peak, TTP), время полувыведения контрастного препарата (half-time washout, HTWo), максимальная интенсивность накопления контрастного препарата (peak intensity, PI), общая площадь под кривой (area under, AUC), площадь под кривой накопления контрастного препарата (area under ascending curve, AUCWi), площадь под кривой выведения контрастного препарата (area under descending curve, AUCWo).

Результаты и обсуждение

Первый этап. В результате проведения этого этапа исследования результаты распределились таким образом, что основной процент пациентов приходится на I и II тип ожирения – по 29%, 23% пациентов – с ожирением III типа, у 19% пациентов отмечается избыточная масса тела.

При обследовании пациентов основных исследуемых групп с определением параметров липидограммы (холестерин общий, холестерин ЛПНП, холестерин ЛПВП, триглицериды) пациенты распределились следующим образом (табл. 2).

У большинства пациентов отмечалось снижение уровня ЛПВП, повышение ТГ и ЛПНП. У некоторых из них также отмечалось повышение уровня общего холестерина. Повышение уровней общего холестерина и ЛПНП рассматривалось как факторы риска СД и атеросклероза. Также

Таблица 1
Средние значения уровня глюкозы натощак у пациентов с МС
в зависимости от наличия/отсутствия СД II типа

Показатель биохимического исследования крови	Пациенты без СД II типа (n = 15)		Пациенты с СД II типа (n = 52)	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Глюкоза (натощак) в венозной плазме, ммоль/л	4,40 ± 0,03	5,40 ± 0,07	7,20 ± 0,01	8,10 ± 0,03

Таблица 2
Основные показатели липидограммы у исследуемых пациентов

Показатели липидограммы	Женщины (n = 22)	Мужчины (n = 45)
Холестерин общий, ммоль/л	4,94 ± 0,05	5,18 ± 0,05
Холестерин ЛПНП, ммоль/л	3,10 ± 0,04	3,20 ± 0,05
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	0,82 ± 0,01	0,78 ± 0,01
Триглицериды, ммоль/л	1,22 ± 0,02	1,62 ± 0,01

Таблица 3
Распределение пациентов согласно результатам количественной ультразвуковой стеатометрии

Степень выраженности стеатоза печени	Женщин		Мужчин	
	Абс. число, n	Отн. число, %	Абс. число, n	Отн. число, %
S1	10	45,4	7	15,5
S2	10	45,4	28	62,2
S3	2	9,2	10	22,3
Итого	22	100	45	100



Рисунок 2. Распределение средних значений результатов липидограммы в сопоставлении с избыточностью массы тела у пациентов основных исследуемых групп.

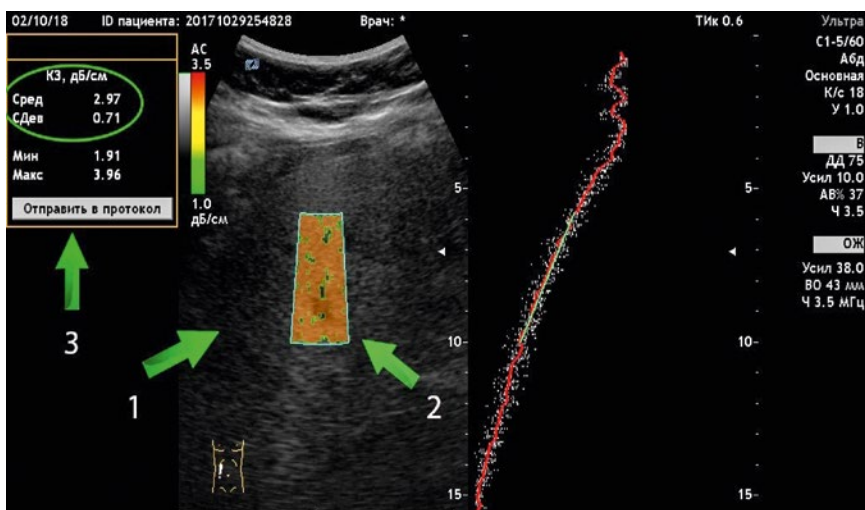


Рисунок 3. Окно результатов ультразвуковой стеатометрии: 1 – печень, 2 – активная зона измерения, 3 – показатель коэффициента затухания ультразвуковой волны.

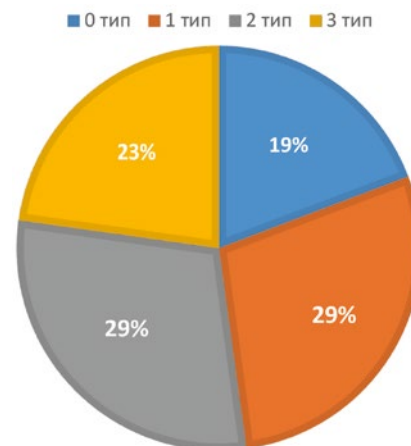


Рисунок 1. Общее распределение пациентов основной группы (n = 67) с учетом индекса массы тела.

выявлялось незначительное повышение уровня триглицеридов у пациентов с СД II типа. Соотнесение показателей липидограммы с ИМТ среди пациентов основных исследуемых групп представлено на рисунке 2.

Второй этап. Окно результатов и основные показатели, оцениваемые при проведении количественной УЗ-стеатометрии, представлены на рисунке 3.

Третий этап. Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) в режиме «Все тело» имеет минимальную лучевую нагрузку при максимальных настройках оборудования (до 3 мкЗв). В динамике оценивались показатели: общий вес тела (кг), ИМТ (кг/м²), ИМЖ (кг/м²), скорость метаболизма (ккал/день), количество тощей массы (%), количество костной массы (%), общее количество жировой ткани (%), процентное соотношение жира в андронидной и гиноидной областях, площадь ВЖТ и ПКЖ (см²), масса ВЖТ и ПКЖ (кг), объем ВЖТ и ПКЖ (см³), соотношение ВЖТ и ПКЖ (структура абдоминального ожирения), наличие избытка массы тела / массы жира, степень ожирения (I–IV). Отдельное внимание уделялось соотношению показателей ИМТ и ИМЖ, а также соотношению структуры абдоминального жира – соотношению ВЖТ и ПКЖ.

Развитие МС сопровождается увеличением массы висцерального жира, снижением чувствительности периферических тканей к инсулину и гиперинсулинемией, которая влечет за собой ряд осложнений, в том числе поражающая печень, сердечно-сосудистую систему

и почки. Таким образом, использование ДРА в режиме «Все тело» позволяет на ранних этапах выявить факторы риска у данной категории пациентов. Также ДРА в режиме «Все тело» может быть использована в качестве референтного метода определения МС и распределения жирового сектора в организме, но данный метод имеет ограничение в определении стеатоза печени, что требует проведения усовершенствования алгоритма программного вычисления висцерального ожирения и стеатоза внутренних органов.

Четвертый этап. Всем пациентам с СД II типа проводилось УЗИ почек в В-режиме и режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) ($n = 52$). В результате проведенного исследования у пациентов с СКФ ≥ 59 мл/мин и у пациентов со СКФ ≤ 59 мл/мин существенных различий не наблюдалось. У 68,3% пациентов признаков органической патологии почек выявлено не было при проведении УЗИ в В-режиме. У 14,8% наблюдалась кистозная трансформация почечной паренхимы. У 9,7% – уменьшение размеров обеих почек.

При проведении УЗИ в режиме цветового доплеровского картирования для оценки васкуляризации были получены качественные показатели, оцениваемые по пятибалльной шкале М. Bertolotto, усовершенствованной А.В. Борсуковым и соавт., где: тип 0 оценивается как неизмененный сосудистый интрапаренхиматозный рисунок, а тип 5 оценивается как минимальная визуализация сосудов почек (определяется общая почечная артерия, частично сегментарные сосуды; междольковые, дуговые, междольковые не определяются)

Пациентам со скоростью клубочковой фильтрации ≤ 59 мл/мин проводился дополнительный, **пятый этап** – контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек для диагностики почечной перфузии ($n = 14$).

При анализе качественных параметров КУУЗИ у пациентов с СД II типа с СКФ ≤ 59 мл/мин однородность накопления контрастного препарата отмечается у 43 %, неоднородность накопления контрастного препарата – у 57%; симметричность накопления контрастного препарата выявлена у 49%, асимметричность накопления контрастного препарата – у 51%; однородность вымывания контрастного

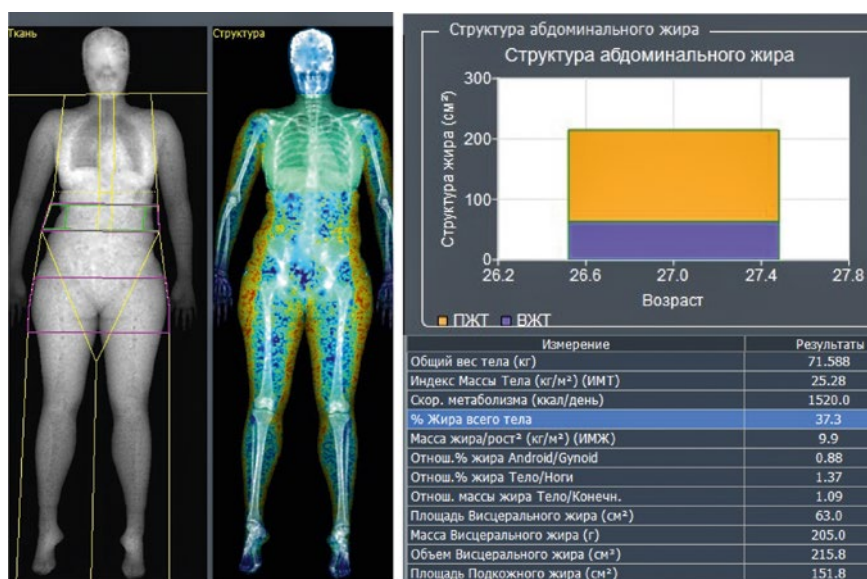


Рисунок 4. Оцениваемые результаты двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (качественные, полуколичественные, количественные) в режиме «Все тело».



Рисунок 5. Распределение пациентов в соответствии с результатами УЗИ в режиме цветового доплеровского картирования. Для оценки васкуляризации были получены качественные показатели, оцениваемые по 5-балльной шкале М. Bertolotto, усовершенствованной А.В. Борсуковым и соавт.

препарата отмечается у 45 %, неоднородность выведения контрастного препарата – у 55%; снижение общей интенсивности контрастного препарат отмечается у 63%; деформация сосудистого рисунка – у 78%.

В результате оценки количественных временных показателей контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов со скоростью клубочковой фильтрации ≤ 59 мл/мин на фоне СД II типа отмечается удлинение ТАО до $23,0 \pm 4,6$ с, ТТР – до $36,0 \pm 8,1$ с, НТWo – до $75 \pm 6,4$ с. Также отмечается выраженное увеличение AUCWi – $5827,0 \pm 16,4$ и снижение PI – $73,0 \pm 3,7$.

Выводы

1. В алгоритм обследования пациентов с метаболически ассоциированной жировой болезнью печени может быть включено расширенное ультразвуковое исследование почек, в том числе контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек, как безопасный и эффективный метод оценки хронической болезни почек.

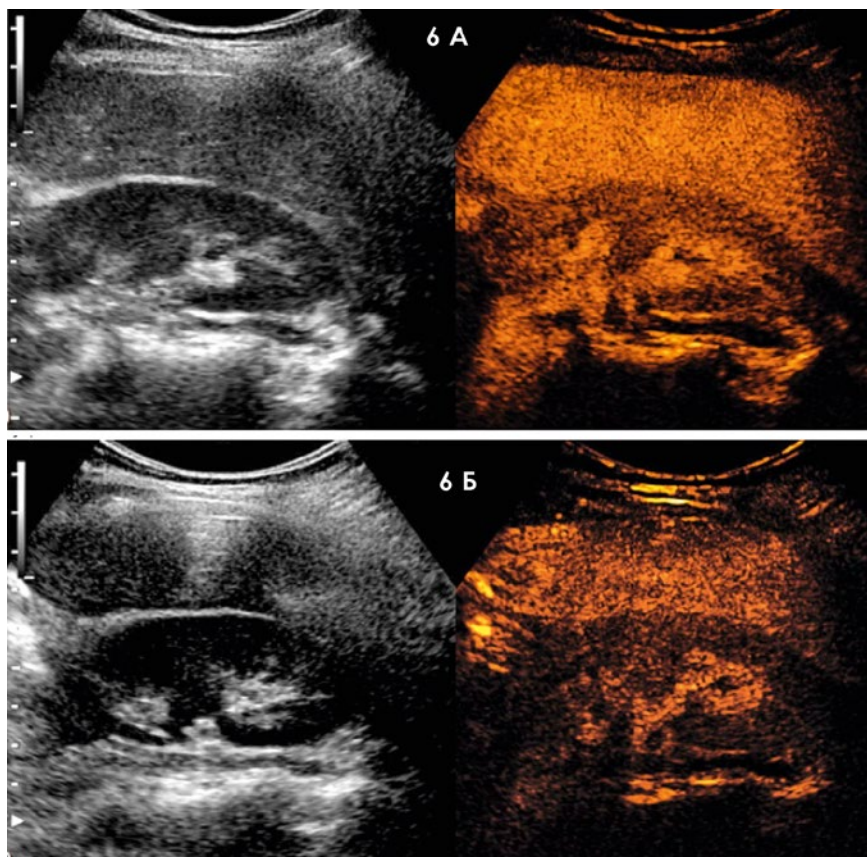


Рисунок 6. Качественная оценка контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациента с СД II типа с ХБП (А – артериальная фаза, Б – венозная фаза), у пациента второй группы с ХБП IV стадии (В – артериальная фаза, Г – венозная фаза).

2. Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в режиме «Все тело» – высокочувствительный метод в определении и мониторинге компонентов метаболического синдрома.
3. Мультимодальное инструментальное исследование пациентов с метаболическим синдромом и сахарным диабетом II типа позволяет на ранних стадиях выявлять возможные осложнения.

Список литературы / References

1. Mancia G., Bombelli M., Corrao G., Facchetti R., Madotto F., Giannattasio C., Trevano F.Q., Grassi G., Zanchetti A., Sega R. Metabolic syndrome in the Pressioni Arteriose Monitorate E Loro Associazioni (PAMELA) study: Daily life blood pressure, cardiac damage, and prognosis. *Hypertension* 2007; 49: 40–47.
2. Resnick H.E., Hones K., Ruotolo G., Jain A.K., Henderson J., Lu W., Howard B.V. Insulin resistance, the metabolic syndrome, and of incident cardiovascular disease in nondiabetic American Indians: The Strong Heart Study. *Diabetes Care* 2003; 26: 861–867.
3. Schmidt M.I., Duncan B.B., Bang H., Pankow J.S., Ballantyne C.M., Golden S.H., Folsom A.R., Chambless L.E. Identifying individuals at high risk for diabetes: The Atherosclerosis Risk in Communities study. *Diabetes Care* 2005; 28: 2013–2018.
4. Vasan R.S., Beiser A., Seshadri S., Larson M.G., Kannel W.B., D'Agostino R.B., Levy D. Residual lifetime risk for developing hypertension in middle-aged women and men. The Framingham Heart Study. *JAMA* 2002; 287: 1003–1010.

5. Венидиктова Д.Ю. Уровень комплаентности пациентов как основа назначения персонализированного немедикаментозного лечения неалкогольной жировой болезни печени. *Практическая медицина*. 2021. Т. 19, № 1, С. 96–104. DOI: 10.32000/2072-1757-2021-1-96-104.
6. Venidiktova D. Yu. The level of patient compliance as the basis for the appointment of personalized non-drug treatment of non-alcoholic fatty liver disease. *Practical medicine*. 2021. Vol. 19, No. 1, pp. 96–104. DOI: 10.32000/2072-1757-2021-1-96-104.
7. Schilacci G., Piro M., Vaudo G., Mannarino M.R., Savarese G., Pucci G., Franklin S.S., Mannarino E. Metabolic syndrome is associated with aortic stiffness in untreated essential hypertension. *Hypertension* 2005; 45: 1978–1982.
8. Боруков А.В., Горбатенко О.А. Стандартизация методики контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов с сахарным диабетом II типа. *Медицинская визуализация*. 2021; 25 (3): 50–65. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-978>
9. Borsukov A. V., Gorbatenko O. A. Standardization of contrast-enhanced ultrasound examination of the kidneys in patients with type II diabetes mellitus. *medical imaging*. 2021; 25 (3): 50–65. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-978>
10. Cuspidi C., Meani S., Fusi V., Valerio C., Catini E., Sala C., Sampieri L., Magrini F., Zanchetti A. Prevalence and correlates of left atrial enlargement in essential hypertension: role of ventricular geometry and the metabolic syndrome: the Evaluation of Target Organ Damage in Hypertension study. *J Hypertens* 2005; 23: 875–882.
11. Kavamoto R., Tomita H., Oka Y., Kodama A., Kamitani A. Metabolic syndrome amplifies the LDL-cholesterol associated increases in carotid atherosclerosis. *Intern Med* 2005; 44: 1232–1238.
12. Rotonya M., Carr, Amanke Oranu, and Vandana Khungar. Non-alcoholic fatty liver disease: Pathophysiology and management. *MSc Gastroenterol Clin North Am*. 2016 Dec; 45 (4): 639–652. DOI: 10.1016/j.gtc.2016.07.003.
13. EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines for the management of non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol*. 2016; 64: 1388–1402.
14. ICD-11 Implementation or Transition Guide. Geneva: World Health Organization; 2019; License: CC BY-NC-SA 3.0/IGO.
15. Eslam M., Sanyal AJ, George J. MAFLD: A consensus driven proposed nomenclature for metabolic associated fatty liver disease. *Gastroenterology*. 2020 Feb 8. DOI: 10.1053/j.gastro.2019.11.312.
16. Chen J., Muntner P., Hamm LL, et al. The metabolic syndrome and chronic kidney disease in U.S. adults. *Ann Intern Med*. 2004 Feb 3; 140 (3): 167–74. PMID: 14757614.
17. Chen J., Gu D, Chen CS, Wu X, et al. Association between the metabolic syndrome and chronic kidney disease in Chinese adults. *Nephrol Dial Transplant*. 2007 Apr; 22 (4): 1100–6. DOI: 10.1093/ndt/gfl759.
18. Kurella M, Lo JC, Chertow GM. Metabolic syndrome and the risk for chronic kidney disease among non-diabetic adults. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2005; 16 (7): 2134–40. PMID: 15901764. DOI: 10.1681/ASN.2005010106.
19. Ninomiya T, Kiyohara Y, Kubo M, et al. Metabolic syndrome and CKD in a general Japanese population: the Hisayama Study. *American Journal of Kidney Diseases*. 2006; 48 (3): 383–391. PMID: 16931211. DOI: 10.1053/j.ajkd.2006.06.003.

Статья поступила / Received 25.07.2022

Получена после рецензирования / Revised 05.08.2022

Принята в печать / Accepted 05.08.2022

Сведения об авторах

Горбатенко Ольга Александровна, аспирант. E-mail: o.gorbatenkon@gmail.com.
ORCID: 0000-0002-8820-7713

Венидиктова Дарья Юрьевна, м.н.с. E-mail: 92darv@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-5497-1476

Боруков Алексей Васильевич, д.м.н., проф., директор.
E-mail: bor55@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4047-7252

Проблемная научно-исследовательская лаборатория «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Смоленск

Автор для переписки: Горбатенко Ольга Александровна.
E-mail: olya.gorbatenko.94@mail.ru

About authors

Gorbatenko Olga A., post-graduate student. E-mail: o.gorbatenkon@gmail.com.
ORCID: 0000-0002-8820-7713

Venidiktova Daria Yu., junior scientist at Fundamental Research Laboratory 'Diagnostic researches and minimally invasive technologies'. E-mail: 92darv@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-5497-1476

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

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

Corresponding author: Gorbatenko Olga A. E-mail: olya.gorbatenko.94@mail.ru

Для цитирования: Горбатенко О.А., Венидиктова Д.Ю., Боруков А.В. Мульти-модальный подход в алгоритме инструментального обследования больных с метаболическим синдромом и сахарным диабетом II типа. *Медицинский алфавит*. 2022; (18): 35–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-18-35-40>.

For citation: Gorbatenko O.A., Venidiktova D. Yu., Borsukov A. V. Multimodal approach in algorithm of instrumental examination of patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus. *Medical alphabet*. 2022; (18): 35–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-18-35-40>.

